

## Falhas na utilização de poliacetal e poliamida em forma de haste intramedular bloqueada para imobilização de fratura femoral induzida em bovinos jovens

Failures in the use of polyacetal and polyamide in the form of intramedullary interlocking nail for immobilization of induced femoral fracture in young cattle

Odael Spadeto Junior<sup>I,II</sup> Rafael Resende Faleiros<sup>I</sup> Geraldo Eleno Silveira Alves<sup>I</sup>  
Estevam Barbosa de Las Casas<sup>III</sup> Luciano Brito Rodrigues<sup>III,IV</sup> Bruno Zambelli Loiacono<sup>I</sup>  
Fabiane Cassou<sup>I</sup>

### RESUMO

Apesar da expressiva evolução da ortopedia veterinária nos últimos anos, as fraturas de ossos longos em grandes animais são constante desafio para o médico-veterinário. O presente estudo é parte da proposta de desenvolvimento de um sistema de haste intramedular polimérica, de baixo custo e fácil aplicação, para uso em bovinos jovens e neonatos. Os objetivos foram avaliar, in vivo, hastes de poliacetal e poliamida para imobilização de fraturas femorais em bovinos jovens. Cinco bezerras machos foram submetidos à anestesia geral e tiveram os fêmures esquerdos fraturados e, em seguida, imobilizados, utilizando-se uma haste cilíndrica de poliacetal ou poliamida inserida no canal intramedular e bloqueada por quatro parafusos corticais de aço inoxidável, inseridos na diáfise em seu sentido lateral-medial e igualmente distribuídos distal e proximal à linha de fratura. Durante um período de 60 dias pós-cirúrgico, os animais foram avaliados por meio de exames clínicos e radiográficos. Houve fratura em quatro das cinco hastes de poliacetal implantadas pela primeira vez e em duas das quatro hastes de poliamida que foram implantadas após a quebra das de poliacetal. Todas as falhas ocorreram nas primeiras duas semanas de imobilização. Não foram verificados quaisquer sinais de rejeição aos materiais usados. Os resultados demonstram que as hastes de poliacetal e poliamida não apresentaram resistência suficiente para, de acordo com o modelo proposto, promover imobilização precoce de fraturas de fêmur em bovinos jovens.

**Palavras-chave:** bezerra, haste intramedular, biomaterial, poliacetal, poliamida.

### ABSTRACT

In spite of the expressive development of veterinary orthopedics in the last years, long bone fractures in large animals remains a challenge for veterinary surgeons. This study is part of a proposal for development of a low-cost and easy-to-use polymeric interlocking nail designed to be used in newborns and young cattle. The objectives were to evaluate, in vivo, polyacetal and polyamide nails for immobilization of femoral fractures in calves. Five calves were submitted to general anesthesia and the left femur was fractured and then fixed using polyacetal or polyamide rods (nails) interlocked with four cortical screws (stainless steel) equally applied to the distal and proximal fracture line. In the postoperative period, calves were clinically assessed during 60 days by clinical and radiographic exams. Fractures occurred in four of the five polyacetal nails implanted in the first time and in two of the four polyamide nails implanted after the polyacetal nail failures. All failures occurred in the first 14 days after implantation. No rejection signs against the polymers were observed. In conclusion, polyacetal and polyamide did not have enough resistance to be used as intramedullary interlocking nails in this system designed to promote early femoral fractures immobilization in young calves.

**Key words:** calf, intramedullary interlocking nail, biomaterial, polyacetal, polyamide.

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Av. Antonio Carlos, 6627, 30123-970, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: odaeljr@hotmail.com. Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Hospital Veterinário, Centro Universitário de Vila Velha (UVV), Vila Velha, ES, Brasil.

<sup>III</sup>Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>IV</sup>Departamento de Tecnologia Rural e Animal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Nos bovinos, as fraturas de ossos longos ocorrem com relativa frequência (CRAWFORD & FRETZ, 1985; TROSTLE & MARKEL, 1996), sendo traduzidas em perdas econômicas significativas, tanto para pecuária leiteira, como para a destinada à produção de carne. O valor do animal é o principal ponto a ser analisado em animais de produção e, na maioria das vezes, opta-se por eutanásia em razão dos custos elevados implicados na redução e fixação de fraturas e cuidados pós-operatórios desses animais (MARTINS et al., 2001). Contudo, com o grande avanço de técnicas de reprodução aliadas à seleção genética de bovinos, principalmente os zebuínos, pode-se observar, no cenário nacional, animais de alto valor econômico, o que muda esse paradigma e motiva o cirurgião de animais de grande porte a atuar de maneira efetiva quando se depara com as fraturas de ossos longos.

Dentre as fraturas de ossos longos, destacam-se as que ocorrem em bovinos lactentes, muitas vezes vitimados por pisoteio da mãe. Essa situação tem se mostrado mais comumente em casos oriundos de transferência de embriões, quando receptora e cria permanecem estabuladas no pós-parto. A imobilização de fraturas, nesses casos, possui ainda outro agravante, pois a fina espessura da cortical dos ossos longos jovens não favorece a aplicação de placas ortopédicas, tratamento de escolha para fraturas em ossos longos.

Estudos prévios, realizados na Universidade Federal de Minas Gerais, determinaram que fraturas de úmero em bovinos jovens podem ser tratadas com sucesso usando um sistema em forma haste intramedular bloqueada (DE MARVAL, 2006).

Hastes intramedulares confeccionadas com aço inoxidável ou titânio têm sido amplamente utilizadas na imobilização de fraturas de ossos longos em humanos (BHAT et al., 2006), bem como em animais domésticos como cães (GIORDANO et al., 2006) e gatos (ROMANO et al., 2008). Essa técnica possui a vantagem de, ao mesmo tempo, atuar ao longo do eixo mecânico central do osso e impedir movimentos de rotação que impedem a adequada cicatrização, além de preservar os conceitos de padrões biológicos de osteossíntese (ROMANO et al., 2008). Contudo, podem produzir complicações como não união ou união retardada, quebra da haste ou dos parafusos, erros de bloqueio dos parafusos, infecções, neuropraxias, formações de pseudoartroses e contraturas musculares (GIORDANO et al., 2006). Estudos retrospectivos têm demonstrado falhas estruturais em 5% das hastas implantadas em humanos (BHAT et al., 2006).

No estudo de bovinos, DE MARVAL (2006) adaptou a técnica consagrada de haste intramedular bloqueada de humanos para bovinos, utilizando um tarugo de polipropileno, um polímero de baixo custo, como haste intramedular, a fim de facilitar a confecção e aplicação do implante.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, *in vivo*, hastas de poliacetal e a poliamida em forma de haste intramedular bloqueada para imobilização de fraturas de fêmur em bovinos jovens. O polipropileno não foi utilizado, pois estudos *ex vivo* sugeriram que o polipropileno não teria resistência suficiente para suportar as cargas mecânicas impostas ao fêmur bovino (SPADETO JR et al., 2008). Hastas de poliacetal e poliamida já haviam sido utilizadas com sucesso no tratamento de fratura experimental de tíbia em coelhos (BROWN & MAYOR, 1980).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados cinco bezerros machos, puro sangue da raça Holandesa, pesando em média ( $\pm$  desvio padrão)  $88 \pm 7$ kg, com idade entre 85 e 100 dias de vida, oriundos de uma única propriedade, localizada no Município de Inhaúma – Minas Gerais. Após realização de exames clínicos e hematológicos de rotina, esses animais foram mantidos por um período de 15 dias em regime alimentar padronizado à base de ração, com de 16% de proteína bruta, sendo alimentados com um kg, duas vezes ao dia, mais feno de Tifton (*Cynodon dactylon*) e água à vontade.

Após 24 horas de jejum, os animais foram pré-medicados com cloridrato de xilazina 2% ( $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ , IM), foi realizada a anestesia geral induzida com cloridrato de cetamina 10% ( $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , IV) e mantida com isoflurano volatilizado em oxigênio por um vaporizador termo-compensável em circuito semifechado conectado à sonda orotraqueal. Antes da recuperação da anestesia e em intervalos de 12 horas, foi administrado cloridrato de tramadol ( $1 \text{ mg kg}^{-1}$ , IM), por um período de três dias, seguindo protocolo descrito por DE MARVAL (2006).

Sob anestesia geral, com o bezerro em decúbito lateral direito, foi realizada uma incisão de pele linear que se iniciava caudalmente ao trocânter maior do fêmur esquerdo e se estendia até o epicôndilo lateral. Em seguida, foi feito um plano de dissecação paralelo à borda cranial do biceps femoral e ao tensor da fáscia lata. Abaixo dessas estruturas encontrava-se o músculo vasto lateral, que foi rebatido para exposição da diáfise do fêmur, seguindo técnica descrita por TROSTLE et al. (1995).

Após a exposição do fêmur, foi induzida uma fratura na diáfise, na transição entre os terços proximal e médio, de forma oblíqua. A secção do osso foi realizada em sentido crânio-proximal para caudo-distal com fio serra Gigle, em um ângulo de aproximadamente 40 graus em relação ao eixo longitudinal do osso (TROSTLE & MARKEL, 1996), sendo o ponto inicial de corte localizado 3,0cm distalmente ao trocânter maior em sua face lateral.

A fratura foi imediatamente reduzida e imobilizada pela introdução retrógrada da haste de poliacetal (tarugo de poliacetal<sup>®</sup>) de 12mm de diâmetro (autoclavada durante 30min a 134°C), após a fresagem do canal medular com auxílio de uma broca de aço de mesmo diâmetro, de forma semelhante ao previamente descrito para o úmero (DE MARVAL, 2006). Essa abertura foi realizada na extensão do canal medular, tanto no fragmento distal, como no proximal, estendendo-se até criar um orifício na fossa trocântérica. Após colocação retrógrada da haste, sua extremidade foi identificada por palpação, e a pele e a musculatura foram incididas para promover a exposição da haste. A haste então foi inserida no sentido proximal, até que sua extremidade distal ficasse alinhada à fratura. A partir desse momento, as extremidades ósseas fraturadas foram reduzidas, e a haste foi rebatida no sentido distal até alcançar o osso esponjoso.

Para o bloqueio da haste, foram utilizados dois parafusos ósseos corticais de aço inoxidável 4,5mm em cada fragmento, colocados de forma transversal ao eixo do osso e inseridos a partir da face lateral, de forma a fixar a cortical de ambos os lados. Esse procedimento foi realizado após perfuração, tanto da cortical, quanto da haste, sendo usadas broca e furadeira, seguidas do uso de rosqueador. Após o bloqueio, a parte externa da haste, que ficou exposta acima da fossa trocântérica, foi aparada com auxílio do fio serra.

Terminada a fixação da fratura, a musculatura e o tecido subcutâneo das incisões laterais e da região da fossa trocântérica foram aproximados por meio de suturas simples contínuas utilizando fio de poliglicólico n.0. As incisões de pele foram aproximadas usando sutura simples separada com fio de poliamida 0,40mm. Todos os animais receberam cefoquinoma (1,0mg kg<sup>-1</sup>, IM) e fenilbutazona (4,4mg kg<sup>-1</sup>, IV) uma hora antes do procedimento cirúrgico e, em intervalos de 24 horas, por mais quatro dias, seguindo protocolo citado por DE MARVAL (2006).

Em caso de fratura da haste, os animais eram novamente submetidos ao protocolo anestésico, sendo a haste fratura removida e substituída por outra haste de mesmo diâmetro de poliacetal ou de poliamida (tarugo de poliamida 6.6<sup>®</sup>).

Imediatamente após a recuperação anestésica, os animais foram avaliados quanto à capacidade de retorno à posição de estação quadrupedal, deambulação e à presença de sinais de dor e desconforto mediante a palpação e flexão do membro fraturado. Diariamente, foram realizados exames clínicos a fim de monitorar a condição geral de cada animal, a presença e o grau de claudicação, as condições da ferida cirúrgica e os possíveis sinais de dor e desconforto em estação.

Exames radiológicos foram realizados durante o pós-operatório imediato e aos 20, 40, e 60 dias, usando incidência latero-medial (70kV, 30mA). A análise dos achados radiológicos concentrou-se principalmente em verificar a posição adequada dos implantes, a formação do calo ósseo e as possíveis complicações, como desalinhamento da linha de fratura, migração do implante e possível sobreposição das extremidades fraturadas, sinalizando falha da haste e/ou quebra de parafusos.

Nos animais que apresentaram complicações mais severas, como desalinhamento das extremidades ósseas e ou fratura da haste de poliacetal, uma ou duas novas intervenções cirúrgicas, dependendo do caso, foram realizadas para remoção dos implantes danificados e nova fixação óssea com a metodologia descrita anteriormente, sendo utilizado o mesmo material ou poliamida 6,6 como haste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bezerros retornaram movimentos voluntários cerca de 10 minutos após o término da oferta de isoflurano. Sialorreia discreta foi observada no período entre a retirada da sonda orotraqueal e a recuperação da consciência. Todos os animais iniciaram deambulação utilizando o membro com a fratura de fêmur, ainda com grau de claudicação tipo IV, imediatamente depois de adotada a posição de estação. Em geral, a dor no foco de fratura iniciou com grau IV, logo após a primeira semana de pós-operatório, regredindo para grau III, na segunda semana, e grau II, na quarta semana, no bezerro que não apresentou falha na haste inicial (bezerro 31). Nos casos onde houve falha da haste e os animais foram submetidos na nova intervenção, o grau de dor retornava a IV, e a melhora iniciava na semana seguinte.

Durante o período experimental, os bezerros apresentaram ganho médio de peso correspondente a 50,7% do peso inicial. Isso mostra que as condições de bem-estar oferecidas foram adequadas.

A técnica cirúrgica para acesso e exposição do fêmur se mostrou de fácil execução. A cirurgia para

aplicação do implante foi realizada sem grandes complicações, e as intervenções posteriores mostraram que os parafusos foram inseridos corretamente no centro ou em local próximo ao centro da haste. Contudo, não foi possível seccionar a haste rente à fossa trocântérica, havendo uma sobra de aproximadamente 4cm em todos os casos.

Conforme verificado na tabela 1, das cinco hastes de poliacetal implantadas pela primeira vez, quatro hastes foram fraturadas aos três, seis e 11 dias após a cirurgia. Em dois animais que tiveram o mesmo material reimplantado, novas fraturas ocorreram três e nove dias após a segunda cirurgia. Quatro animais tiveram a poliamida implantada, dois após terem uma haste de poliacetal fraturada e os outros dois após a fratura da segunda haste de poliacetal. Destes, o bezerro número 30 apresentou fratura da haste de poliamida 14 dias após a terceira cirurgia, e o número 55 apresentou fratura 12 dias após a segunda cirurgia. Para o bezerro 30, o experimento foi interrompido nesse momento e o animal foi submetido à eutanásia por questões referentes ao seu bem-estar; o bezerro 55, em razão das boas condições clínicas e da estabilidade da fratura, foi mantido vivo, sem a necessidade de nova cirurgia.

Em todos os casos, a fratura ocorreu na região do orifício da haste, na interface haste-parafuso próxima à linha de fratura. Das rupturas verificadas nas hastes de poliacetal, três ocorreram no local de inserção do parafuso distal do fragmento proximal do fêmur, e

duas ocorreram no local de inserção do parafuso proximal do fragmento distal da fratura, mostrando que esses pontos sofreram maior sobrecarga de forças na região próxima da linha da fratura.

Apesar da diferença de conformação estrutural, da posição anatômica e das forças biomecânicas impostas sobre o úmero e o fêmur, esses resultados são, de certa forma, inesperados quando comparados aos resultados de DE MARVAL (2006), que utilizou com sucesso o polipropileno, um polímero de menor resistência, como haste intramedular, usando o mesmo modelo para redução de fraturas de úmero. Em simulações prévias, usando fêmures de bovinos jovens em teste *ex vivo*, em máquinas de ensaio, tanto o poliacetal, quanto a poliamida 6.6, apresentaram resultados superiores ao polipropileno (SPADETO JR et al., 2008; RODRIGUES, 2008).

A ocorrência das fraturas das hastes no local dos orifícios para inserção dos parafusos ocorreu de forma similar ao observado nos testes de flexão *ex vivo*, realizados previamente em máquina universal de ensaios (SPADETO JR et al., 2008). Esse local também condiz com o que foi relatado por DE MARVAL (2006), após ter realizado a osteossíntese de cinco úmeros de bezerros com a técnica de hastes bloqueadas confeccionadas com polipropileno, que também observou quebra de uma das hastes no local de inserção do parafuso distal do fragmento proximal. TROSTLE et al. (1995), em estudo biomecânico *ex vivo*

Tabela 1 - Procedimentos cirúrgicos realizados para imobilização de fratura femoral induzida em bovinos jovens por meio de inserção de haste intramedular bloqueada. Foram observadas informações sobre possíveis repetições no procedimento (em razão da falha no implante utilizado), sobre o intervalo entre o dia do procedimento e o dia da indução da fratura óssea e sobre o material utilizado na confecção da haste em cada uma das intervenções.

Bezerro		-----Procedimento cirúrgico-----			
		1º	2º	3º	4º
1	Intervalo para a fratura óssea (dias)	0	6	-	-
	Material da haste	Poliacetal	Poliamida		
30	Intervalo para a fratura óssea (dias)	0	3	6	20
	Material da haste	Poliacetal	Poliacetal	Poliamida	#
31	Intervalo para a fratura óssea (dias)	0	-	-	-
	Material da haste	Poliacetal			
39	Intervalo para a fratura óssea (dias)	0	3	12	-
	Material da haste	Poliacetal	Poliacetal	Poliamida	
55	Intervalo para a fratura óssea (dias)	0	11	-	-
	Material da haste	Poliacetal	Poliamida		

# Eutanásia.

com fêmures de bezerros osteotomizados para comparar a resistência mecânica de hastes metálicas cilíndricas e hastes sólidas, revelaram que o ponto de enfraquecimento da haste cilíndrica foi localizado na inserção dos parafusos próximos à linha de fratura. Na medicina humana, ROBERT et al. (1988), após analisarem 133 casos de complicações pós-operatórias relacionadas à utilização de hastes intramedulares em fraturas de fêmur, também relataram falha dos parafusos próximos à linha de fratura como sendo o principal problema na utilização desse tipo de implante.

Os parafusos de 4,5mm foram resistentes às tensões impostas a eles, uma vez que não foram verificadas fraturas ou deformações. DE MARVAL (2006) utilizou parafusos de 3,5mm de diâmetros para redução de fraturas de úmeros em bezerros com haste confeccionada com polipropileno e observou quebra dos parafusos de 3,5mm, que foram substituídos por parafusos de 4,5mm, sem posteriores complicações. Por outro lado, as perfurações fora do centro da haste e o uso do parafuso de 4,5mm (em comparação com o de 3,5mm) podem ter contribuído para a fragilização das hastes utilizadas. Essas observações também foram feitas por DE MARVAL (2006), quando esse autor reduziu fraturas transversas de úmeros em bezerros com hastes confeccionadas com polipropileno. Nos testes biomecânicos *ex vivo* realizados com fêmures de bezerros por TROSTLE et al. (1995), com a comparação das hastes metálicas cilíndricas e das hastes metálicas sólidas, os autores utilizaram parafusos com 5,5mm e, após submetem a testes de torção e compressão crânio-caudal, observaram que os parafusos nesse diâmetro promovem danos à cortical óssea sem sofrer modificações estruturais. Além disso, esses mesmos autores indicaram falha da haste cilíndrica no ponto de inserção do parafuso próximo à linha de fratura.

Para minimizar a fragilização da haste no momento da inserção do parafuso e evitar a descentralização do orifício na haste polimérica, o desenvolvimento de um gabarito para guiar a broca no momento da perfuração, conforme sugerido por DE MARVAL (2006), poderá ser bastante útil.

Além da relativa fragilidade dos materiais poliméricos quando comparados aos materiais metálicos, outros fatores podem estar envolvidos na falha das hastes. O diâmetro da haste ocupou aproximadamente 70% do canal medular nas regiões proximal e distal do fêmur. O fato de essas regiões estarem localizadas onde o canal medular possui maior diâmetro pode ser o motivo que dificultou o contato da haste e do endósteo, permitindo a mobilidade do implante no momento das perfurações, o que justificaria

as perfurações em sua periferia e isso poderia favorecer as fraturas. De acordo com STIFFLER (2004), o sistema de bloqueio permite que o diâmetro das hastes intramedulares possa ser igual a ou 1mm menor que o diâmetro do canal medular, sem que isso comprometa a estabilização da fratura.

Fêmures de bezerros possuem pouca densidade óssea (TROSTLE et al., 1995; DE MARVAL, 2006; RODRIGUES, 2008) e esse fato pode ser um agravante no prognóstico dos tratamentos cirúrgicos (TROSTLE et al., 1995). O bezerro de n. 39, que teve a haste de poliacetal quebrada por duas vezes, foi submetido a novo procedimento cirúrgico com a colocação de uma haste intramedular confeccionada com poliamida e, no momento da remoção da haste danificada, foi observada uma fissura no fêmur, no local de inserção do parafuso distal do fragmento proximal. Para evitar maior fragilização do osso, a haste foi substituída e não foi recolocado o parafuso distal nesse fragmento. Ao final de 60 dias do início do experimento, esse bezerro apresentava encurtamento no membro fraturado, com hiperextensão da articulação metatarsalofalangeana do membro contralateral.

No momento da transição da posição de decúbito para a posição de estação e da posição de estação para a de decúbito, os bezerros submetem as hastes intramedulares a forças mecânicas extras e isso pode ter influenciado negativamente as hastes. Em seis ocasiões, as fraturas parecem ter ocorrido no sentido cranial, o que indica a presença de forças de flexão no fêmur, provavelmente imposta pelos movimentos citados anteriormente, as possíveis forças na articulação fêmoro-tíbio-patelar e o próprio posicionamento anatômico do fêmur (ângulo aproximado de 40° em relação ao solo), posição que possivelmente o submete a forças de flexão.

Apesar da utilização do membro imediatamente após a cirurgia, pôde-se observar atrofia da musculatura da perna operada em todos os animais. Dois (31 e 39) dos cinco bezerros apresentaram hiperextensão do boleto dos membros pélvicos contralaterais; isso ocorreu, provavelmente, pelo rápido ganho de peso desses animais e também pela sobrecarga desses membros numa tentativa de adotar posição de conforto durante a alimentação. O crescimento rápido, associado ao ganho de peso que os animais tiveram durante o experimento, pode ter sido um fator que contribuiu diretamente para a ocorrência das falhas nas hastes de poliacetal e poliamida. Esse parâmetro deve ter maior atenção em estudos futuros.

Outro fator que pode ter contribuído para o aparecimento dessas alterações nesses animais é o encurtamento dos membros que tiveram o fêmur

fraturado. Esse encurtamento também é citado na literatura humana, principalmente em fraturas cominutivas (BELANGEO et al., 1994; FERNANDES et al., 1997; ROSSETTI et al., 1997) e por DE MARVAL (2006), no seu trabalho com osteossíntese em úmeros de bezerras.

## CONCLUSÕES

As hastes de poliacetal e poliamida não apresentaram resistência suficiente para, de acordo com o modelo proposto, promover imobilização precoce de fraturas de fêmur em bovinos jovens.

## AGRADECIMENTO E APRESENTAÇÃO

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) E Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto.

O presente trabalho é parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, Odael Spadeto Junior.

## COMITÊ DE ÉTICA

Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG (protocolos 145/04 e 136/09).

## FONTES DE AQUISIÇÃO

a - Maxibor do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## REFERÊNCIAS

- BELANGEO, W.D. et al. Fraturas diafisárias do fêmur: estudo comparativo entre os métodos de Kuntscher e de Ender. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v.29, n.7, p.510-518, 1994. Disponível em: <[http://www.rbo.org.br/pdf/1994\\_jul\\_10.pdf](http://www.rbo.org.br/pdf/1994_jul_10.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- BHAT, A.K. et al. Mechanical failure in intramedullary interlocking nails. **Journal of Orthopaedic Surgery**, v.14, n.2, p.138-141, 2006. Disponível em: <<http://www.josonline.org/pdf/v14i2p138.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- BROWN, S.A.; MAYOR, M.B. Intramedullary nailing with metals and plastics. In: UHTHOFF, H.K.; STAHL, E. (Eds). **Current concepts of internal fixation of fractures**. Berlin: Springer Verlag, 1980. p.423-428.
- CRAWFORD, W.H.; FRETZ, P.B. Long bone fractures in large animals A retrospective study. **Veterinary Surgery**, v.14, n.4, p.295-302, 1985. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/119852065/abstract>>. Acesso em: 01 jun. 2009. doi: 10.1111/j.1532-950X.1985.tb00889.x.
- DE MARVAL, C.A. **Estudo ex vivo e in vivo de polímero biocompatível como material alternativo na confecção de haste bloqueada para redução de fraturas em úmeros de bezerras**. 2006. 54f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- FERNANDES, H.J.A. et al. Tratamento de fraturas diafisárias instáveis do fêmur com haste intramedular bloqueada. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v.32, n.6, p.418-424, 1997. Disponível em: <[http://www.rbo.org.br/pdf/1997\\_jun\\_11.pdf](http://www.rbo.org.br/pdf/1997_jun_11.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- GIORDANO, P.P. et al. Haste intramedular bloqueada modificada aplicada ao fêmur. Estudo clínico e experimental em cães. **Ars Veterinaria**, v.22, p.184-191, 2006. Disponível em: <<http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/viewFile/102/90>>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- MARTINS, E.A.N. et al. Gesso sintético e pinos transcorticais na redução de fratura de tíbia em uma bezerra. **Ciência Rural**, v.31, p.145-148, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v31n1/a24v31n1.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2009. doi: 10.1590/S0103-84782001000100024.
- ROBERT, J. et al. Intramedullary nailing of femoral shaft fracture. Part I: decision-making errors with interlocking fixation. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v.70, n.10, p.1441-1452, 1988. Disponível em: <http://www.ejbs.org/cgi/reprint/70/10/1441>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- RODRIGUES, L.B. **Análise computacional e ex vivo de uma técnica de redução de fraturas para ossos longo de grandes animais**. 2008. 206f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, MG.
- ROMANO, L. et al. Avaliação do uso de haste bloqueada e bloqueio transcortical no reparo de fraturas diafisárias de fêmur em felinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.28, n.4, p.201-206, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v28n4/v28n4a02.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2009. doi: 10.1590/S0100-736X2008000400002.
- ROSSETTI, A.C. et al. Tratamento das fraturas complexas da diáfise femoral com "Interlocking nail". **Revista Brasileira de Ortopedia**, v.32, n.6, p.453-457, 1997. Disponível em: <[http://www.rbo.org.br/pdf/1997\\_jun\\_13.pdf](http://www.rbo.org.br/pdf/1997_jun_13.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- SPADETO JR, O. et al. Comparação ex vivo por testes mecânicos de hastes de poliamida, poliacetal, polipropileno, utilizadas para redução de fraturas em fêmur de bezerras pela técnica de haste intramedular bloqueada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIRURGIA E ANESTESIOLOGIA DE MEDICINA VETERINÁRIA, 8., 2008, Recife, PE. **Anais... Recife: Conselho Regional de Medicina Veterinária de Pernambuco**, 2008. V.1. 480p. p.114.
- STIFFLER, K.S. Internal fracture fixation. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.19, n.3, 105-113, 2004.
- TROSTLE, S.S.; MARKEL, M.D. Fractures of the femur. **Veterinary clinics of North America: Food animal practice**, v.12, n.1, p.169-180, 1996.
- TROSTLE, S.S. et al. In vitro biomechanical comparison of solid and tubular interlocking nails in neonatal bovine femurs. **Veterinary Surgery**, v.24, n.3, p.235-243, 1995. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/119834684/abstract>>. Acesso em 01 jun. 2009. doi: 10.1111/j.1532-950X.1995.tb01324.x.