

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/02/2025.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO  
INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-  
VIVO) COM O USO DE HIB-AE (HASTE INTRAMEDULAR  
BLOQUEADA DE ÂNGULO ESTÁVEL) ASSOCIADA A  
DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA  
(PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO  
(OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE  
INTRAMEDULAR)**

**Matheus Nobile  
Médico Veterinário**

**2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO  
INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-VIVO)  
COM O USO DE HIB-AE (HASTE INTRAMEDULAR  
BLOQUEADA DE ÂNGULO ESTÁVEL) ASSOCIADA A  
DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA  
(PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO  
(OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE  
INTRAMEDULAR)**

**Discente: Matheus Nobile  
Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Gosuen Gonçalves Dias**

**Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,  
Câmpus de Jaboticabal, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Cirurgia Veterinária**

N745

Nobile, Matheus

Avaliação da efetividade de compressão interfragmentária em fêmures de gatos (ex- vivo) com o uso de HIB-AE (haste intramedular bloqueada de ângulo estável) associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente BR 10 2018 016021 4) por meio de MINO (osteossíntese minimamente invasiva com haste intramedular) / Matheus Nobile. -- Jaboticabal, 2023

80 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Luís Gustavo Gosuen Gonçalves Dias

1.Compressão 2.Fratura 3.Gatos 4. Transversa I.Título

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

# UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

## CÂMPUS DE JABOTICABAL

### REGISTRO DO IMPACTO ESPERADO DA DISSERTAÇÃO

Um dos grandes objetivos na realização de pesquisa, é a capacidade de levar à sociedade algo que possa ser ao mesmo tempo inovador, útil e que impacte positivamente a vida das pessoas. De tal maneira, a presente pesquisa encaixa-se nestes tópicos, uma vez que traz desenvolvimento técnico, por meio de um modelo inédito de implante na medicina veterinária, que possibilitará uma maior abrangência de tratamentos cirúrgicos aos pacientes necessitados, e conseqüentemente, possibilitará a promoção de qualidade de vida e bem-estar, não somente dos pacientes animais, como de todos os seres humanos envolvidos com o mesmo. Além disso, os resultados deste novo modelo, podem ser de grande utilidade para o desenvolvimento de outros novos implantes, não somente na medicina veterinária, como também, na medicina humana, uma vez que trata-se de algo inovador e, até então, não descrito nas bases literárias. Sendo assim, o trabalho desenvolvido pelo programa de pós-graduação da UNESP, possui impacto substancial não somente no cenário nacional, como também, internacional, contribuindo para o meio científico, técnico e social, oferecendo à sociedade, os importantes resultados e frutos obtidos pela pesquisa.

### REGISTRATION OF THE EXPECTED DISSERTATION IMPACT

*One of the major objectives in carrying out research is the ability to bring to society something that can be innovative, useful and that positively impacts people's lives at the same time. In this way, the present research fits these topics, since it brings technical development, through an unprecedented model of implant in veterinary medicine, which will enable a greater range of surgical treatments for patients in need, and consequently, will enable the promotion of quality of life and well-being, not only of animal patients, but of all human beings involved with it. In addition, the results of this new model can be very useful for the development of other new implants, not only in veterinary medicine, but also in human medicine, since it is something innovative and, until then, not described in the literary bases. Therefore, the work developed by the UNESP graduate program has a substantial impact not only on the national scene, but also internationally, contributing to the scientific, technical and social environment, offering society the important results and fruits obtained by search.*



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-VIVO) COM USO DE HASTE INTRAMEDULAR BLOQUEADA ASSOCIADA A DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA (PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO

**AUTOR: MATHEUS NOBILE**

**ORIENTADOR: LUÍS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Cirurgia Veterinária, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUÍS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS (Participação Virtual)  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. SILVIO HENRIQUE DE FREITAS (Participação Virtual)  
Departamento de Medicina Veterinária-FZEA/USP / Pirassununga/SP

Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO (Participação Virtual)  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de fevereiro de 2023

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Matheus Nobile, nascido em 26 de fevereiro de 1996, em São José do Rio Preto, no estado de São Paulo. Iniciou a vida acadêmica em Jaboticabal (SP) no curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), em 2014. Durante o curso, participou de diversos projetos de pesquisa e extensão, sendo bolsista FAPESP de iniciação científica (2017-2018). Fez parte do GEPA (Grupo de Estudos de Pequenos Animais), LACV (Liga Acadêmica de Cirurgia Veterinária) e do Centro Acadêmico da Medicina Veterinária. Em 2019, iniciou o Programa de Residência Médica em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais no Hospital Veterinário da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, concluindo-o em 2021. Ato contínuo, iniciou no mesmo ano, o mestrado junto ao Programa de Pós- Graduação em Cirurgia Veterinária, também pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Luís Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, etapa que está em curso.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer à Deus, pela oportunidade de vivenciar esta jornada e por possibilitar minha evolução a cada dia.

Agradeço também a meus pais, Claudinei e Sandra, que são e sempre foram minha base, meu alicerce e os responsáveis por tudo isso. Sem eles não me tornaria a pessoa que sou, muito menos chegaria aonde cheguei. Amo vocês infinitamente!

À minha namorada, Vanessa, por ser meu braço direito, meu incentivo diário e àquela que esteve comigo me apoiando durante todo esse período. Eu te amo!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luís Gustavo Gosuen G. Dias, que desde a graduação tornou-se minha referência, não só profissional, como pessoal. O senhor teve papel fundamental no meu processo de amadurecimento e direcionamento, pois muito mais que cirurgia, os ensinamentos direcionados à vida, foram os mais estimáveis. Meu muito obrigado!

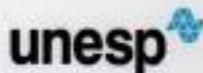
Ao meu irmão, Renato, pelos momentos divididos, ensinamentos, risadas e o dia-a-dia compartilhado. Você foi parte fundamental disso tudo!

Aos professores Bruno Watanabe Minto, Dayvid Vianêis Farias de Lucena e Silvio Henrique de Freitas, por aceitarem os convites para serem membros das bancas avaliadoras da qualificação e/ou doutorado.

Ao companheiro Vinícius, proprietário da Clínica Animais, que nos auxiliou com a realização das tomografias computadorizadas.

A todos os meus companheiros de pós-graduação, graduação e funcionários do Hospital Veterinário da Unesp- Jaboticabal, que estiveram comigo durante esta caminhada e que foram importantes durante todo esse processo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP/2021/03430-2)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal



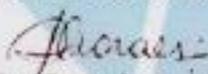
## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "Avaliação radiográfica da efetividade de compressão interfragmentária em fêmures de gato (ex-vivo) com o uso de haste intramedular bloqueada associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente br 10 2018 016021 4) por meio de MINO" protocolo nº 1567/21, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 24 de junho de 2021.

Vigência do Projeto	01/08/2021 a 01/02/2023
Espécie / Linhagem	Gato doméstico ( <i>Felis catus</i> )
Nº de animais	16
Peso / Idade	3-4 Kg / Adultos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Animais que vierem naturalmente à óbito por outras causas no Hospital Veterinário da Unesp/Jaboticabal

Jaboticabal, 24 de junho de 2021.

  
**Prof. Dra. Paola Castro Moraes**  
 Vice-Coordenadora – CEUA

**AValiação DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-VIVO) COM O USO DE HIB-AE (HASTE INTRAMEDULAR BLOQUEADA DE ÂNGULO ESTÁVEL) ASSOCIADA A DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA (PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO (OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR)**

**RESUMO** – O presente estudo teve como objetivo avaliar radiograficamente a efetividade da compressão interfragmentária em fêmures de gatos (ex-vivo) com o uso de haste intramedular bloqueada associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente BR 10 2018 016021 4) por meio de osteossíntese minimamente invasiva (MINO). Para tal, utilizaram-se cadáveres de gatos adultos (n=16), dos quais um espécime (n=1) foi direcionado ao ensaio “piloto”, enquanto os restantes (n=15), foram direcionados aos ensaios definitivos. Todos os fêmures foram avaliados por meio de imagens radiográficas, como forma de identificar alterações anatômicas passíveis de exclusão. Após a seleção dos ossos ideais, foram realizadas, também, tomografias computadorizadas, para mensuração do eixo anatômico femoral, dos ângulos anatômicos laterais proximais e distais e do ângulo de anteversão, bilateralmente, previamente ao procedimento cirúrgico. Os animais foram aleatoriamente sorteados em três grupos, com 5 espécimes cada (10 fêmures por grupo) e submetidos à osteotomias transversas (acesso pela face medial da coxa): G1-DP (osteotomia na diáfise femoral proximal de ambos os fêmures); G2-DM (osteotomia diafisária femoral média) e G3-DD (osteotomia femoral diafisária distal). Ato contínuo, os 30 fêmures foram novamente radiografados. Após o planejamento cirúrgico prévio, a haste intramedular bloqueada de ângulo estável (HIB-AE) associada ao Dispositivo 3 (BR 10 2018 016021 4) foi alocada nos fêmures pela técnica de MINO e a compressão interfragmentária foi executada, juntamente com os bloqueios da haste. Posteriormente à implantação das hastes em todos os cadáveres felinos (n=30 fêmures), foram realizadas novas radiografias e novas tomografias computadorizadas, para avaliar a aposição óssea, a efetividade da compressão interfragmentária, o alinhamento alcançado, a disposição dos implantes colocados e comparar estatisticamente os resultados finais dos eixos anatômicos e dos ângulos obtidos, comparados às radiografias prévias à implantação das hastes, observando a presença ou não, de alterações significativas. Os resultados indicaram que todos os gaps mantiveram-se dentro da classificação ideal ou aceitável (entre 0 e 1 mm). Não houve diferença estatística significativa entre os momentos pré e pós-implantação para os AaLDF (ângulo anatômico lateral distal do fêmur). Houve diferença significativa apenas no grupo G2-DM para avaliação do AaLPF (ângulo anatômico lateral proximal do fêmur). Todos os grupos apresentaram diferença estatística significativa em relação ao AAF (ângulo de anteversão femoral). Concluiu-se que o novo modelo de implante foi eficaz quanto à realização de compressão interfragmentária nas linhas transversas realizadas em fêmures de cadáveres de gatos.

**Palavras-chave:** compressão, fratura, gatos, transversa.

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INTERFRAGMENTARY COMPRESSION IN FEMURS OF CATS (EX-VIVO) WITH THE USE OF AS-ILN (ANGLE-STABLE INTERLOCKING NAIL) ASSOCIATED WITH INTERFRAGMENTARY COMPRESSION DEVICE (PATENT BR 10 2018 016021 4) THROUGH MINO (MINIMALLY INVASIVE OSTEOSYNTHESIS)**

**ABSTRACT** – The present study aimed to radiographically evaluate the occurrence of interfragmentary syndrome in femurs of cats (ex-vivo) with the use of a locked intramedullary nail associated with an interfragmentary compression device (patent BR 10 2018 016021 4) through minimally invasive osteosynthesis (MINO). For this purpose, cadavers of adult cats (n=16) were used, of which one specimen (n=1) was directed to the “pilot” test, while the rest (n=15) were directed to the definitive tests. All cases (right and left femurs) were evaluated by means of radiographic images, as a way of identifying anatomical alterations subject to exclusion. After selecting the ideal bones, computed tomography scans were also performed to measure the femoral anatomical axis, the proximal and distal lateral anatomical angles and the anteversion angle, bilaterally, prior to the medical procedure. The animals were randomly drawn into three groups, with 5 specimens each (10 femurs per group) and submitted to transverse osteotomies (access through the medial aspect of the thigh): G1-DP (osteotomy in the proximal femoral diaphysis of both femurs); G2-DM (middle diaphyseal femoral osteotomy) and G3-DD (distal diaphyseal femoral osteotomy). Then, the 30 femurs were radiographed again. After prior surgical planning, the angle stable locked intramedullary nail (AS-ILN) associated with Device 3 (BR 10 2018 016021 4) was placed in the femurs by the MINO technique and interfragmentary compression was performed. After the implantation of the interlocking nails in all feline cadavers (n=30 femurs), new radiographs and new computed tomography scans were taken to evaluate the bone position, the alignment, the achieved, the disposition of the placed implants and to statistically compare the results end points of the anatomical axes and the obtained angles, compared to the radiographs prior to the implantation of the interlocking nails, observing the presence or not of alterations. The results indicated that all gaps remained within the ideal or acceptable classification. There was no statistically significant difference between the pre- and post-implantation moments for the AaLDF (distal lateral anatomical angle of the femur). There was a significant difference only in the G2-DM group for the evaluation of the AaLPF (proximal lateral anatomical angle of the femur). All groups showed a statistically significant difference in relation to the AAF (femoral anteversion angle). It was concluded that the new implant model was effective in terms of performing interfragmentary compression on transverse lines performed on femurs of cat cadavers.

**Keywords:** compression, fracture, cats, transverse.

## **CAPÍTULO 1 – Considerações gerais**

### **Introdução**

As fraturas transversas podem ser classificadas como lesões de alto “strain”, nesse tipo de fratura é preconizado a reconstrução da coluna óssea, com compressão interfragmentária e estabilização rígida, almejando a consolidação direta. Embora a compressão interfragmentária, realizada principalmente por intermédio de placas de compressão dinâmica, possua características positivas, a necessidade de abrir o foco de fratura, prejudicando o “ambiente biológico” é um dos pontos negativos da abordagem.. Com o intuito de minimizar os danos biológicos ao tecido ósseo, foram criadas abordagens minimamente invasivas (MIO – “Minimally Invasive Osteosynthesis”) para correção das fraturas. Com a criação dos conceitos de osteossíntese biológica, a haste intramedular bloqueada (HIB) ganhou importância, tanto na medicina, quanto na veterinária, uma vez que segue os conceitos de preservação do hematoma primordial da fratura, além de possuir vantagens mecânicas, como o posicionamento no eixo neutro do osso e MIA (momento de inércia de área) uniforme devido ao formato cilindro, tornando-a resistente às forças de flexão em todas as direções. No entanto, as hastes disponíveis na medicina veterinária para o tratamento de fraturas são incapazes de gerar compressão interfragmentária, resultando em muitos relatos de insucesso no tratamento de fraturas de alto “strain”. Sendo assim, a compressão interfragmentária com uso de HIB em fraturas de linha transversa se mostra promissora por possibilitar a união das vantagens da osteossíntese mecânica e da biológica.

**Conclusão**

A presente pesquisa concluiu que o novo modelo de haste intramedular de ângulo

estável associada ao dispositivo específico de compressão interfragmentária foi eficaz quanto à capacidade de realizar compressão em fraturas transversas em cadáveres de gatos, independentemente do ponto diafisário acometido. Embora testes mecânicos e clínicos ainda sejam necessários, acredita-se que este novo modelo de implante seja de grande valor à medicina veterinária, uma vez que alia em único procedimento, a eficácia mecânica da haste, os pontos positivos da compressão interfragmentária em fraturas transversas e a preservação do ambiente biológico, por meio da abordagem minimamente invasiva com MINO, acrescentando-se assim, uma nova opção de tratamento para este tipo de fratura.

## Referências

1. Apivatthakakul T, Chiewcharntanakit S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the treatment of the femoral shaft fracture where intramedullary nailing is not indicated. **Int Orthop** 2009; 33:1119-1126.
2. Augat P, Von Rüden C. Evolution of fracture treatment with bone plates. **Injury** 2018; 49: S2-S7.
3. Baki ME, Aldemir C, Duygun F, Doğan A, Kerimoğlu G. Comparison of non-compression and compression interlocking intramedullary nailing in rabbit femoral shaft osteotomy model. **Jt Dis Relat Surg** 2017;. 28: 007-012.
4. Berendsen AD, Olsen BR. Bone development. **Bone** 2015 80:14-18.
5. Bühren V. Kompressionsmarknagelung langer Röhrenknochen. **Der**

**Unfallchirurg** 2000; 103: 708-720.

6. Decamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL. The Elbow Joint. In: **Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair** 2015; 5:360-365.
7. Déjardin LM, Perry KI, Von Pfeil DJ, Guiot LP. Interlocking nails and minimally invasive osteosynthesis. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.** 2020; 50: 67-100.
8. Déjardin LM, Guiot LP, Von Pfeil DJ. Interlocking nails and minimally invasive osteosynthesis. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.** 2012; 935-962.
9. Hay CW, Johnson KA. Interlocking nail fixation of an opening wedge corrective osteotomy for femoral malunion in a dog. **Vet Comp Orthop Traumatol** 1995; 8: 218-221.
10. Högel F, Gerber C, Bühren V, Augat P. Reamed intramedullary nailing of diaphyseal tibial fractures: comparison of compression and non-compression nailing. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery** 2013; 39:73-77.
11. Hudson CC, Pozzi A, Lewis DD. Minimally invasive plate osteosynthesis: applications and techniques in dogs and cats. **Vet Comp Orthop Traumatol** 2009; 22:175-182.
12. Hudson CC, Lewis DD, Pozzi A. Minimally invasive plate osteosynthesis in small animals: radius and ulna fractures. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**

- 2012; 42:983- 996.
13. Johnston SA, Von Pfeil DJF, Déjardin LM, Weh M, Roe S. Internal fracture fixation. In.: Tobias KM, Johnston SA (Eds.) **Veterinary Surgery: Small Animal** 2017; 2:1892-1983.
14. Karaarslan AA, Acar N. The effect of different torque wrenches on rotational stiffness in compressive femoral nails: a biomechanical study. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery** 2018; 44: 97-103.
15. Karakaşlı A., Satoğlu İS, Havitçioğlu H. A new intramedullary sustained dynamic compression nail for the treatment of long bone fractures: a biomechanical study. **Joint Diseases and Related Surgery** 2015; 26: 064-071.
16. König, H. E., & Liebich, H. G. Membros Pélvicos ou Posteriores . In: **Anatomia dos Animais Domésticos:- Texto e Atlas Colorido**. 2016; 232-236.
17. Kim JW, Oh CW, Byun YS, Kim JJ, Park KC. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. **Journal of orthopaedic trauma** 2015; 29:189-194.
18. Mazzocca AD, Deangelis JP, Caputo AE, Browner BD, Mast JW, Mendes, MW. Principles of internal fixation. In.: Browner BD, Jupiter JB, Krettek C, Anderson PA. **Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction** Filadélfia: Saunders 2008; p. 83-141.
19. Minto B, Dias LGGG. **Tratado de ortopedia de cães e gatos**. São Paulo:

MedVet, 2022, 1:134-148

20. Moores AP. Biomechanical basis of bone fracture and fracture repair. In.: Gemmill TJ, Clements DN (Eds.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association 2016; 20-31.
21. Muir P, Johnson KA, Markel MD. Area moment of inertia for comparison of implant cross-sectional geometry and bending stiffness. **Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology** 1995; 8:146-152.
22. Oxley B. A 3-dimensional-printed patient-specific guide system for minimally invasive plate osteosynthesis of a comminuted mid-diaphyseal humeral fracture in a cat. **Veterinary Surgery** 2018; 47: 445-453.
23. Perren SM, Huggler A, Russenberger M, Straumann F, Miller ME, Allgöwer M. A method of measuring the change in compression applied to living cortical bone. **Acta Orthopaedica Scandinavica** 1969; 40:1-63.
24. Petazzoni M, Jaeger GH. **Atlas of clinical goniometry and radiographic measurements of the canine pelvic limb**. Merial 2008.
25. Pettitt R. Principles of fracture fixation. In.: Gemmill TJ, Clements DN (Eds.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association 2016; p. 55-64.
26. Pozzi A, Hudson CC, Gauthier CM; Lewis DD. Retrospective comparison of minimallyinvasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation

- of radius-ulna fractures in dogs. **Veterinary Surgery** 2013; 42:19-27.
27. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria 2020.
28. Seligson D. History of intramedullary nailing. In.: Rommens PM, Hessmann MH (Eds.) **Intramedullary Nailing: A Comprehensive Guide**. Londres: Springer 2015; 3-12.
29. Thakur AJ. Evolution of bone plate. In.: **Thakur AJ Locking Plates: Concepts and Applications**. Nova Delhi: Wolters Kluwer Health 2013; 265-281.
30. Tomczak M, Tomczak E. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences* 2014; 1:19-25.
31. Uthoff HK, Poitras P, Backman DS. Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. **Journal of Orthopaedic Science** 2006; 11:118-126.
32. Vécsei V, Hajdu S, Negrin LL. Intramedullary nailing in fracture treatment: history, science and Küntscher's revolutionary influence in Vienna, Austria. **Injury** 2011; 42: S1-S5
33. Verbruggen JPAM, Sternstein W, Blum J, Rommens PM, Stapert JW. Compression-locked nailing of the humerus: a mechanical analysis. **Acta orthopaedica** 2007; 78:143-150.
34. Xue Z, Jiang C, Hu C, Qin H, Ding H, An Z. Effects of different surgical

- techniques on mid-distal humeral shaft vascularity: open reduction and internal fixation versus minimally invasive plateosteosynthesis. **BMC musculoskeletal disorders** 2016; 17:1-6.
35. Wendelburg KM, Lewis DD, Sereda CW, Reese DJ, Wheeler JI. Use of an interlocking nail-hybrid fixator construct for distal femoral deformity correction in three dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 2011; 24: 236-245.
36. Witte PG, Scott HW. Treatment of lateral patellar luxation in a dog by femoral opening wedge osteotomy using an interlocking nail. **Veterinary Record-English Edition** 2011; 168: 243.
37. Zou J, Zhang W, Zhang C. Comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis with open reduction and internal fixation for treatment of extra-articular distal tibia fractures. **Injury** 2013; 44:1102-1106.