

Análise biomecânica *ex vivo* de dois métodos de osteossíntese de ílio em cães

***Ex vivo* biomechanical analysis of two ilium osteosynthesis methods in dogs**

**Érika Fernanda Villamayor Garcia^{I*} João Eduardo Wallau Schossler^{II}
Daniel Curvello de Mendonça Müller^I Cristiano Gomes^I Gabriele Maria Callegaro Serafini^{III}**

RESUMO

Este trabalho comparou biomecanicamente o uso de um implante ósseo cortical alógeno preservado em mel para a estabilização de osteotomia transversa de ílio em cães, bem como o uso de hemicerclagem de fio de aço isoladamente frente às forças de flexão. Foram testadas bilateralmente 13 pelvis caninas em que um lado foi estabilizado com implante ósseo e o outro com hemicerclagem de fio de aço isoladamente. Os protótipos estabilizados com implante ósseo foram estatisticamente mais resistentes às forças de flexão do que os estabilizados com hemicerclagem de fio de aço usada isoladamente. Os resultados demonstraram que o uso de implante ósseo cortical alógeno é uma alternativa viável para a fixação da osteotomia ilíaca em cães.

Palavras-chave: *pelve, fratura ilíaca, implante ósseo, biomecânica.*

ABSTRACT

This study evaluated the biomechanical use of cortical allografts preserved in honey for the stabilization of transverse osteotomy of ilium in dogs, as well as the use of wire hemicerclage alone against the bending forces. Thirteen canine were tested bilaterally, where one side was stabilized with bone graft and the other with wire hemicerclage alone. The prototypes stabilized with bone graft were statistically more resistant to strength flexion than those wire hemicerclage used alone. The results showed that the use of cortical bone implants is a viable alternative for fixing the iliac osteotomy in dogs.

Key words: *pelvis, iliac fracture, bone implants, biomechanics.*

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 25% de todas as fraturas em cães envolvem a pelve, e 18-46% são fraturas ilíacas (HENRY, 1985; BETTS, 1998). O tratamento conservador pode ser realizado em casos simples em que ocorre deslocamento mínimo dos fragmentos fraturados. Entretanto, quando há deslocamento grave dos fragmentos, estreitamento do canal pélvico e comprometimento do suporte de peso, a fixação cirúrgica é indicada (PAYNE, 1993; PIERMATTEI et al., 2009). Técnicas de fixação ilíaca são dominadas pelo uso de placas, porém outros métodos de fixação podem ser utilizados, tais como pinos, fio de aço, fixação esquelética externa e fixação de parafuso interfragmentário (VANGUNDY et al., 1988).

Os aloenxertos ósseos corticais são biodegradáveis e comumente usados no tratamento de fraturas em mamíferos (AMENDOLA et al., 2008). Eles empregam o osso compacto e denso, com a finalidade de reconstrução e estabilidade mecânica (WEIGEL, 1996). O osso cortical é frequentemente coletado e preservado por questão de conveniência, e também para que seja reduzida a imunogenicidade das células do doador implantadas no hospedeiro (STEVENSON, 1998). As propriedades biomecânicas do enxerto podem ser alteradas pela técnica e pelo

^IPrograma de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: erikavet5@hotmail.com. *Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Clínica de Pequenos Animais, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Curso de Medicina Veterinária, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

tempo de preservação utilizado (DINGEE, 2005; SAMPAIO et al., 2009).

Muitas são as opções utilizadas para a preservação de ossos, entre elas tem-se o congelamento (PHILLIPS et al., 1988), a liofilização (MACEDO et al., 1999), a tintura de iodo a 2% (PINTO JUNIOR, 1995), a glicerina (COSTA 1996), o mel (AMENDOLA et al., 2003; ALIEVI et al., 2007; FERREIRA et al., 2008), entre outras.

O mel vem sendo utilizado como meio de preservação de vários tecidos, como córnea (MOHAN et al., 1981), pele (SUBRAHMANYAM, 1993) e ossos (AMENDOLA et al., 2003; ALIEVI et al., 2007; FERREIRA et al., 2008), que posteriormente são usados como aloenxerto com sucesso.

Testes biomecânicos são utilizados para avaliação da resistência óssea para enxertos (MACEDO et al., 1999; LUCAS et al., 2001; DINGEE, 2005), assim como para avaliação dos dispositivos de fixação em vários tipos de osteossínteses (RAHAL et al., 1998; LANZ et al., 1999; ANDERSON et al., 2002).

Dentro desse contexto, os objetivos deste trabalho foram avaliar o uso de um fragmento de úmero canino preservado em mel como implante ósseo cortical para estabilização de osteotomia transversa de fíio em cães, avaliar o uso de hemicerclagem de fio de aço usada isoladamente para essa mesma finalidade e comparar biomecanicamente a resistência entres esses dois métodos de estabilização de fraturas de fíio em cães frente à força de flexão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas, no setor de Patologia do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Santa Maria, 13 pelves de cães adultos, de ambos os sexos, de várias raças, pesando entre 8 e 60kg, livres de doenças infectocontagiosas. Com uma serra manual, todas as pelves foram divididas em hemipelve direita e esquerda por osteotomia por meio do púbis e ísquio, debridadas de tecidos moles e inspecionadas para assegurar que estavam livres de anormalidades fisiológicas. Em seguida, as hemipelves foram lavadas em água corrente, colocadas em sacos plásticos e congeladas em freezer convencional por um período de no máximo duas semanas. No momento da preparação do teste, as hemipelves foram descongeladas em temperatura ambiente. Em todas as amostras, uma fratura ílaca transversa foi simulada por meio da osteotomia no corpo do fíio com ajuda de uma serra manual.

Foram coletados úmeros de cães que vieram a óbito por causas que não interferiam na integridade

óssea e livre de doenças infectocontagiosas, provenientes do setor de Patologia desta mesma universidade. Os úmeros direito e esquerdo foram coletados de forma não asséptica e tiveram os tecidos moles removidos. Com ajuda de uma serra manual, foram retiradas a epífise proximal e a diáfise imediatamente após a tuberosidade deltoidea (Figura 1A). Foram removidos perióstio e medula óssea. Após lavagem em água corrente, os fragmentos ósseos foram acondicionados em frascos contendo mel da marca Mel® – Qualidade Apismar, produzido a partir de flores silvestres, de forma que ficassem totalmente submersos. Os frascos foram armazenados em temperatura ambiente por um período entre 30 e 228 dias.

No momento do teste, o segmento ósseo foi retirado do mel e lavado em solução fisiológica. Com a ajuda de broca odontológica, retirou-se a cortical da face cranial do segmento, de forma que este ficasse em uma forma de semielipse. Em seguida, restos de medula óssea e osso esponjoso também foram retirados. As pontas ósseas foram cortadas e arredondadas com ajuda de uma lima (Figura 1B).

Com ajuda de um auxiliar, a fratura simulada de uma hemipelve, escolhida aleatoriamente, foi mantida reduzida e alinhada. Em seguida, o implante ósseo foi aplicado na face dorsal do corpo fíio, abraçando as duas extremidades fraturadas. Com uma broca de 1,5 mm, foram feitos dois orifícios paralelos na face lateral do implante ósseo, no centro do implante e a igual distância da linha de osteotomia, bem como no lado oposto, transpassando o corpo do fíio até a face medial do implante. Na sequência, foi inserido um fio de aço inoxidável número 4 através de cada orifício para confecção da hemicerclagem com ajuda de um retorcedor de fio, de modo que o nó ficasse posicionado na face dorsal do implante. (Figura 1C). Na hemipelve contralateral, foi feito um orifício em cada fragmento pélvico, horizontalmente paralelos, onde posteriormente foi aplicado o mesmo fio de aço para confecção de uma hemicerclagem, de modo que o nó ficasse na face lateral do fíio (Figura 1D).

O teste de resistência foi realizado no Laboratório de Materiais da Construção Civil (LMCC) dessa universidade, com emprego de uma prensa de compressão manual da marca Soloteste®. O resultado da resistência de cada método de osteossíntese foi anotado e posteriormente os valores foram convertidos em kgf, por meio da fórmula fornecida pelo setor de Engenharia, conforme $C=C1 \times g$, em que C=carga [Newton], C1=kgf [quilograma força] e g=aceleração da gravidade [$m s^{-2}$]. Foi estabelecido que o momento de interromper a força de flexão e aferir o valor obtido

seria quando a fenda de fratura atingisse a metade do valor da largura do corpo do ílio ou quando aparecesse o primeiro sinal de fissura ou quebra do implante por impactação da carga aplicada. A largura do corpo do ílio de cada hemipelve foi medida com um paquímetro. Para saber a força máxima que cada método poderia suportar, após as aferições estabelecidas, todos os métodos foram testados até a falha total. Os modos de TMLI (tração até a metade da largura do ílio) e falha foram determinados a partir de observações feitas durante o teste e a inspeção de cada amostra. Para ter uma adequada acomodação da hemipelve na prensa e evitar seu deslizamento durante o teste de flexão, foram elaborados dois suportes de madeira em que um deles havia uma fenda com leve inclinação para que a região da asa do ílio se encaixasse corretamente. A aplicação da força foi no sentido dorso-ventral (Figura 1E). Durante os testes, a marcação dos valores obtidos na prensa se deu por meio da observação de um manômetro analógico acoplado nessa prensa.

Os resultados obtidos foram estatisticamente avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e teste F. Os dados foram interpretados, após a transformação em raiz quadrada, pelo programa SAS versão 9.1 (SAS 2003), e o nível crítico de significância foi de 5% ($P > 0,05$). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com 13 repetições.

RESULTADOS

As pelves usadas, independente do tamanho, da idade do doador e do modo de conservação destas, foram adequados para a construção dos protótipos, pois mantiveram rigidez óssea normal, observada ao serrar os ossos para confecção da fratura. Os segmentos ósseos preservados em mel, nos diferentes períodos de preservação, não apresentaram quaisquer sinais de fissuras ou rachaduras, mantendo a rigidez óssea durante o ato de serrar e perfurar.

A preparação do implante ósseo foi de fácil execução, sendo mais trabalhoso o momento da retirada da cortical na face cranial do segmento, demandando um pouco de prática para minimizar o tempo de confecção do segmento. O tamanho do implante ósseo em geral foi o mesmo da hemipelve receptora, ou seja, um implante ósseo retirado de um animal de 20 quilos serviu em uma pelve retirada de um animal do mesmo peso. Observou-se que a face lateral do implante ósseo possui a superfície mais lisa e regular que a medial, apresentando melhor encaixe quando colocado na borda lateral do corpo do ílio. Portanto, o segmento ósseo deve ser colocado com sua

extremidade proximal voltada para o lado do acetábulo da pelve. Isso é de fácil diferenciação, pois a extremidade proximal em geral é mais larga. O tamanho e a configuração do implante ósseo apresentaram relação com a estabilidade da fratura, pois, quanto maior a largura externa e menor o diâmetro interno do osso, melhor foi a estabilidade. Porém, nenhum implante ósseo foi capaz de promover 100% de estabilidade. O afastamento entre os fragmentos ósseos foi de 2mm, em média. O método usando hemicerclagem de fio de aço usada isoladamente foi de fácil execução, necessitando de pouco tempo para sua confecção, promovendo estabilidade à fratura.

A força de flexão necessária para a tração da fenda da fratura até a metade da largura do ílio foi significativamente maior ($P=0,03$) para hemipelves estabilizadas com implante ósseo (média±SD: 16,54±5,29kgf) do que nas hemipelves estabilizadas com hemicerclagem de fio de aço usada isoladamente (média±SD: 12,54±4,01kgf). A força aplicada até a falha foi também estatisticamente maior ($P=0,002$) para as hemipelves estabilizadas com implante ósseo (média±SD: 20,16±7,3kgf) do que nas estabilizadas com hemicerclagem de fio de aço usada isoladamente (média±SD: 12,54±4,01kgf).

Dez das hemipelves estabilizadas com implante ósseo falharam por quebra do implante (Figura 1F), duas falharam por rompimento do osso pela ação do fio de aço até o foco de fratura e uma pela quebra do fio de aço. Nove das hemipelves estabilizadas com hemicerclagem de fio de aço falharam por quebra no nó da hemicerclagem (Figura 1G). Em duas, houve deslocamento acentuado da fenda de fratura sem quebra da hemicerclagem e em duas houve rompimento do osso até o foco de fratura (Figura 1H). Das 13 hemipelves, sete foram fixadas com implante ósseo do lado direito e seis do lado esquerdo, e as hemicerclagens foram fixadas nas hemipelves contralaterais. Não houve diferença estatística com relação ao lado utilizado.

DISCUSSÃO

Fraturas ilíacas são satisfatoriamente estabilizadas por placas e parafusos, tendo como falha o afrouxamento do parafuso, a quebra da placa e a aplicação inadequada do implante (BRESHEARS et al., 2004). O implante ósseo usado neste experimento foi projetado para proporcionar uma alternativa biodegradável na redução anatômica e estabilidade de fraturas ilíacas, e a utilização de hemicerclagem com fio de aço como meio de fixação para essas fraturas foi escolhida para comparação, pois

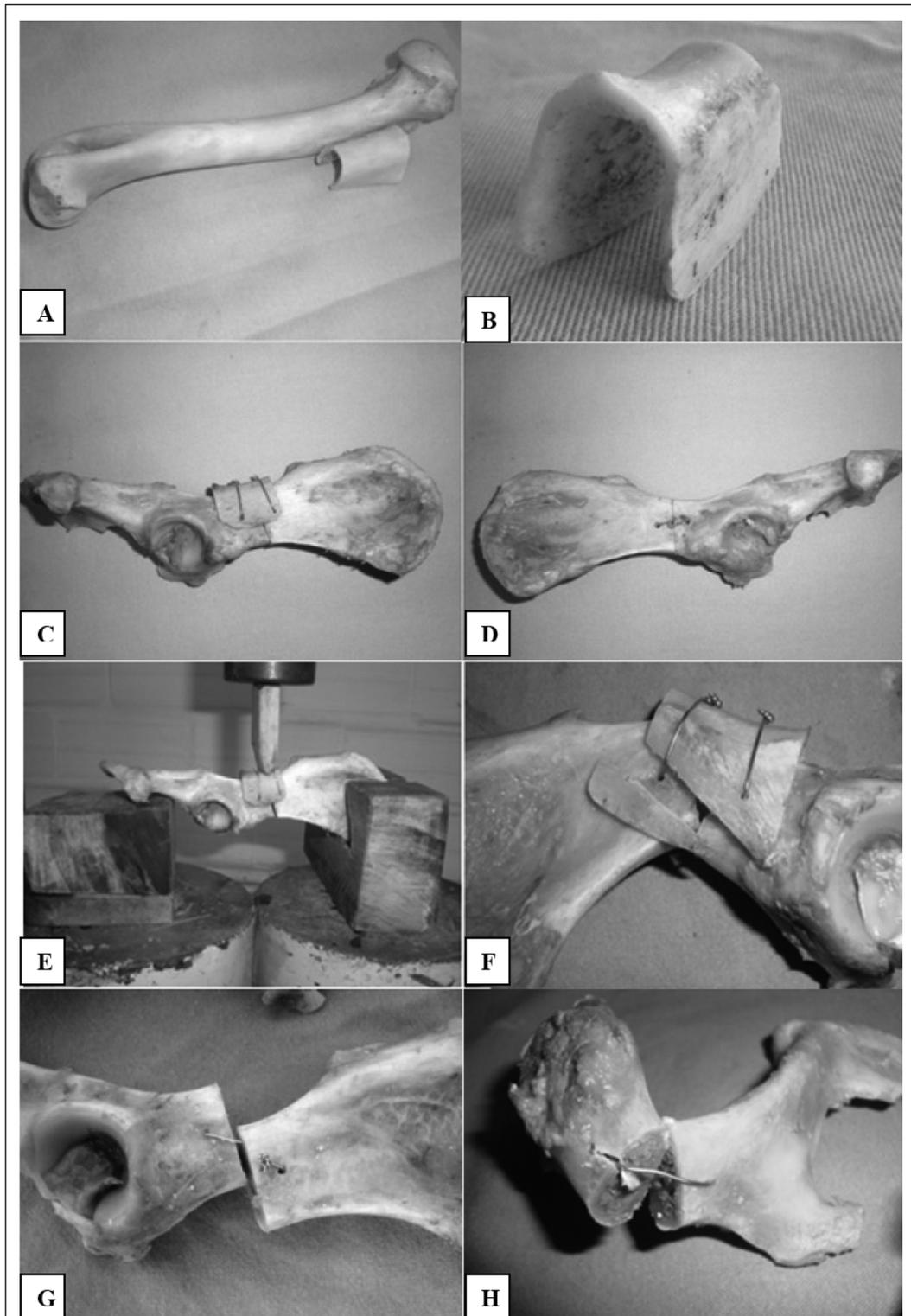


Figura 1 - A - Demonstração do local de secção óssea de úmero canino para confecção do implante ósseo. B - Vista do implante ósseo. C - Aplicação do implante ósseo para estabilização da osteotomia do fliio. D - Aplicação da hemicerclagem de fio de aço para estabilização da osteotomia do fliio. E - Teste de flexão em hemipelve com implante ósseo. F - Falha do implante ósseo. G - Falha do fio de aço com quebra no nó. H - Falha do fio de aço por rompimento do osso até o foco de fratura.

é uma técnica comumente utilizada por ser economicamente mais acessível que a placa com parafusos.

Como os enxertos corticais possuem rigidez e resistência que permitem sua utilização como uma placa de osso no restabelecimento da continuidade óssea (DENNY & BUTTERWORTH, 2006), é importante a escolha do meio de preservação do enxerto ósseo, pois, dependendo do método escolhido, podem ocorrer alterações nas propriedades biomecânicas do osso. A análise da resistência de ossos conservados para utilização futura em implantes é de extrema importância, já que esse material deve proporcionar adequado suporte estrutural (AMENDOLA, 2007).

A utilização do mel como meio de preservação teve como indicativo estudos prévios relatados por AMENDOLA et al. (2003), GAIGA & SCHOSSLER (2003), ALIEVI et al. (2007) e FERREIRA et al. (2008). Estes autores relatam que o mel proporciona um adequado meio de preservação de ossos, pois mantém o grau de rigidez óssea apropriado, reduz a resposta inflamatória, tanto para aloenxertos como para xenoenxertos e mantém os implantes ósseos livres de contaminação.

Teste biomecânico de estruturas de forma irregular, como a pelve, é problemático (VANGUNDY et al., 1988; FITZPATRICK et al., 2008), já que várias fraturas pélvicas recuperam-se sem tratamento cirúrgico e a força e rigidez necessárias de um sistema de fixação ilíaca são desconhecidas (VANGUNDY et al., 1988). Autores têm utilizado comparações similares de rigidez entre sistemas de implantes em pelvis caninas para elucidar as características biomecânicas relativas de vários métodos de fixação (VANGUNDY et al., 1988, STUBBS et al., 1998; LANZ et al., 1999; FITZPATRICK et al., 2008).

A escolha do implante ósseo usado em relação à hemipelve receptora foi baseada no peso aproximado de ambos os ossos e pela inspeção visual. Alguns fatores como altura externa e espessura interna influenciaram a estabilidade da fratura. O osso é um material de natureza biológica e como tal suas propriedades físicas podem variar entre amostras (RHO et al., 1998). Entretanto, por mais alto que fosse o implante e menor fosse a espessura interna, não foi possível alcançar estabilidade da fratura.

A instabilidade foi observada, em geral, como uma fenda de 2mm entre os fragmentos ósseos, proporcionando portanto uma consolidação óssea indireta. Além disso, a região possui um forte suporte muscular, melhorando a estabilidade do método e favorecendo a consolidação. Fraturas pélvicas serão

unidas com menor estabilização rígida do que fraturas de ossos longos, e a restauração do diâmetro do canal pélvico adequado é mais importante do que redução anatômica precisa (BETTS, 1998; FITZPATRICK et al., 2008). A musculatura pélvica abundante oferece suporte mecânico intrínseco e um ambiente que promove união da fratura (PIERMATTEI et al., 2009; FITZPATRICK et al., 2008).

Fios de cerclagem são utilizados para manter a redução de fragmentos da fratura. Para fazer isso com sucesso, eles devem resistir às cargas a que são submetidos no osso fraturado (ROE, 1997). A aplicação da hemicerclagem de fio de aço nos protótipos foi de fácil execução. Porém, *in vivo*, o ato de passar o fio no sentido latero-medial e depois retornar é dificultado pelo rico suporte muscular da região. A redução da fratura utilizando fio de aço proporcionou maior estabilidade em relação ao uso do implante ósseo. Entretanto, essa estabilidade observada *ex vivo* não é a mesma observada *in vivo*, em que frequentemente ocorre deslocamento dos fragmentos ósseos logo após o procedimento cirúrgico, sendo observada até mesmo em radiografias de pós-operatório imediato.

A opção pela aplicação de duas hemicerclagens com o nó voltado para a face dorsal do implante ósseo foi feita para facilitar a aplicação do método, pois a passagem do fio em ambas corticais é feita em uma única vez. Esse fato deverá ser importante quando usado *in vivo*.

De 13 espécimes fixados com implante ósseo, cinco falharam antes de a fenda de fratura atingir metade da largura do fíio, e oito falharam com aplicação máxima da carga. Os modos de falha foram tanto nas faces dorsais, como laterais do implante. Em dois espécimes ocorreu ruptura do osso até o foco de fratura. Isso pode ter ocorrido devido às diferenças naturais das propriedades físicas que cada osso possui (RHO et al., 1998). Um espécime falhou por ruptura do fio de aço. Provavelmente ocorreu fadiga do fio de aço pela manipulação excessiva na hora da confecção do espécime.

Já nos modelos fixados com fio de aço, nove falharam antes de a fenda atingir metade da largura do fíio. Todos esses modelos falharam por ruptura no nó da hemicerclagem. Isto é esperado, pois o nó é o ponto de maior tensão. Em dois modelos, ocorreu ruptura do osso até o foco de fratura. Em dois modelos, após a mensuração da fenda até o limite estipulado, ocorreu deformação excessiva desta, porém sem aumento da carga aplicada. Esse fato pode ser explicado pela diferença de tamanhos entre a hemipelve utilizada no teste e espessura do fio de aço utilizado, pois essa

deformação ocorreu em pelves menores, e a espessura do fio foi a mesma para todas as pelves.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, conclui-se que a fixação de osteotomia ilíaca com o uso de implante ósseo cortical alógeno canino preservado em mel apresenta maior resistência frente à força de flexão em relação ao método utilizando hemicerclagem de fio de aço usada isoladamente.

Recomendam-se estudos experimentais *in vivo* do método proposto para osteossíntese em pelve em cães, antes de ser indicada para a rotina cirúrgica veterinária.

REFERÊNCIAS

- ALIEVI, M.M. et al. Implante ósseo cortical alógeno conservado em mel na reconstrução de falha óssea diafisária em fêmur de cães: avaliação e radiografia. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.450-457, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000200024&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782007000200024.
- AMENDOLA, G.F. et al. Correção de defeito ósseo femoral em cães utilizando implante ósseo cortical homólogo conservado em mel. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v.18, n.4, p.302-307, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502003000400008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 Jul. 2010. doi: 10.1590/S0102-86502003000400008.
- AMENDOLA, G.F. **Aspectos biomecânicos, bacteriológicos e micológicos de diáfises femorais caninas conservadas em glicerina a 98% ou mel**. Santa Maria, 2007. 100f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Maria.
- AMENDOLA, G.F. et al. Aspectos biomecânicos compressivos de diáfises femorais caninas conservadas em glicerina a 98% ou mel. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1341-1345, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000500022&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782008000500022.
- ANDERSON, G.M. et al. The effect of plate luting on reduction accuracy and biomechanics of acetabular osteotomies stabilized with 2.7-mm reconstruction plates. **Veterinary Surgery**, v.31, n.1, p.3-9, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1053/jvet.2002.29459>>. Acesso em: 24 de jul. 2010. doi: 10.1053/jvet.2002.29459.
- BETTS, C.W. Fraturas pélvicas. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1998. V.2, cap.34, p.2094-2112.
- BRESHEARS, L.A. et al. The radiographic evaluation of repaired canine ilial fracture (69 cases). **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.17, n.2, p.64-72, 2004.
- COSTA, J.L.O. **Reconstrução de grande falha óssea com enxerto cortical alógeno conservado em glicerina, fixado com placa e parafusos de aço inoxidável da série 304. Estudo experimental em cães (*Canis familiaris*)**. 1996. 100f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – UNESP, Jaboticabal, SP.
- DINGEE, F. **Análise da influência dos tratamentos de liofilização, esterilização e rehidratação nas propriedades mecânicas do osso cortical bovino**. 2005. 53f. Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- FERREIRA, M.P. et al. Comparação de enxerto ósseo cortical autógeno e implante ósseo cortical alógeno conservado em mel na substituição de segmento diafisário do fêmur de gatos domésticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35., 2008, Gramado. **Anais eletrônicos...** Gramado: CONBRAVET, 2008. Acesso em: 25 jan. 2010. Online. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R0304-1.pdf>>.
- FITZPATRICK, N. et al. A biomechanical comparison of external skeletal fixation and plating for the stabilization of ilial osteotomies in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.21, n.4, p.349-357, 2008.
- GAIGA, L.H.; SCHOSSLER, J.E.W. Osteossíntese de úmero por xenoenxerto ósseo preservado em mel em pombos domésticos (*Columba Livia*). **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.709-715, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000400020&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782003000400020.
- HENRY, W.B. A method of bone plating for repairing iliac and acetabular fractures. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.7, n.11, p.924-940, 1985.
- HOULTON, J.; DYCE, J. Tratamiento de las fracturas pélvicas em perros y gatos. **Waltham Focus**, v.4, n.2, p.17-25, 1994.
- LANZ, O.I. et al. A biomechanical comparison of screw and wire fixation with and without polymethymethacrylate reinforcement for acetabular osteotomy stabilization in dogs. **Veterinary Surgery**, v.28, n.3, p.161-170, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1053/jvet.1999.0161>>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1053/jvet.1999.0161.
- LUCAS, S.S. et al. Avaliação biomecânica de três métodos de conservação de ossos para enxerto. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 6., MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICRUZ, 4., 2001, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2001. DVD.
- MACEDO, C.A.S. et al. Comparação da resistência à compressão do osso bovino congelado e liofilizado. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v.34, n.9/10, p.529-534, 1999.
- MOHAN, M. et al. Preservation of cornea in honey. **Indian Journal of Ophthalmology**, v.28, n.4, p.211-214, 1981.

- PAYNE, J.T. Selecting a method for managing pelvic fractures in dogs and cats. **Veterinary Medicine**, v.88, n.10, p.969-973, 1993.
- PHILLIPS, L. et al. Cortical bone allografts. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.10, n.10, p.1167-1174, 1988.
- PIERMATTEI, D.L. et al. **Ortopedia e tratamento de fraturas de pequenos animais**. 4.ed. Barueri: Manole, 2009. 934p.
- PINTO JUNIOR, H.S. **Utilização de enxerto ósseo cortical homólogo preservado em tintura de iodo a 2% na reparação de fraturas cominutivas de ossos longos em cães**. 1995. 75f. Tese (Doutorado em Cirurgia Veterinária) – Universidade de São Paulo, SP.
- RAHAL, S.C. et al. Métodos de fixação de fraturas mandibulares em cães: resistência mecânica à compressão. **Ciência Rural**, v.28, n.3, p.431-434, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781998000300013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1590/S0103-84781998000300013.
- RHO, J.Y. et al. Mechanical properties and the hierarchical structure of bone. **Medical engineering & Physics**, v.20, n.2, p.92-102, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T9K-3V4P085-2/2/076fe9c52180ec8b2be2e34b40a9b098>>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1016/S1350-4533(98)00007-1.
- ROE, S. Mechanical characteristics and comparisons of cerclage wire: Introduction of the Double-wrap and loop/twist tying methods. **Veterinary Surgery**, v.26, n.4, p.310-316, 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-950X.1997.tb01503.x>>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1111/j.1532-950X.1997.tb01503.x.
- SAMPAIO, R.L. et al. Variação da força de resistência à microtração de fragmentos de ossos corticais preservados e a fresco: estudo experimental em coelhos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, n.4, p.345-352, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2009000400012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1590/S0100-736X2009000400012.
- STEVENSON, S. Enxertos ósseos. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1998. V.2, cap.127, p.2006-2017.
- STUBBS, W.P. et al. A biomechanical evaluation and assessment of the accuracy of reduction of two methods of acetabular osteotomy fixation in dogs. **Veterinary Surgery**, v.27, n.5, p.429-437, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-950X.1998.tb00152.x>>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1111/j.1532-950X.1998.tb00152.x.
- SUBRAHMANYAM, M. Storage of skin grafts in honey. **Lancet**, v.341, n.8836, p.63-64, 1993.
- VANGUNDY, T.E. et al. Mechanical evaluation of two canine iliac fracture fixation systems. **Veterinary Surgery**, v.17, n.6, p.321-327, 1988. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-950X.1988.tb01026.x>>. Acesso em: 24 jul. 2010. doi: 10.1111/j.1532-950X.1988.tb01026.x.
- WEIGEL, J.P. Enxerto ósseo. In: BOJRAB, M.J. **Mecanismos da moléstia na cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1996. Cap.98, p.791-798.