

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**SUBPRODUTOS DA FRESAGEM INTRAMEDULAR
FEMORAL OU OSSO ESPONJOSO AUTÓGENO NA
OSTEOSÍNTESE FEMORAL COM HASTES
BLOQUEADAS EM CÃES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Fernanda Souza Barbosa da Silva

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**SUBPRODUTOS DA FRESAGEM FEMORAL OU OSSO
ESPONJOSO AUTÓGENO NA OSTEOSSÍNTESE FEMORAL
COM HASTES BLOQUEADAS EM CÃES**

por

Fernanda Souza Barbosa da Silva

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

Orientador: Prof. Dr. Alceu Gaspar Raiser

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**SUBPRODUTOS DA FRESAGEM FEMORAL OU OSSO ESPONJOSO
AUTÓGENO NA OSTEOSSÍNTESE FEMORAL COM HASTES
BLOQUEADAS EM CÃES**

elaborada por
Fernanda Souza Barbosa da Silva

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

COMISSÃO AVALIADORA:

Alceu Gaspar Raiser, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Émerson Antônio Contesini, Dr. (UFRGS)

Flavio Desessards De La Corte, PhD (UFSM)

Santa Maria, 23 de fevereiro de 2012.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me possibilitar a alegria da vida e saúde para lutar por meus objetivos.

Ao meu pai João Luis, e minha mãe Liane, faço os mais sinceros agradecimentos por todo o amor, carinho, amizade e sacrifício através do qual me possibilitaram estar aqui e completar mais essa etapa. Vocês são exemplos de amor à família, sem vocês não sou nada.

Ao meu noivo Rafael, por ser meu companheiro, incentivador, pelo exemplo de profissional que é, por me ajudar, de várias formas, para que essa etapa de minha vida pudesse ser vencida.

Ao professor e orientador Dr. Alceu Gaspar Raiser, pelos ensinamentos transmitidos, por ser um exemplo profissional e pessoal a ser seguido. Por transmitir tranquilidade e segurança, por ser vigoroso nos momentos necessários e pela enorme colaboração à minha formação profissional.

Aos professores Dr. Alexandre Mazzanti e Ney Luis Pippi, sempre presentes nos momentos necessários.

À professora Carmen de Godoy e a residente Aline, pela avaliação das radiografias.

Aos amigos Larissa, Fabiano, Tiagão, Maurício, Rogério, Paula, Daniel, Rosmarini, Paulo, Maicon, Chaiane pelo companheirismo nesta etapa tão importante e aos demais colegas da pós-graduação.

À Fernanda, Jaine e Renata, estagiários e responsáveis pelos cuidados aos animais desta pesquisa.

Ao CNPq pela disponibilização da bolsa de estudos, a Universidade Federal de Santa Maria e ao Laboratório de Cirurgia Experimental.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

SUBPRODUTOS DA FRESAGEM FEMORAL OU OSSO ESPONJOSO AUTÓGENO NA OSTEOSSÍNTESE FEMORAL COM HASTES BLOQUEADAS EM CÃES

AUTOR: FERNANDA SOUZA BARBOSA DA SILVA
ORIENTADOR: DR. ALCEU GASPAR RAISER
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 23 de fevereiro de 2012.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a técnica de hastes bloqueadas na osteossíntese de fraturas femorais em cães e avaliar o uso de subprodutos da fresagem intramedular femoral como adjuvante na cicatrização óssea. Foram utilizados 12 cães, pesando entre 15 e 18 kg, distribuídos aleatoriamente em três grupos iguais de acordo com o tipo de enxerto utilizado no foco da fratura, denominados de I (controle – não tratado), II (subprodutos da fresagem intramedular femoral) e III (osso esponjoso autógeno). Foi realizada osteotomia transversa na porção média da diáfise femoral e posterior osteossíntese com hastes bloqueadas. Após realizou-se a enxertia de subprodutos da fresagem intramedular ou de osso esponjoso autógeno em quantidade suficiente para preencher a superfície do foco da fratura. Para comparar o desempenho dos grupos tratados, foram realizadas avaliações radiográficas nos períodos de 15, 30, 60 e 90 dias de pós-operatório (PO), e avaliação clínica da marcha diária até o 7º dia de PO, e após semanalmente até os 60 dias de PO. A análise radiográfica revelou que aos 30 dias de PO a média dos escores de consolidação no grupo que recebeu enxerto dos subprodutos fresagem intramedular foi superior à dos outros grupos. Aos 45 e 60 dias de PO as imagens radiográficas também indicaram a superioridade do Grupo II em relação aos demais grupos. A avaliação clínica deambulatória no 15º dia de PO

evidenciou o melhor desempenho dos cães tratados com enxerto de subprodutos da fresagem femoral, dos quais 75% dos animais encontravam-se em grau V de claudicação. Não foi encontrada diferença estatística entre a enxertia de subprodutos da fresagem intramedular femoral e de osso esponjoso autógeno com relação aos escores de consolidação radiográfica e graus de claudicação, nos diferentes tempos de PO. As hastas bloqueadas foram consideradas um método eficiente para a osteossíntese de fraturas femorais diafisárias em cães, não possuindo alterações ou inconvenientes no pós-operatório. O enxerto de subprodutos da fresagem intramedular femoral revelou-se uma opção viável e eficiente de adjuvante cicatricial ósseo em fraturas de ossos longos de cães, recomendando-se sua avaliação na rotina clínica.

Palavras-chave: haste bloqueada, cicatrização; fêmur, cão.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

FEMORAL INTRAMEDULLARY REAMING BYPRODUCTS OR AUTOGENOUS CANCELLOUS BONE IN FEMORAL OSTEOSYNTHESIS WITH INTERLOCKING NAILS IN DOGS

AUTHOR: FERNANDA SOUZA BARBOSA DA SILVA
ADVISOR: DR. ALCEU GASPAR RAISER

Date and local of the defense: Santa Maria, February 23rd 2012.

The aim of this research was to evaluate the interlocking nails technique in femoral fractures in dogs and evaluate the use of femoral intramedullary reaming byproducts as an adjuvant to bone healing. Twelve dogs, weighing between 15 and 18 kg, were randomly distributed in three groups according to the type of graft used in the fracture denominated I (control- untreated), II (the byproducts of femoral intramedullary reaming) and III (autogenous cancellous bone). Transverse osteotomy was performed in the middle portion of the femur and posterior osteosynthesis with interlocking nails. After was carried out the grafting with by-products of intramedullary reaming or autogenous cancellous bone in sufficient quantity to fill the surface of the fracture. In order to compare the performance of the groups treatment were performed radiographic evaluations at 15, 30, 60 and 90 days postoperatively (PO), and clinical evaluation of the daily march up to the 7th postoperative day, and after weekly until the 60th days after surgery. The radiographic analysis revealed that at 30 postoperatively day the mean scores of consolidation in the dogs of the group that received grafts of intramedullary reaming by-products were higher than the other groups. At 45 and 60 postoperative days radiographic images also indicated the superiority of group II in relation to other groups. Clinical evaluation of the march on the 15th postoperative day showed the best

performance of the dogs treated with grafting of femoral reaming by-products. 75% of these animals were in grade V of lameness. There was no statistical difference between the grafting of femoral intramedullary reaming byproducts and autogenous cancellous bone in relation to radiographic consolidation scores and degrees of lameness, at different times after surgery. The interlocking nails were considered an efficient method for osteosynthesis of femoral diaphyseal fractures in dogs, without alterations or inconvenience in postoperative period. The grafting of femoral intramedullary reaming byproducts proved to be a viable and effective adjuvant in healing bone fractures of long bones of dogs and we recommend this technique to be evaluated in dogs from traumatic fractures.

Key words: interlocking nail, healing, femur, dog.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral e osso esponjoso autógeno na osteossíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Escores quantitativos para a avaliação da impressão global da consolidação.....	3
	4
TABELA 2 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral e osso esponjoso autógeno na osteossíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Avaliação clínica deambulatoria em graus de claudicação, conforme descrito por Tudury & Raiser (1995).....	3
	5

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Fluxograma da distribuição dos três grupos conforme o tipo de tratamento realizado..... 2
- FIGURA 2 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. A. Córtex ósseo sendo removido com um osteótomo e martelo ortopédico. B. Colheita de osso esponjoso com auxílio de uma cureta C. Osso esponjoso obtido após colheita. D. Esponja de colágeno (*) colocada sobre o enxerto de osso esponjoso..... 3
- FIGURA 3 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. A. Córtex do osso sendo removido com um osteótomo e martelo ortopédico. B. Colheita de osso esponjoso com auxílio de uma cureta. C. Osso esponjoso obtido após colheita. D. Esponja de colágeno (*) colocada sobre o enxerto de osso esponjoso..... 3
- FIGURA 4 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. A. Imagem radiográfica do pós-operatório imediato na incidência ântero-posterior (AP) do membro operado. B. Imagem radiográfica do pós-operatório imediato na incidência médio-lateral (ML) do membro operado..... 3
- FIGURA 5 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Imagem radiográfica demonstrando orifício distal da haste não bloqueado

(seta).....	3
	9
FIGURA 6 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Imagem radiográfica evidenciando envergadura do parafuso proximal (seta).....	4
	1
FIGURA 7 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Valores médios dos escores de consolidação radiográfica dos três grupos experimentais, aos 15, 30, 45 e 60 dias de pós-operatório.....	4
	4
FIGURA 8 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Imagem radiográfica dos 30 dias de pós-operatório dos grupos I (A), II (B) e III (C), evidenciando a maior formação de calo ósseo no grupo II (seta).....	4
	5
FIGURA 9 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Valores médios dos graus de claudicação dos três grupos experimentais, aos 7, 15, 30 e 60 dias de pós-operatório.....	4
	7

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Ficha para avaliação clínica da marcha realizada pelo observador.....	57
ANEXO 2 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Escores consolidação radiográfica aos 15, 30, 45 e 60 dias de pós-operatório.....	58
ANEXO 3 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Progressão para os diferentes graus de claudicação observados no membro pélvico dos cães nos diferentes grupos avaliados, segundo Tudury e Raiser (1985).....	59

SUMÁRIO

RESUMO	Vi
ABSTRACT	Viii
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	Xi
LISTA DE ANEXOS	Xiv
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Osteosíntese com Hastes bloqueadas	16
2.2 Fresagem intramedular e hastes bloqueadas	18
2.3 Enxerto esponjoso autógeno	19
2.4 Enxertia de subprodutos da fresagem intramedular	20
2.5 Avaliação radiográfica da cicatrização óssea	21
2.6 Avaliação clínica da marcha e deambulação no período pós-operatório	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Animais	24
3.2 Avaliação radiográfica pré-operatória e preparo dos animais	24
3.3 Delineamento experimental	24
3.4 Pré-operatório	24
3.5 Técnica operatória	27
3.5.1 Osteotomia femoral.....	27
3.5.2 Osteosíntese com hastes bloqueadas.....	27
3.5.3 Coleta de osso esponjoso autógeno.....	29
3.5.4 Coleta subprodutos fresagem femoral.....	29
3.6 Pós-operatório	30
3.7 Formas de avaliação	32
3.7.1 Avaliação radiográfica.....	32
3.7.2 Estudo das radiografias digitalizadas.....	33
3.7.3 Avaliação clínica da marcha.....	34
3.8 Análise Estatística	35
3.9 Reabilitação dos animais da pesquisa	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
7 ANEXOS	57

1 INTRODUÇÃO

Apesar do crescente avanço da ortopedia veterinária, as fraturas de ossos longos ainda constituem um dos principais pontos que requerem tratamento ortopédico na medicina veterinária. Estas fraturas usualmente ocorrem devido às injúrias de alto impacto, quedas de locais altos, atropelamentos e feridas por projéteis balísticos. (LARIN et al., 2001).

Seguindo os conceitos de padrões biológicos de osteosíntese utilizados na ortopedia humana, a utilização de hastes bloqueadas tem sido objeto de estudo na medicina veterinária. O uso de hastes bloqueadas além de ser biomecanicamente vantajoso em relação a outras técnicas de imobilização, por atuar ao longo do eixo mecânico central do osso (MOSES et al., 2002), preserva estes conceitos (DUHAUTOIS, 2003). Diversos estudos citam a técnica de hastes bloqueadas por manter o mecanismo biológico de reparação de fraturas, apontando a mesma como a mais vantajosa no tratamento de fraturas diafisárias de ossos longos (WISS et al., 1990; JUBEL et al., 2003; WHITE et al., 2006).

Segundo Millis & Probst (1996) para que ocorra uma consolidação óssea adequada, é necessário haver bom suprimento sanguíneo, adequada redução dos fragmentos e boa estabilização da fratura. No entanto, Carvalho et al. (2004) descrevem que em algumas situações a regeneração óssea não se procede da forma esperada, prolongando o tempo de consolidação e por vezes requerendo o emprego de métodos coadjuvantes para auxiliar a cicatrização. Por este motivo, o emprego de terapias capazes de acelerar o processo de reparação óssea restaurando a função do osso, minimizando os custos e a morbidade do paciente, tem sido alvo incessante de pesquisadores do mundo todo (DOUAT, 2004).

Neste contexto, a utilização do enxerto de osso esponjoso autógeno é amplamente citada, principalmente pelas propriedades de osteoindução, osteocondução e osteogênese do mesmo (JOHNSON, 1995; MARTINEZ & WALKER, 1999). Este tipo de enxertia é descrito também por conter células quiescentes, células

mesenquimais indiferenciadas e osteoblastos ativos, fundamentais no processo cicatricial ósseo (MARTINEZ & WALKER, 1999). Entretanto, sua obtenção pode trazer sérias seqüelas ao paciente como dor local, infecção (FRANCO et al., 2001), aumento no tempo cirúrgico e, às vezes, insuficiente quantidade de enxerto (PIERMATTEI & FLO, 1997).

Na tentativa de evitar os inconvenientes supracitados, surge a utilização dos subprodutos provenientes da fresagem intramedular, normalmente descartados durante o procedimento cirúrgico. Este material é composto por medula óssea, sangue e espículas ósseas, sendo muito semelhante ao osso esponjoso autógeno. Estudos demonstram que apesar do processo de fresagem, as células mantêm sua viabilidade e são capazes de neoformação óssea (FROLKE et al., 2004). Wenisch et al. (2005) citam que as mesmas procedem para a diferenciação osteogênica, bem como para a diferenciação neurogênica, sugerindo que este tipo de enxerto proveniente da fresagem intramedular é uma fonte viável de células tronco. O produto da fresagem intramedular é descrito ainda por conter células “osteoblast-like” viáveis e fatores de crescimento podendo assim atuar como um scaffold osteoindutor natural (GUGALA & GOGOLEWSKI, 2005). Apesar do grande potencial que os subprodutos da fresagem intramedular revelam, são escassos os estudos referentes ao seu emprego como adjuvante na cicatrização de fraturas diafisárias de ossos longos.

Esta pesquisa teve por objetivo comparar a enxertia dos subprodutos da fresagem intramedular femoral, como uma nova opção de adjuvante cicatricial ósseo, com o enxerto autógeno de osso esponjoso na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Avaliou-se, também, o desempenho da técnica de hastes bloqueadas na osteossíntese de fraturas diafisárias femorais. Para tanto, serão realizadas avaliações radiográficas do membro em diferentes tempos de pós-operatório e avaliação clínica da marcha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Osteosíntese com hastes bloqueadas

A fixação intramedular como método de estabilização de fraturas é conhecida e utilizada desde o século XVI, contudo a técnica de hastes bloqueadas foi primeiramente descrita em pacientes humanos no princípio dos anos de 1950, por Modney (ARON, 1995). O uso de hastes bloqueadas (HB) ou “Interlocking Nails” surgiu da tentativa de desenvolver uma técnica que aliasse a facilidade e as vantagens biomecânicas dos pinos intramedulares, com a rigidez e bloqueio das forças atuantes oferecida pelas placas parafusadas (GUPTA, 2001).

Em relação ao uso de fixadores externos, o uso de hastes de IN apresenta vantagens ainda maiores, pois necessita de manejo ambulatorial bem menos freqüente e complexo (DUELAND et al., 1999).

A HB constitui um sistema de hastes intramedulares, derivadas das hastes de Küntscher (DUELAND et al., 1996), com orifícios transversais posicionados em distâncias padronizadas, permitindo, por entre os mesmos, realizar bloqueio dos movimentos rotacionais e axiais, através da colocação de parafusos. Estes parafusos são fixados proximal e distalmente à fratura (MOSES et al., 2002).

O uso de HB além de ser biomecanicamente vantajoso em relação a outras técnicas de imobilização, por atuar ao longo do eixo mecânico central do osso (MOSES et al., 2002), preserva os conceitos de padrões biológicos de osteossíntese (DUHAUTOIS, 2003). Estudos publicados na medicina humana citaram o uso das hastes bloqueadas como forma de manter o mecanismo biológico de reparação de fraturas, apontando a técnica como a mais vantajosa no tratamento de fraturas diafisárias de ossos longos (WISS et al., 1990; JUBEL et al., 2003; WHITE et al., 2006).

As hastes de IN podem ser implantadas através de acessos cirúrgicos menores do que as placas ósseas convencionais, minimizando assim a manipulação e incisão de tecidos moles adjacentes, implicando na manutenção da integridade biológica do foco da fratura (SCHMAEDECKE et al., 2005).

Em 1989 Dueland adaptou o sistema de hastes bloqueadas do IN às necessidades da medicina veterinária. O sistema veterinário utiliza um guia acoplado à extremidade proximal da haste intramedular, para a localização exata dos locais de inserção dos parafusos, permitindo sua aplicação sem a necessidade de fluoroscópios, como utilizado na medicina humana (McLAUGHLIN, 1999).

Desde a sua adaptação à medicina veterinária, as hastes bloqueadas já passaram por diversas modificações e já estão em sua terceira geração, que consiste de pinos de 6 ou 8 mm de diâmetro, que podem ser encontrados em cinco diferentes comprimentos, possuindo dois orifícios distais e dois proximais, para bloqueio com parafusos de 2,7 e 3,5 mm de diâmetro (SCHMAEDECKE et al., 2005).

As hastes podem ser inseridas por via normógrada ou retrógrada, e para escolha do tamanho adequado da haste pode-se utilizar um molde específico impresso em filme transparente, colocado sobre o filme radiográfico, ou anteriormente ao procedimento, por exame radiográfico do membro contralateral. A haste a ser escolhida deve preencher todo o comprimento do canal medular e ocupar aproximadamente 90% do diâmetro do mesmo (DUELAND et al., 1999). De acordo com Stiffler et al. (2004), o sistema de bloqueio permite que o diâmetro das hastes intramedulares possa ser igual ou um pouco inferior ao diâmetro do canal medular, sem que isso comprometa a estabilização da fratura.

Moses et al. (2002), descreve o tratamento de fraturas de úmero em cães e gatos com a utilização da técnica, obtendo 86% de recuperação sem complicações. Langley-Hobbs & Friend (2002) descrevem o tratamento de fratura de fêmur em peru, com formação de calo ósseo e retorno da função do membro após duas semanas de confinamento.

Em seu estudo retrospectivo da utilização de hastes bloqueadas em fraturas diafisárias de fêmur, tíbia e úmero em cães, Dueland et al. (1999), revelam uma taxa de

recuperação de 83% dos casos, não apresentando nenhuma complicação pós-operatória.

Após a realização de osteotomia femoral em cães Woodard et al. (1998) comparam várias técnicas para a reparação de fraturas e demonstraram que todas são efetivas. Entretanto, citam o uso de haste bloqueada como o mais efetivo por apresentar rigidez torsional maior em relação aos demais métodos, com mínima destruição da vascularização e conseqüente manutenção da biologia do hematoma fraturário.

A superioridade da técnica de hastes bloqueadas também é demonstrada na recuperação pós-operatória dos pacientes submetidos a esta técnica, pois sua capacidade de suportar cargas elevadas *in vivo*, permite ao paciente retornar da anestesia com o apoio do membro fraturado (DE MARVAL, 2006), fato dificilmente observado em outras técnicas de fixação esquelética.

Segundo Dueland et al. (1996), caso não ocorram complicações no pós-operatório, é desnecessária a remoção das hastes bloqueadas, uma vez que, após o remodelamento ósseo as mesmas retiram o estresse do osso íntegro.

2.2 Fresagem intramedular e hastes bloqueadas

Os dispositivos de fixação intramedular são usualmente utilizados para obter uma fixação rígida de fraturas de ossos longos. Previamente a inserção destes dispositivos é necessário o alargamento da cavidade medular, permitindo a inserção de um pino com maior diâmetro (KUNTSCHER, 1964). O diâmetro do pino é correlacionado a rigidez da fixação. Além disso, a fresagem do canal medular produz uma fonte de enxerto autógeno e estimula a formação de osso periosteal (GAUTSCHI et al., 2007).

As hastes intramedulares bloqueadas podem ser inseridas mediante a fresagem ou não do canal medular, entretanto Schmaedecke et al. (2005), citam que a fresagem

prévia do canal medular evita que nenhuma força adicional seja necessária durante a introdução da haste.

Schemitsch et al. (1995) descrevem que ao comparar o uso de hastas bloqueadas fresadas e não fresadas na osteosíntese tibial em ovelhas, não foi detectada diferença quanto ao grau de perfusão tecidual e resistência as forças de flexão no calo ósseo.

Dentre outras vantagens citadas na fresagem do canal medular, Frolke et al. (2004) citam que o produto proveniente desta fresagem é rico em osteoblastos, fundamentais no processo de reparação óssea. Este produto também é descrito por possuir células tronco multipotentes e por ser capaz de atuar como um enxerto ósseo com alto potencial osteogênico (WENISCH et al., 2005).

De acordo com Court-Brown et al. (1995) o alargamento da cavidade medular não interfere na união da fratura e pode ser vantajoso para promover a cicatrização. Schemitsch et al. (1995) revelam que não há diferença na formação de calo ósseo entre hastas bloqueadas fresadas e não fresadas, e atribuem este achado ao aumento da circulação periosteal após a fresagem.

2.3 Enxerto esponjoso autógeno

A enxertia óssea é um dos assuntos mais pesquisados, pois sempre se buscou explorar novas possibilidades de enxerto que superassem limitações ou satisfizessem condições específicas de seu emprego. Os enxertos ósseos são utilizados como adjuvantes no tratamento de fraturas, perdas e defeitos ósseos e na indução de artrodeses (WEIGEL, 1993; JOHNSON, 1995). As vantagens da enxertia óssea estão associadas às propriedades biológicas e mecânicas oferecidas pelo enxerto (STEVENSON, 2005; MILLIS & MARTINEZ, 2007).

Diversos termos são utilizados para classificar e descrever diferentes tipos e usos dos enxertos (WEIGEL, 1993). Pela estrutura morfológica, os enxertos ósseos podem ser divididos em: esponjoso – formado por osso trabecular, poroso e altamente

celular; cortical - constituído de osso compacto, denso e relativamente acelular; corticoesponjoso – composto de ambos os tipos (JOHNSON, 1995).

O enxerto esponjoso pode ser colhido da metáfise de qualquer osso longo, mas, pela facilidade técnica, tem sido removido, em cães, na porção craniodorsal da asa ilíaca, úmero e tibia proximal e fêmur distal (JOHNSON, 1995; PIERMATTEI & FLO, 1997).

Allegrini et al. (2004) descrevem o enxerto de osso esponjoso autógeno como um excelente carreador, pois atua como um arcabouço, ao promover a osteoindução e vascularização precoce. Já Ellis & Sim (1993) descrevem o mesmo por fornecer células osteogênicas e pela capacidade de se adaptar á falhas ósseas existentes.

2.4 Enxertia de subprodutos da fresagem intramedular

O produto proveniente da fresagem intramedular é composto por medula óssea, sangue e espículas ósseas, sendo muito semelhante ao osso esponjoso autógeno. Estudos demonstram que apesar do processo de fresagem, as células mantêm sua viabilidade e são capazes de neoformação óssea (FROLKE et al., 2004). Wensch et al. (2005) citam que as mesmas seguem para a diferenciação osteogênica, bem como para a diferenciação neurogênica, sugerindo que este tipo de enxerto é uma fonte viável de células tronco. O produto da fresagem intramedular é descrito ainda por conter células “osteoblast-like” viáveis e fatores de crescimento podendo assim atuar como um scaffold osteoindutor natural (HOFMANN et al., 2003; GUGALA & GOGOLEWSKI, 2005).

Conforme Porter et al. (2009) as partículas provenientes da fresagem intramedular dos ossos longos podem ser reaproveitadas e utilizadas como uma fonte de material autólogo intra-operatório e com alto poder osteogênico.

Hammer et al. (2007) relatam o efeito positivo da adição das partículas provenientes da fresagem intramedular na cicatrização óssea em ovinos. Schmidmaier et al. (2006) revelam em seu estudo a existência dos fatores de crescimento (FGF-2,

BMP-2, IGF-I, TGFb1, PDGF) nos fragmentos resultantes da fresagem intramedular utilizando aspiradores. Estes fragmentos após serem submetidos a um processo de filtragem são considerados uma fonte confiável e abundante de células com as propriedades das células tronco mesenquimais (PORTER et al., 2009).

Ao utilizarem as partículas provenientes da fresagem intramedular tibial para preencher defeitos ósseos segmentares, Baker et al. (2011) descrevem que este tipo de enxerto é uma excelente alternativa ao enxerto esponjoso autógeno, para acelerar o processo de cicatrização em defeitos ósseos tratados com pinos intramedulares.

Gautschi et al. (2007) citam que o processo para a obtenção do enxerto intramedular fresado também é benéfico por estimular a formação de osso periosteal. Adicionalmente Schemitsch et al. (1995) descrevem que o processo de fresagem não interfere biomecanicamente na formação do calo ósseo.

Frolke et al., 2004 que cita que o subproduto da fresagem intramedular é constituído basicamente por medula óssea. Hattori et al., (2004) descreve que a medula óssea no adulto contém células tronco mesenquimais. Estas células contribuem para a geração de tecidos de origem mesenquimal como osso, cartilagem, músculo e tecido adiposo (LI et al., 2003).

2.5 Avaliação radiográfica da cicatrização óssea

O exame radiográfico representa um instrumento de extrema importância na prática clínico-cirúrgica veterinária por fornecer informações dos tecidos moles e ósseos, inacessíveis por meio de exames clínicos (CASANOVA, 2002).

O progresso da consolidação óssea pode ser avaliado meio de imagem radiográfica (JOHNSON & HULSE, 2005; MILLIS & MARTINEZ, 2007) e correlacionando aos achados clínicos (STEVENSON & HOROWITZ, 1992). A realização de exames radiográficos permite a avaliação do processo de consolidação de forma não invasiva. Este exame deve ser realizado no pós-operatório imediato, para avaliar o correto alinhamento dos fragmentos da fratura, alinhamento do membro e

articulações adjacentes e o posicionamento do implante, devendo ser repetido periodicamente durante o processo de cicatrização óssea (JOHNSON e HULSE, 2005).

Hulse & Hyman (2007) relatam que a quantidade de calo ósseo formada durante a consolidação depende diretamente do grau de movimentação no foco de fratura, por isso quanto maior a instabilidade, maior o diâmetro dos calos interno e externo. Beale (2004) também cita que a quantidade e a qualidade do calo ósseo formado no foco da fratura depende basicamente do tipo de fixação utilizada, sendo que quanto maior a rigidez e a estabilidade no foco da fratura, menor será a quantidade de calo ósseo é formada.

Alguns estudos indicam que a fixação com hastes bloqueadas não induz a formação de um calo ósseo exuberante, o que é resultado de uma cicatrização óssea secundária associada à estabilidade da fixação da fratura (WISS et al., 1986 e BRUMBACK et al., 1988).

Durall & Diaz (1996) em estudo pioneiro sobre o uso de hastes bloqueadas no tratamento de fraturas diafisárias femorais, citaram que o exame radiográfico evidenciou a cicatrização da fratura em média de oito semanas após a redução cirúrgica. Stevenson (2005) salienta que a aparência radiográfica pode não apresentar boa correlação com a força mecânica real do calo ósseo formado. Este autor também cita que os exames radiográficos devem ser analisados conjuntamente com a avaliação clínica, para tomada de decisões clínicas relativas à remoção dos implantes metálicos.

O apoio do membro também é considerado um parâmetro fundamental para avaliar a qualidade de cura da fratura, e deve ser avaliado juntamente com os exames radiográficos, para determinar precisamente a recuperação dos pacientes e determinar ou não a retirada dos implantes (HUTZSCHENREUTER et al., 1969).

2.6 Avaliação clínica da marcha e deambulação no período pós-operatório

A avaliação da locomoção em cães submetidos a procedimentos ortopédicos é importante para determinar a recuperação clínica do paciente. As alterações observadas na marcha auxiliam no diagnóstico de afecções presentes (GILLETTE, 2004).

Tudury & Raiser (1985) em seu estudo sobre a utilização de pinos de Steinmann para a redução de fraturas distais de fêmur estabelecem os parâmetros para a avaliação funcional do membro pélvico, classificando o apoio do membro ao solo em diferentes graus de claudicação (Anexo 1).

A avaliação clínica da marcha esta relacionada à determinação da movimentação ativa em vários tipos de passo e em atividades específicas. O animal deve ser avaliado caminhando, trotando, e se possível, galopando. Esta avaliação deve incluir ainda a determinação da função em repouso, visando determinar a postura, a força e o equilíbrio do animal (LEVINE et al., 2005).

A deambulação precoce no período pós-operatório assume as características de um protocolo de reabilitação, visando promover o retorno precoce às funções normais evitando as complicações associadas ao desuso (CLARK & McLAUGHLIN, 2001). Os principais efeitos descritos desta terapia são a melhora do fluxo sanguíneo, auxiliando a drenagem linfática o que contribui também para a resolução da inflamação. Cita-se também a prevenção da atrofia muscular e da rigidez do membro (TANGNER, 1984).

Conforme Clark & Mclaughlin, (2001) quaisquer sejam os procedimentos de reabilitação, estes devem iniciar o mais breve possível após o procedimento cirúrgico. Dentre outras vantagens são citados o alívio da dor pós-operatória e a prevenção do edema local.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

O presente experimento foi desenvolvido no Laboratório de Cirurgia Experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram utilizados 12 cães, machos e fêmeas, hígdos e com peso corporal entre 15 e 18 kg, obtidos no Biotério Central da mesma instituição. Logo após o recebimento dos animais foram realizados exames laboratoriais compostos por hemograma, urinálise e teste de função hepática e renal, no laboratório de patologia clínica do Hospital Veterinário da UFSM. Os cães foram submetidos à avaliação clínica, avaliação radiográfica dos membros pélvicos (para avaliar a simetria, as corticais ósseas e articulações coxofemorais e femoro-tibio-patelares). Foi realizado também o exame ortopédico criterioso, composto pela avaliação clínica da marcha, palpação membros torácicos e pélvicos e observação do animal em estação para verificação da presença de desvios angulares.

A adaptação dos animais as novas instalações foi realizada por um período de 15 dias previamente ao experimento, onde os mesmos receberam adequado aporte nutricional, recebendo alimentação a base de ração comercial com proteína bruta de 25% e água “*ad libidum*”. O controle de ectoparasitas foi realizado pela administração de doramectina 1%¹ na dose de 0,3mg kg⁻¹. Para o controle de endoparasitas utilizou-se associação de praziquantel (5mg kg⁻¹) e pamoato de pirantel² na dose de 14,4mg kg⁻¹, administrada por via oral com repetição da dose em sete dias, e após, a cada 90 dias.

Ao final do período de observação, os animais considerados aptos à experimentação foram individualmente identificados e distribuídos em diferentes grupos. Considerando-se a importância do comportamento individual de cada animal

¹ Dorax – Agener União- Pouso Alegre-MG.

² Endal plus – Intervet- São Paulo-SP.

para a obtenção dos resultados finais desta pesquisa, avaliou-se o temperamento de cada um deles.

Este trabalho seguiu as normas de experimentação segundo o Comitê de Ética Experimental para o uso de animais da Universidade Federal de Santa Maria e foi aprovado constando no Processo Administrativo número 23081.010367/2010-69.

3.2 Avaliação radiográfica pré-operatória e preparo dos animais

Os animais foram submetidos a um procedimento anestésico de ultracurta duração para a realização do exame radiográfico do membro pélvico esquerdo, no qual foram realizadas imagens em posição antero-posterior e médio-lateral. Os animais foram pré-medicados com midazolam³ (0,5mg kg⁻¹, IM) 15 minutos antes da indução anestésica com propofol⁴ (6,0mg kg⁻¹ IV).

3.3 Delineamento Experimental

Os 12 cães foram distribuídos, aleatoriamente, em três grupos distintos, de acordo com o tipo de enxerto recebido. O fluxograma da distribuição dos três grupos conforme o tratamento empregado pode ser observado na Figura 1.

3.4 Pré-operatório

No dia anterior à cirurgia cada animal foi submetido a novos exames laboratoriais e a banho e tricotomia ampla das faces lateral e medial do membro pélvico esquerdo,

³ Dormonid – Roche – São Paulo- SP.

⁴ Propofol - Biosintética – São Paulo- SP.

estendendo-se até a região lombossacra. Nos animais do grupo que recebeu enxerto de osso esponjoso autógeno foi realizada a tricotomia da região proximal do úmero. Cada um deles permaneceu em jejum sólido e líquido por um período de 8h anterior ao procedimento cirúrgico.

Após os animais foram tranqüilizados com 0,05mg kg⁻¹ de acepromazina⁵ e 0,5 mg kg⁻¹ de morfina⁶ IM. Após anti-sepsia com álcool, foi puncionada a veia cefálica com auxílio de cateter 20G e administrada solução fisiológica na velocidade de 10ml kg h⁻¹, e cerca de 30 minutos antes do procedimento cirúrgico cada paciente recebeu cefalotina sódica⁷, (30mg kg⁻¹, IV), sendo esta suplementada após duas horas de transoperatório caso a cirurgia se prolongasse.

O animal foi posicionado em decúbito esternal, realizada anti-sepsia da região lombossacra com álcool-iodo-álcool e administrada, por via epidural, 0,1mg kg⁻¹ de morfina. Estabelecida a anestesia epidural, o cão foi submetido à anestesia geral com 6mg kg⁻¹ de propofol IV, intubado com sonda endotraqueal de diâmetro adequado e mantido sob anestesia inalatória com halotano⁸ diluído em 100% de O₂, em circuito circular valvular. Durante todo o procedimento cirúrgico foi realizada a monitoração do desempenho cardíaco utilizando-se monitor cardíaco e oxímetria de pulso, caso o animal apresentasse aumento no débito cardíaco sem superficialização do plano anestésico, era realizada a aplicação de citrato de fentanila⁹ (0,002mg kg⁻¹, IV). Com o animal em decúbito dorsal apoiado em uma calha cirúrgica, a extremidade do membro a ser operado foi suspensa para realização da anti-sepsia do campo operatório com aplicação de álcool-iodo-álcool.

3.5 Técnica Operatória

3.5.1 Osteotomia Femoral

⁵ Acepran 0,2%, Univet S.A., São Paulo – SP.

⁶ Dimorf, Cristália Prod. Farm. Ltda, Itapira – SP.

⁷ Keflin- ABL Antibióticos do Brasil Ltda- São Paulo-SP.

⁸ Tanohalo, Cristália Prod. Farm. Ltda, Itapira – SP.

⁹ Fentanil- Janssen-Cilag Farmacêutica Ltda-São José dos Campos – SP.

Com o animal em decúbito lateral direito, foi realizada anti-sepsia do membro pélvico esquerdo, em todas as faces desde a região do tarso estendendo-se proximalmente até a região inguinal, empregando-se o esquema álcool-iodo-álcool. A extremidade distal do membro foi protegida por compressa estéril, enrolada e fixada ao membro por tiras de gaze. Os panos de campo foram posicionados de forma a expor a região femoral, a articulação femoro-tíbio-patelar (AFTP) e a articulação coxofemoral do membro pélvico esquerdo.

Procedeu-se a incisão de pele desde a região do trocanter maior até o epicôndilo lateral do fêmur esquerdo. Posteriormente, foi divulsionado o tecido subcutâneo e incisada a fáscia lata ao longo da margem cranial da aponeurose do músculo bíceps femoral, estendendo-a ao comprimento da incisão cutânea. Em seguida foi afastado caudalmente o músculo bíceps femoral e cranialmente o músculo vasto lateral e logo após realizada a incisão do periósteo em seu terço médio. Com o auxílio de serra de Gigli, o fêmur foi osteotomizado transversalmente, em seu terço médio, criando uma fratura instável (Figura 2).

3.5.2 Osteosíntese Femoral com Haste Bloqueada

Após a realização da osteotomia femoral, a osteosíntese foi efetuada com haste bloqueada. A preparação do canal para a adaptação da haste bloqueada foi feita pela passagem das fresas canuladas para a adequação do canal a haste a ser introduzida, que possuía 8mm de diâmetro. Esta foi inserida pela fossa trocantérica mediante incisão cutânea, divulsão entre os músculos glúteos seguindo o fio-guia com o introdutor e bloqueios com quatro parafusos, utilizando as marcações específicas do guia, para o tamanho do pino escolhido. Os bloqueios foram realizados mediante a inserção de quatro parafusos corticais de 2,7mm de diâmetro.

Os orifícios para a passagem dos parafusos foram realizados através das duas corticais, com a broca alcançando a cortical distal por transposição do orifício existente

na haste. Após será efetuou-se a introdução do parafuso proximal usando guia da haste como orientação. Foi feita a fixação bi-cortical do fragmento distal, utilizando dois parafusos fixados em distâncias pré-marcadas pela guia e utilizando outros dois parafusos no segmento proximal.

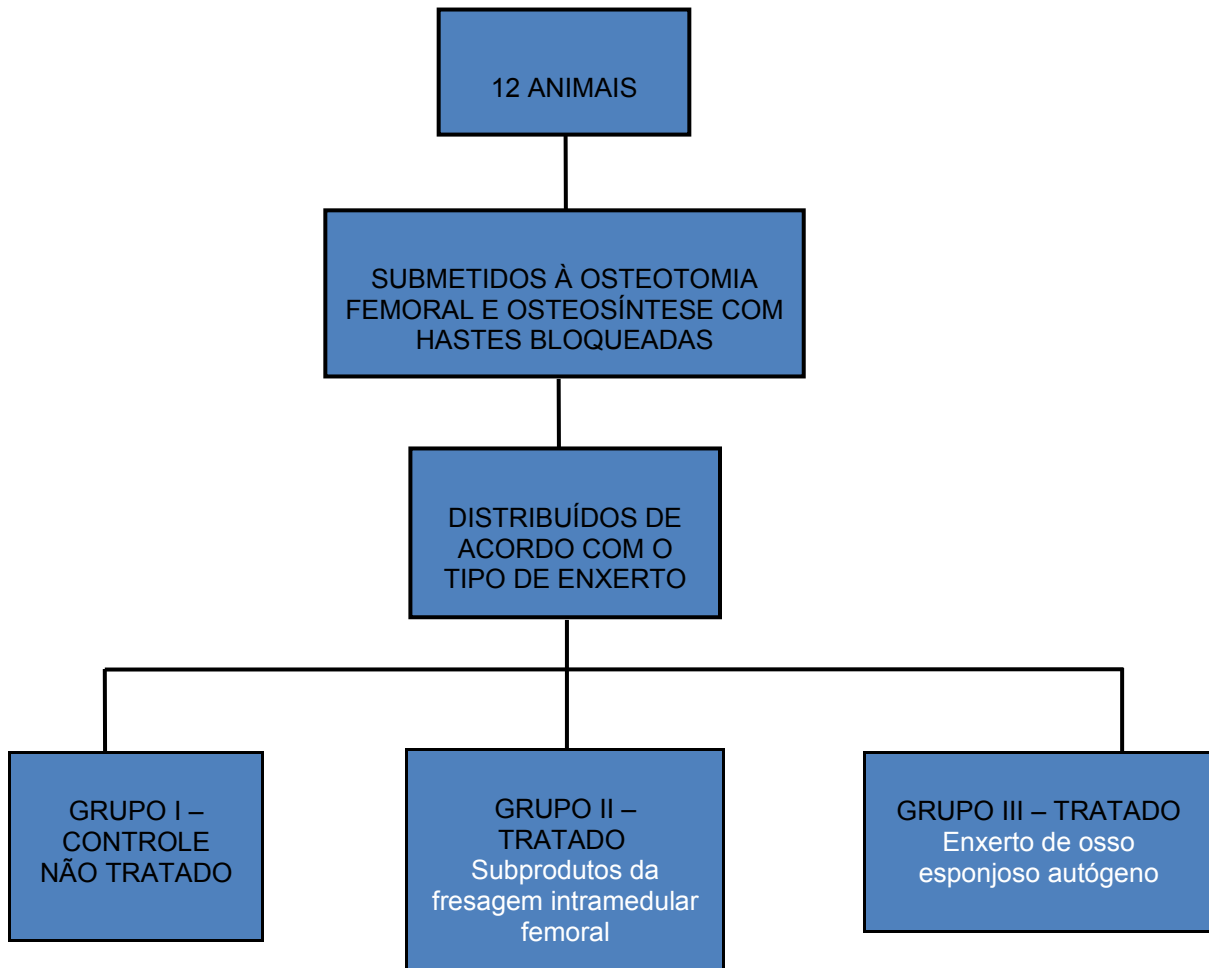
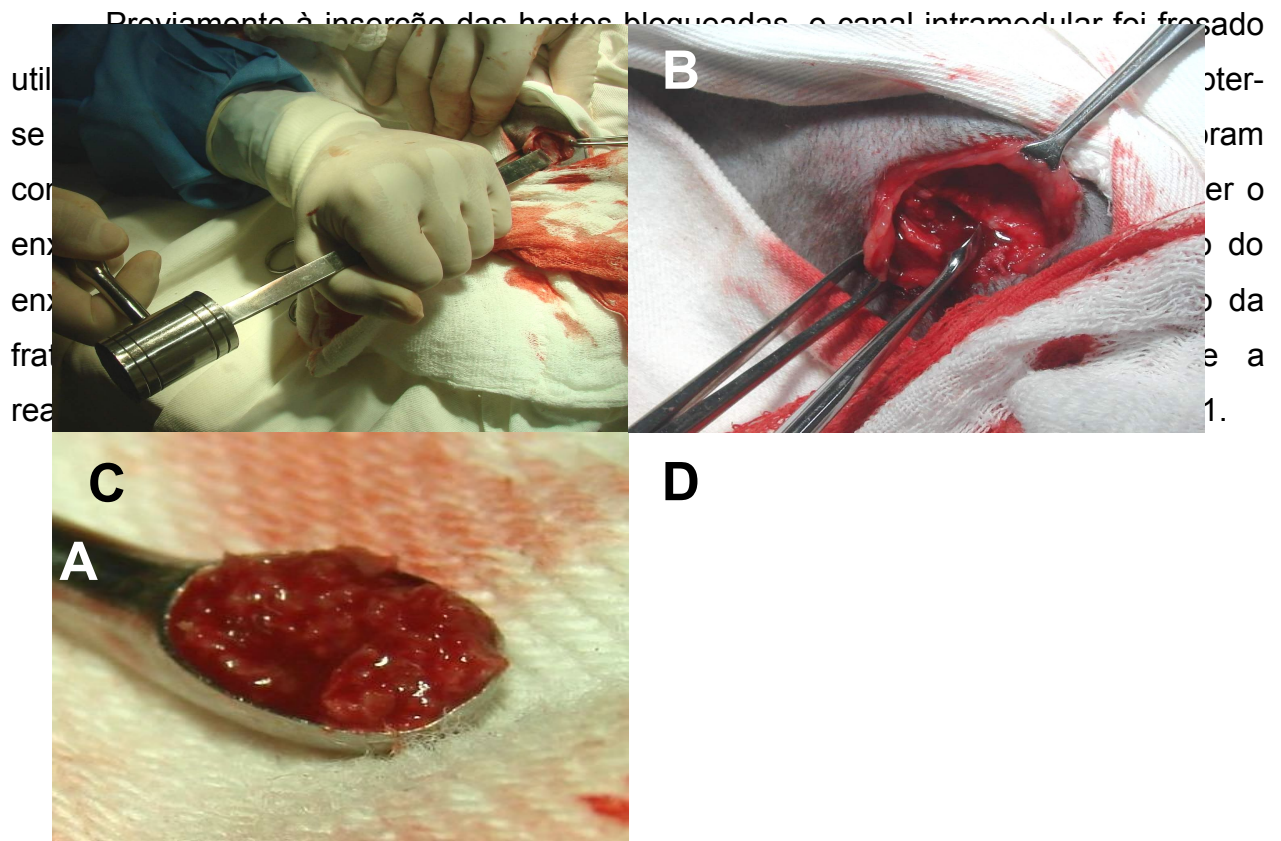


Figura 1 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastas bloqueadas em cães. Fluxograma da distribuição dos três grupos conforme o tipo de tratamento realizado.

3.5.3 Coleta de osso esponjoso autógeno

Após o término da osteosíntese femoral, a região proximal do úmero foi delimitada com panos de campo estéreis. Em seguida, foram realizadas incisões crânio-lateral de pele e tecido subcutâneo sobre o tubérculo maior do úmero. A porção acromial do músculo deltóide foi afastada caudalmente expondo a metáfise proximal e o osso cortical removido com osteótomo e martelo ortopédico (Figura 2A) para colheita do osso esponjoso com auxílio de uma cureta (Figuras 2B e 2C). O enxerto foi depositado no foco da fratura imediatamente após sua colheita, sendo coletado em quantidade suficiente para preencher toda a superfície do foco da fratura. Após foi colocada sobre o mesmo uma tira quadrangular de esponja de gelatina (Figura 2D). Realizou-se a reaproximação dos planos anatômicos mediante sutura da fáscia lata com fio de poliglatina 910 nº 2-0 em padrão de sutura de Sultan. A redução do tecido subcutâneo será realizada com mesmo fio, porém com diâmetro 3-0 e em padrão de sutura contínua simples. A síntese da pele será realizada com pontos de wolf utilizando-se fio de náilon monofilamentar nº 4-0.

3.5.4 Coleta subprodutos fresagem femoral



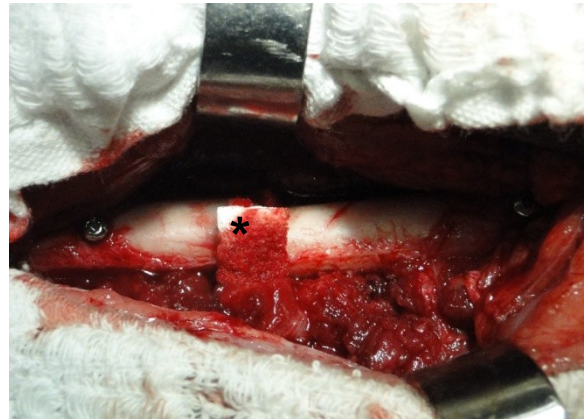


Figura 2 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. **A.** Córtex ósseo sendo removido com um osteótomo e martelo ortopédico. **B.** Colheita de osso esponjoso com auxílio de uma cureta **C.** Osso esponjoso obtido após colheita. **D.** Esponja de gelatina (*) colocada sobre o enxerto de osso esponjoso.

3.6 Pós-operatório

Após o procedimento cirúrgico e ainda com o animal em plano anestésico, foram obtidas radiografias nas incidências ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do membro operado (Figuras 4A e 4B). Os animais foram submetidos à terapia antiinflamatória de meloxicam 2%¹⁰ (0,2mg kg⁻¹ de peso corporal, IM, por cinco dias) e sulfato de morfina (0,5mg Kg⁻¹, via subcutânea, 6/6 horas, por 48 horas). Para curativo diário da ferida cirúrgica foi utilizado tampão de gaze estéril embebido em solução de cloreto de sódio a 0,9%, para a remoção de crostas dos bordos da ferida. Os pontos de pele foram removidos no décimo dia após a cirurgia.

¹⁰ Maxicam 2% -Ourofino – Cravinhos-SP.

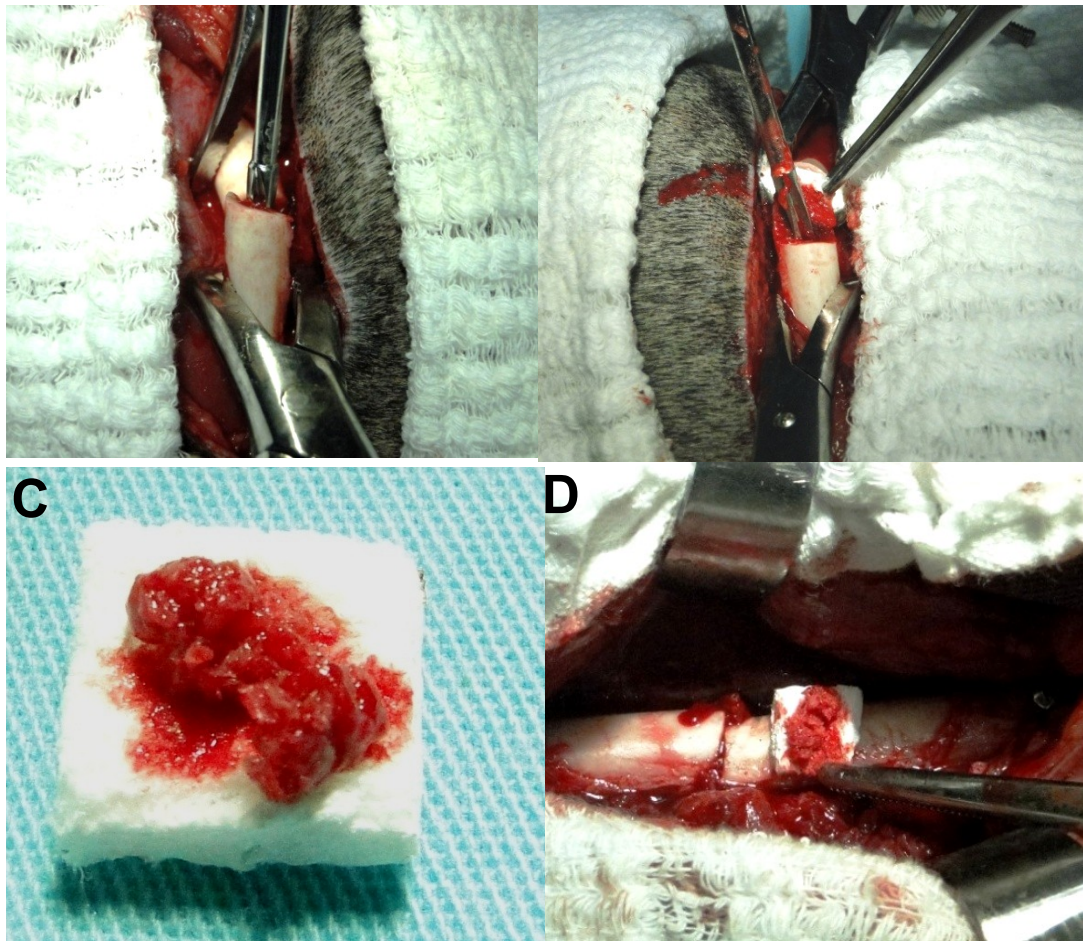


Figura 3 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. **A.** Córtex ósseo sendo removido com um osteótomo e martelo ortopédico. **B.** Colheita de osso esponjoso com auxílio de uma cureta. **C.** Osso esponjoso obtido após colheita. **D.** Esponja de colágeno (*) colocada sobre o enxerto de osso esponjoso.

A partir do segundo dia de pós-operatório os animais foram submetidos à movimentação assistida (passeios), com o objetivo de prevenir problemas articulares e atrofia muscular da região operada. Na primeira semana esses passeios foram de cinco minutos diários. A partir da segunda semana, foram realizados duas vezes ao dia, durante cinco minutos cada.

3.7 Formas de avaliação

3.7.1 Avaliação radiográfica

Os 12 cães deste experimento foram avaliados radiograficamente em duas incidências ortogonais, ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), nos seguintes tempos: (T₁) – pós-operatório imediato, (T₂) – 15 dias de pós-operatório, (T₃) – 30 dias de pós-operatório e (T₄) – 45 dias de pós-operatório, (T₅) – 60 dias de pós-operatório.

Para a realização dos exames radiográficos do período pós-operatório, utilizou-se protocolo anestésico descrito no item 3.2 da página 28. Utilizou-se aparelho de raios-X marca Siemens¹¹, potência 150Kv (quilovolts), 1000mA (miliampères), tempo de 0,003 até 5s, filmes radiográficos de 18 x 24cm e chassi de tamanho correspondente. Para a obtenção das imagens foi empregada um regime com variação de 45 a 52Kv, 45 a 55 mA e 0,16 segundos, com distância foco-filme de 90cm. Para o processo de revelação e fixação foi utilizada processadora automática marca BRAF¹². Ao término dos 60 de pós-operatório, todas as imagens radiográficas foram submetidas a um processo de digitalização por meio de câmera digital¹³ e armazenadas no formato JPEG representando as imagens originais.

¹¹ Gigantos Multiplanigraph®. Siemens Medical.

¹² Bx 130®. Braff.

¹³ DSC-W55, 7.2 megapixels. Sony.

Estas imagens foram analisadas quantitativa e cegamente por dois radiologistas utilizando a tabela (Tabela 1) modificada de Ehrhart et al. (2005).

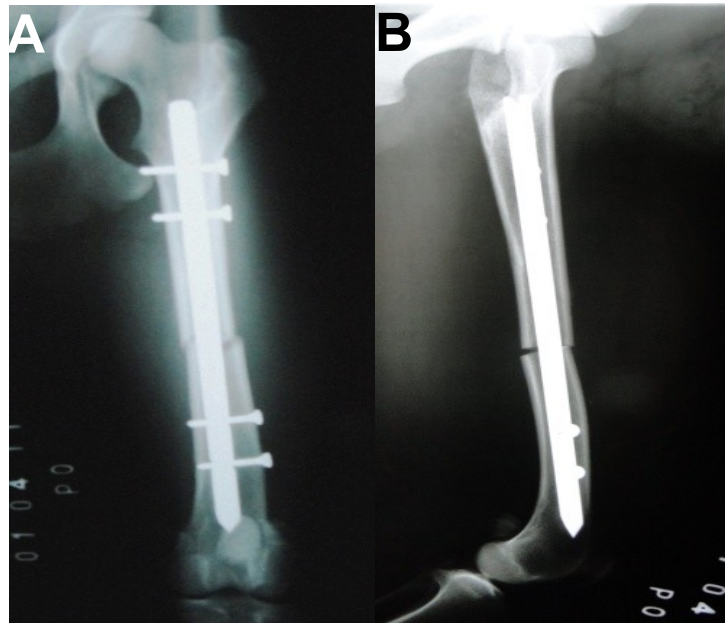


Figura 4 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. **A.** Imagem radiográfica do pós-operatório imediato na incidência ântero-posterior (AP) do membro operado. **B.** Imagem radiográfica do pós-operatório imediato na incidência médio-lateral (ML) do membro operado.

3.7.2 Estudo das radiografias digitalizadas

As imagens digitalizadas foram projetadas em monitor de alta resolução e após avaliação as interpretações foram registradas em fichas padronizadas. Preferencialmente, avaliaram-se as imagens no tamanho original, embora algumas alterações no aumento foram permitidas, visando melhorar a definição da imagem.

Tabela 1 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Escores quantitativos para avaliação da impressão global da consolidação.

CRITÉRIOS PARA O ESCORE	PONTUAÇÕES
IMPRESSÃO GLOBAL DA CONSOLIDAÇÃO	
União radiográfica	2
Evidência radiográfica de calo	1
Mínima ou sem evidência radiográfica de união	0

Modificado de EHRHART et al. (2005)

3.7.3 Avaliação clínica da marcha

Os cães dos grupos I, II e III serão avaliados diariamente desde o pós-operatório imediato até o período de 60 dias de pós-operatório para a avaliação clínica do uso funcional do membro. Esta avaliação foi baseada nos parâmetros sugeridos por Tudury & Raiser (1995), descritos na Tabela 02.

A avaliação do grau de deambulação dos pacientes foi realizada diariamente durante a primeira semana, e após aos 15, 30, 45 e 60 dias de pós-operatório. As aferições foram realizadas por um único avaliador, no mesmo local, com superfície uniforme e antiderrapante e com o animal utilizando uma guia. Todos os dados foram registrados em uma ficha de avaliação deambulatória (Anexo 1).

Durante a avaliação clínica da marcha os animais foram submetidos à movimentação ativa em vários tipos de passo (caminhando, trotando e galopando), e em estação, conforme descrito por Levine et al. (2005).

Tabela 2 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Avaliação clínica deambulatória em graus de claudicação, conforme descrito por TUDURY & RAISER (1995).

GRAU	CARACTERÍSTICAS
I	Não usa nem apóia o membro
II	Uso e apoio do membro frequentes durante a estação e ao caminhar. Não sustenta o peso na extremidade afetada e eleva o membro ao correr.
III	Uso claudicante do membro em estação e ao caminhar; sustentação parcial do peso, elevando o membro ao correr.
IV	Caminha sem claudicar e posiciona-se normal em estação. Claudica ao correr sem elevar o membro.
V	Uso funcional do membro

Adaptado De TUDURY & RAISER (1995)

3.8 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o programa estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 7.0.

Para a análise comparativa dos escores de consolidação radiográfica, foi empregado o teste de Qui-quadrado, considerando-se significativo um $P < 0,05$.

A comparação entre os graus de claudicação apresentados nos diferentes grupos foi realizada também pelo teste de Qui-quadrado, considerando-se um valor de $p < 0,05$, como significativo.

3.9 Reabilitação dos animais da pesquisa

Durante os 60 dias de avaliação, os cães foram submetidos a passeios diários, visando à avaliação clínica da marcha e a reabilitação dos mesmos. Todos os animais

foram acompanhados até o final do tratamento quando foram encaminhados para adoção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método ideal de estabilização é difícil de ser estipulado devido à grande variação observada entre os pacientes, tipos das fraturas, lesões concomitantes, habilidade do cirurgião e aspectos financeiros. Desta forma, cada método apresenta suas vantagens e desvantagens (HARARI, 2002). Partindo do pressuposto de que os métodos de fixação devem resistir às forças mecânicas incidentes no foco de fratura, incluindo a força de flexão, compressão axial e a de rotação, a haste intramedular bloqueada apresenta muitas características biomecânicas vantajosas (DURRAL & DIAZ, 1996; DUHAUTOIS, 2003; GIORDANO, 2004; SCHMAEDECKE et al., 2005).

Neste trabalho utilizou-se a haste bloqueada como método de fixação esquelética para fraturas diafisárias transversas de ossos longos, corroborando com o descrito por Wiss et al. (1990) e por Horstman et al. (2004) que descreveram que esta técnica também é indicada no reparo de fraturas em ossos longos, instáveis, do ponto de vista axial ou rotacional.

Duhautois (2003) relatou que a osteossíntese com o emprego de haste intramedular bloqueada é considerada rápida, sendo o tempo cirúrgico médio de 52 minutos. A duração dos procedimentos cirúrgicos não foi aferida em todos os procedimentos cirúrgicos deste estudo, entretanto observou-se que duraram em torno de 45 minutos, achado bastante similar ao do autor supracitado. Constatou-se também a facilidade de execução da técnica, que exigiu uma curva de aprendizado pequena por parte do cirurgião, que não havia utilizado a mesma previamente a este trabalho. No estudo realizado por Durall et al. (1993) a técnica de hastes bloqueadas também foi descrita por ser relativamente simples de ser realizada quando comparada à outras modalidades e também por poder ser aplicada a uma variedade grande de tipos de fraturas.

Em todos os 12 cães, o acesso à fratura e a implantação das hastes foram realizadas de forma aberta, porém a abordagem foi cuidadosa, por afastamento dos

planos musculares, minimizando a dissecação dos tecidos moles e a interferência com a vascularização periosteal. Assim, diminuiu-se as chances de não uniões, uma preocupação ressaltada por Schmaedecke et al. (2005). A propósito, Dueland et al. (1999) e Duhautois (2003), afirmaram que o melhor acesso é o fechado, entretanto estes autores citaram que caso opte-se pelo acesso aberto, que este seja realizado com mínima dissecação dos tecidos moles.

Procurou-se adaptar hastes de comprimento e diâmetro compatíveis com o canal medular, pois, Giordano (2004) e Schmaedecke et al. (2005), salientam estes pontos como críticos para que haja boa estabilização e consolidação óssea. Para tanto, o canal medular foi fresado, como proposto por Fairbank et al. (1995), sendo este procedimento necessário para homogeneização e adequação da haste no interior do canal medular. Frolke et al. (2001), que citam o aumento da temperatura provocada pela fresagem como fator desencadeante de severas complicações da técnica, podendo ocasionar desde quadros de retardo na consolidação até processos de tromboembolismo. Em nenhum dos pacientes desta experimentação foi evidenciado sinais clínicos indicadores dessas complicações.

Utilizou-se em todos os cães o bloqueio quádruplo dos orifícios da haste, semelhante ao descrito por Duhautois, (1995); Giordano, (2004) e Schmaedecke et al., (2005), para garantir a estabilidade máxima do dispositivo. Acredita-se que esta opção foi importante para o sucesso da consolidação óssea de todos os cães deste estudo, principalmente em um cão do grupo I em que ocorreu a falha no bloqueio do parafuso distal (Figura 5).

Para Durall & Diaz (1996), Dueland et al. (1997) e Larin et al. (2001) a principal complicação relacionada à osteossíntese com o uso de hastes intramedulares bloqueadas são os erros de bloqueio da haste. Nos 12 animais participantes deste estudo, este inconveniente foi observado em apenas dois cães, sendo um do grupo III, identificado no momento da cirurgia e imediatamente corrigido, e o outro do grupo I, constatado no exame radiográfico do pós-operatório imediato. Entretanto, optou-se pela manutenção deste animal no estudo, pois o mesmo não apresentou alteração na avaliação deambulatória e nas avaliações radiográficas subseqüentes, sendo que aos

45 dias de pós-operatório a imagem radiográfica evidenciou união radiográfica da fratura.

Na avaliação radiográfica de 30 dias constatou-se a quebra de um parafuso distal em um animal do grupo I, entretanto o exame clínico não revelou alteração na marcha. CHALIDIS et al. (2009) citaram que a quebra do parafuso pode ser considerada como um processo de “auto-dinamização” que o implante sofre, e bem como ocorrido no presente estudo, não interferiu na cicatrização da fratura. Este mesmo autor cita que a quebra do parafuso decorrente deste processo muitas vezes indica a progressão do processo cicatricial ósseo.

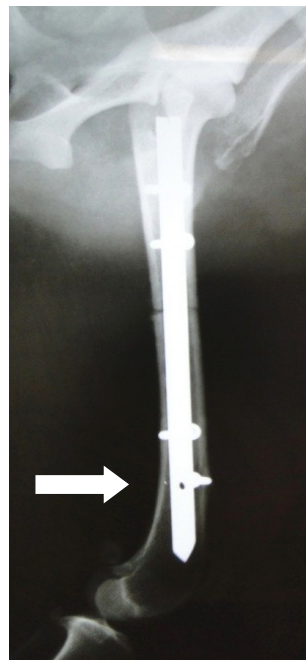


Figura 5 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Imagem radiográfica demonstrando orifício distal da haste não bloqueado (seta).

Em pacientes humanos, Robert et al. (1988), após analisarem 133 casos de complicações pós-operatórias relacionadas à utilização hastes intramedulares em fraturas de fêmur, relataram a falha dos parafusos muito próximos à linha de fratura

como sendo o principal problema na utilização desse tipo de implante. Estes autores citaram que parafusos distantes da linha de fratura por 0,5cm ou menos, estão mais sujeitos à envergadura ou à quebra do que aqueles situados em distâncias maiores. Entretanto, no cão que ocorreu a quebra do parafuso, constatou-se que este encontrava-se numa distância superior a descrita. Este fato, acrescido da excelente recuperação pós-operatória apresentada pelo animal, corroborou com o achado descrito no parágrafo acima, de que a quebra do parafuso possivelmente decorreu do processo de “auto-dinamização” da haste.

Segundo Giordano (2004), a deformação dos parafusos pode ocorrer em alguns casos de osteossíntese com hastes intramedulares bloqueadas, fato observado em um animal do grupo I (Figura 6) no parafuso proximal, porém sua evolução foi satisfatória, o que confirma as observações de Duhautois (2003) e Hollamby et al. (2004), segundo os quais, essa complicação, geralmente, não requer novas intervenções cirúrgicas e a consolidação óssea acontece sem problemas.

Um cão do grupo I apresentou claudicação persistente até os trinta dias de pós-operatório. Essa complicação foi relacionada por Durall & Diaz (1996) com o comprimento excessivo do parafuso distal, que também foi detectado no presente trabalho.

O processo de fresagem do canal medular foi fundamental para a realização desta pesquisa em dois aspectos: o primeiro relacionado ao preparo do espaço intramedular para o recebimento de hastes com tamanho suficiente para preencher aproximadamente 90% do canal medular, possibilitando uma fixação rígida das hastes e estabilização adequada da fratura, fato também relatado por Dueland et al. (1999) e Stiffler et al. (2004), o segundo, e principal, diz respeito à obtenção de um enxerto com alto poder osteogênico (WENISCH et al., 2005; FROLKE et al., 2004), em quantidade razoável, que segundo Gautschi et al. (2007) usualmente é descartado durante os procedimentos cirúrgicos de colocação de dispositivos intramedulares em ossos longos. De acordo com Court-Brown et al. (1995) e Schemitsch et al. (1995) o alargamento da cavidade medular não interfere na união da fratura, achado também observado neste trabalho, pois acredita-se que apesar do processo de fresagem ter sido realizado até

obter-se resistência, não interferiu na formação do calo ósseo, que foi satisfatória em todos os animais.



Figura 6 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Imagem radiográfica evidenciando a envergadura do parafuso proximal (seta).

A colocação das esponjas de gelatina sobre o enxerto de osso esponjoso visou a melhor aderência e contenção do mesmo sobre o foco da fratura. A esponja de gelatina é descrita pelo seu uso como material hemostático, entretanto também possui características estruturais que permitem a manutenção de enxertos no local onde são depositadas (POTIER & PETITE, 2005). A afirmação do autor acima pode ser observada nesta pesquisa, no qual verificou-se a adequada contenção do enxerto no foco da fratura após sua colocação. Acredita-se também que esta esponja permitiu a manutenção das células do enxerto no local onde foram depositadas, potencializando sua viabilidade e poder de ação.

Neste experimento, optou-se pelo estudo quantitativo dos escores de consolidação radiográfica das radiografias simples, com base na tabela modificada de

Ehrhart et al. (2005). A visualização das imagens radiográficas digitalizadas em um monitor de alta resolução facilitou a avaliação das mesmas, pois como afirmaram Attaelmanan et al. (2000) são diversas as vantagens da radiografia digital sobre o filme convencional, como a capacidade de melhorar a qualidade da imagem, através de tratamentos gráficos, aumentar áreas específicas ("zoom") e facilitar o armazenamento em disquetes ou CDs.

A avaliação radiográfica periódica foi imperativa para o acompanhamento e êxito dos tratamentos dos 12 animais, semelhante ao descrito por (CASANOVA, 2002), principalmente dos animais que apresentaram alterações nos parafusos (quebra, tamanho excessivo e parafuso inserido fora do orifício da haste). Johnson et al. (1998) citaram que a avaliação radiográfica é fundamental durante o acompanhamento do paciente ortopédico.

É importante ressaltar que a avaliação radiográfica deve ser analisada em conjunto com a avaliação clínica deambulatória, para determinar a evolução do processo de consolidação. Diversos trabalhos citam conclusão semelhante (JOHNSON e HULSE, 2005; STEVENSON e HOROWITZ, 1992). Esta avaliação em conjunto foi também fundamental para a decisão de manter dois animais neste estudo, sendo que em um caso que a avaliação radiográfica evidenciou alteração (quebra parafuso), mas a clínica não acusou nenhum inconveniente, e no outro, em que a evolução deambulatória apresentou alteração, mas a radiográfica permaneceu inalterada.

Aos 15 dias de pós-operatório o exame radiográfico do membro operado revelou que a média dos escores de consolidação radiográfica entre os grupos tratados foi semelhante (Figura 7), entretanto a média destes dois grupos foi superior a média demonstrada pelo grupo que não recebeu nenhum tratamento (Grupo I). O melhor desempenho dos grupos tratados evidenciado precocemente pode ser justificado pelas vantagens biológicas dos enxertos empregados, que forneceram células viáveis (HATTORI et al., 2004; LI et al., 2003; PORTER et al., 2009) e fatores de crescimento ósseo (SCHMIDMAIER et al., 2006).

Nas avaliações radiográficas dos 15 e dos 30 dias observou-se que a média do escore de consolidação era a mesma entre os grupos dos subprodutos da fresagem e do osso esponjoso autógeno (Figura 7). Acredita-se que a semelhança entre estes dois

grupos tenha ocorrido devido às características semelhantes destes dois tipos de enxerto (FROLKE et al., 2004; WENISCH et al. 2005). Este resultado corroborou com o resultado da análise estatística que para um nível de significância $p < 0,05$, não foi encontrada diferença estatística quanto ao escore de consolidação radiográfica entre os grupos tratados.

Entretanto a semelhança no escore de consolidação radiográfica evidenciada até os 30 dias de pós-operatório não foi observada nas avaliações dos 45 e 60 dias de pós-operatório, onde se evidenciou a superioridade do grupo tratado com os subprodutos da fresagem femoral em relação ao grupo tratado com enxerto esponjoso (Figura 7). Os achados da avaliação radiográfica deste período reforçam o citado por Porter et al. (2009), os quais citaram que o material provenientes da fresagem intramedular dos ossos longos possuem alto poder osteogênico, sendo capazes de acelerar o processo de neoformação óssea. Ao analisar as imagens radiográficas isoladamente, a superioridade do grupo tratado com o enxerto dos subprodutos da fresagem intramedular em relação aos outros grupos também é evidenciada (Figura 8), pela maior formação de calo ósseo, em relação aos grupos do enxerto de osso esponjoso e controle.

Embora a avaliação radiográfica criteriosa realizada pelos radiologistas e a visualização das imagens radiográficas tenham demonstrado claramente o melhor desempenho dos animais que receberam o enxerto fresado, estatisticamente não foram observadas diferenças entre os grupos, nas avaliações radiográficas dos 45 e 60 dias de pós-operatório. O resultado encontrado na análise estatística não deve ser avaliado isoladamente, pois os resultados clínicos encontrados neste estudo demonstraram que a enxertia do produto proveniente da fresagem intramedular femoral é uma excelente alternativa ao enxerto esponjoso autógeno, para acelerar o processo de cicatrização, bem como citaram Baker et al. (2011) ao utilizarem este tipo de adjuvante para acelerar o processo de cicatrização em defeitos ósseos tratados com pinos intramedulares.

A avaliação clínica da marcha auxiliou a determinação do progresso da consolidação da fratura, bem como citou Gillette (2004). Por meio desta, pôde-se observar que no 3º dia de pós-operatório um animal do Grupo II, encontrava-se em grau IV de claudicação. No 5º dia de avaliação deambulatória todos os animais do grupo II

encontravam-se em grau IV de claudicação, enquanto 75% (n=3) dos animais do grupo III estavam em grau IV, e apenas 25% (n=1) dos animais do grupo I encontravam-se neste grau.

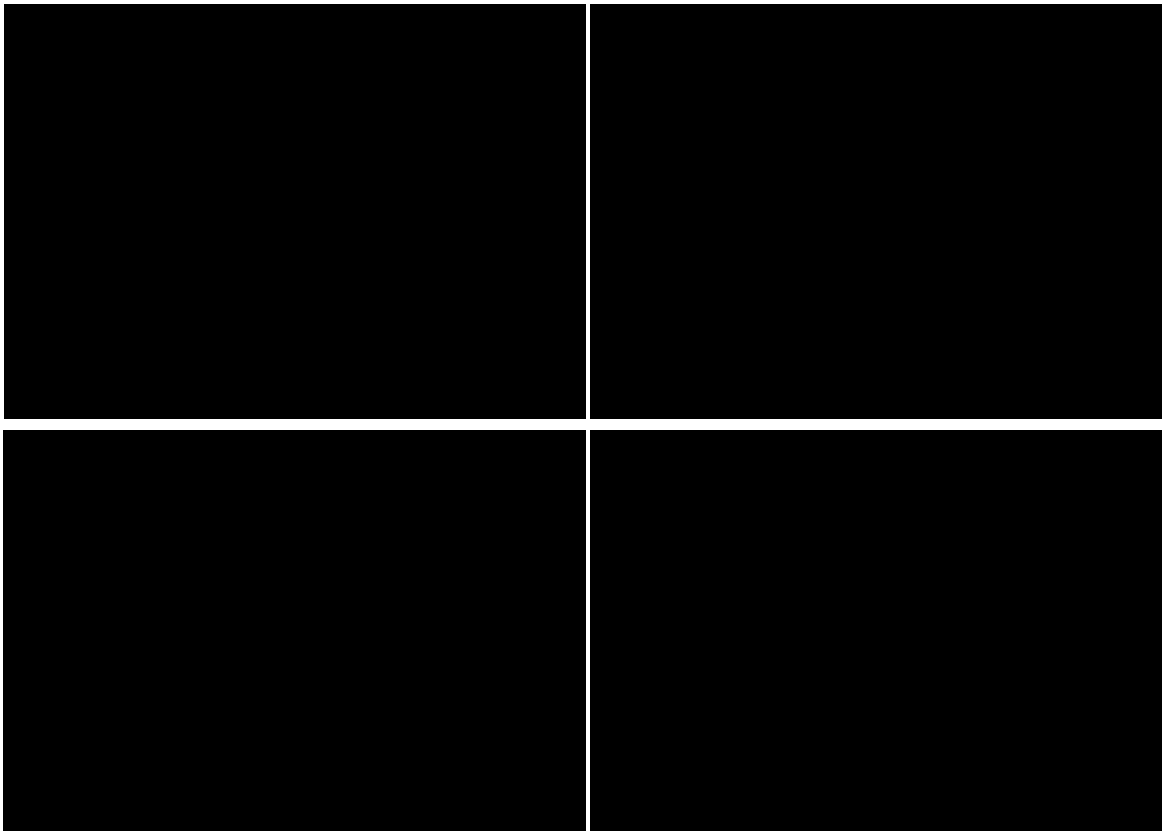


Figura 7 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Valores médios dos escores de consolidação radiográfica dos três grupos experimentais, aos 15, 30, 45 e 60 dias de pós-operatório.

Aos 15 dias de avaliação clínica da marcha, evidenciou-se o melhor desempenho dos cães tratados com enxerto de subprodutos da fresagem femoral (Figura 9), pois 75% destes (n=3) encontravam-se em grau V de claudicação, ao passo que dos cães tratados com enxerto de osso esponjoso autógeno, apenas um (25%), apresentava-se

em grau V. Este resultado pode ser atribuído à este tipo de enxertia, que como citado por Baker et al. (2011) em seu estudo, acelerou o processo cicatricial ósseo, possibilitando o retorno precoce a função completa do membro tratado.

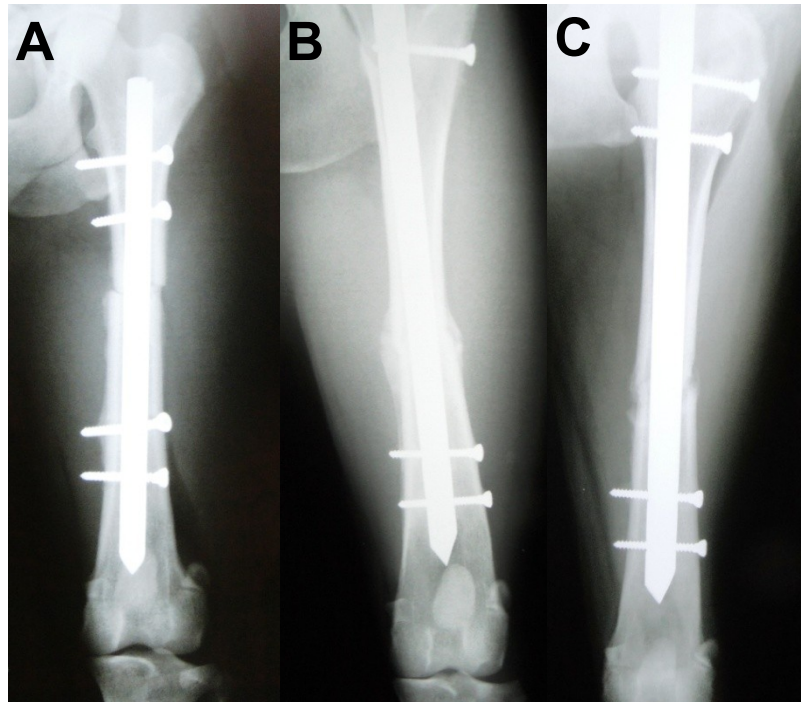


Figura 8 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Imagem radiográfica dos 30 dias de pós-operatório dos grupos I (A), II (B) e III (C), evidenciando a maior formação de calo ósseo no grupo II (seta).

A análise estatística dos resultados obtidos na avaliação deambulatória não revelou diferença estatística entre os grupos, entretanto ao realizar-se a comparação da média dos graus de claudicação de cada grupo nos diferentes tempos de pós-operatório, constatou-se a superioridade do grupo II em relação aos demais grupos até o 15º dia de pós-operatório, corroborando também com o descrito pelo autor supracitado e com Li et al. (2003) que descrevem que as células fornecidas pelo enxerto proveniente da fresagem intramedular contribuem para a acelerar o processo de cicatrização e formação óssea, contribuindo conseqüentemente para uma cura mais rápida.

Já ao 30º dia, observou-se que o desempenho do grupo tratado com subprodutos da fresagem intramedular foi semelhante ao do grupo III, mas ainda superior ao do grupo I. No 60º dia, o desempenho dos grupos tratados foi igual, entretanto superior à do grupo não tratado (grupo I). Todos os grupos do presente estudo apresentaram uma evolução clínica da marcha considerada satisfatória, porém observou-se o melhor desempenho dos cães que receberam algum tipo de enxertia, achado que pode ser justificado pela afirmação de Stevenson (2005) e Millis & Martinez (2007), que citaram que a utilização de enxertos possibilita uma melhor evolução do quadro clínico, devido às propriedades biológicas e mecânicas oferecidas pelo mesmo.

A avaliação da marcha em ambiente antiderrapante foi considerada adequada para tal procedimento, pois evitou que ocorressem alterações durante a marcha dos animais que pudessem interferir no resultado da consolidação da fratura. O espaço amplo permitia a avaliação do animal parado em estação, além de disponibilizar espaço físico livre de interferência externa para o passo, trote ou galope. A progressão para os diferentes graus de claudicação observados no membro pélvico dos diferentes grupos avaliados, segundo Tudury & Raiser (1985), pode ser observada no Anexo 3.

Ao final dos 60 dias de avaliação pós-operatória 91,6% (n=11) dos animais deste estudo apresentavam-se em grau V de claudicação. Este resultado é considerado bastante satisfatório, pois como descreveram Clark & Mclaughlin (2001) e Langley-Hobbs & Friend (2002) o retorno da função do membro é o principal objetivo da fixação das fraturas. A taxa de recuperação obtida demonstrou a eficiência da técnica de hastes bloqueadas, mostrando resultados superiores aos obtidos por Moses et al. (2002), que conseguiram a recuperação de 86% dos pacientes com fraturas de úmero. Já Hutzschenreuter et al. (1969) citaram que o uso funcional do membro é considerado um parâmetro fundamental para avaliar a qualidade de cura da fratura, baseado neste achado evidencia-se o sucesso da técnica de hastes bloqueadas na fixação de fraturas diafisárias femorais induzidas.

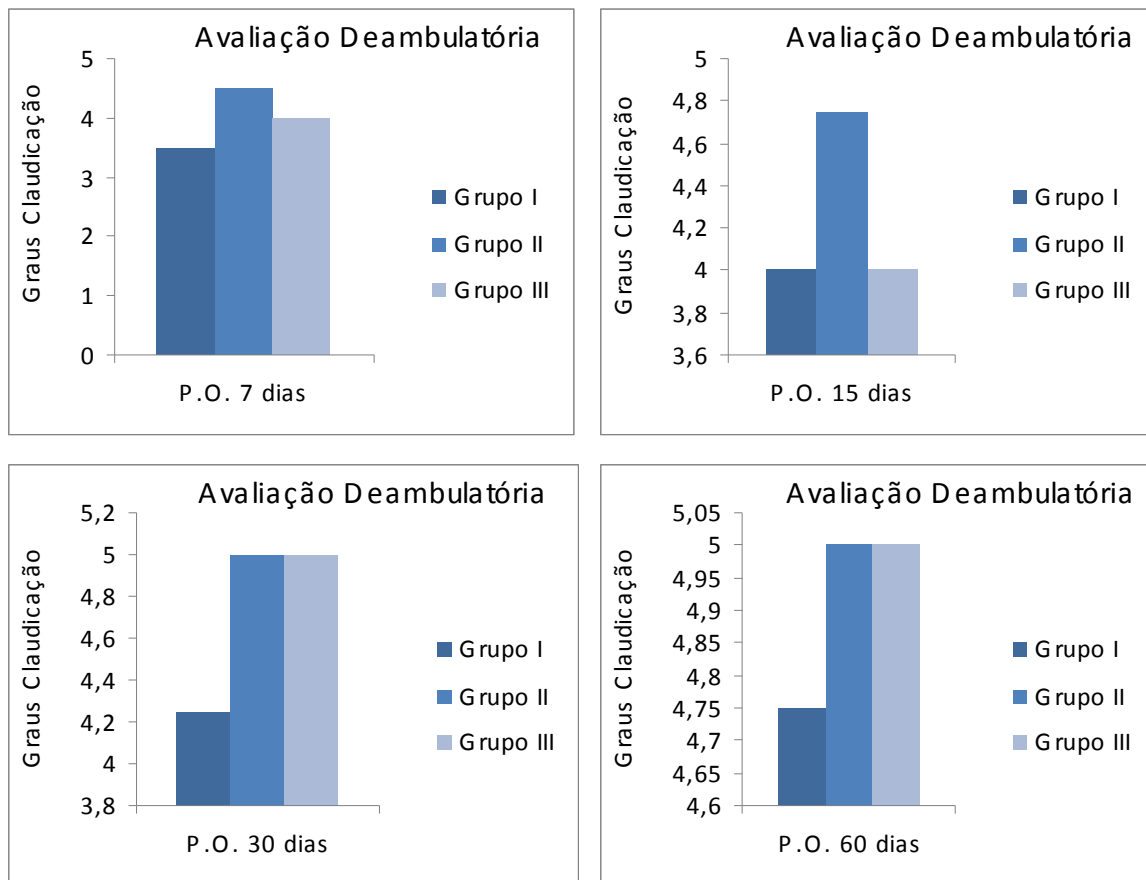


Figura 9 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Valores médios dos graus de claudicação dos três grupos experimentais, aos 7, 15, 30 e 60 dias de pós-operatório.

O uso funcional do membro é considerado um parâmetro fundamental para avaliar a qualidade de cura da fratura, e deve ser avaliado juntamente com os exames radiográficos, para determinar precisamente a recuperação dos pacientes e determinar ou não a retirada dos implantes (HUTZSCHENREUTER et al., 1969).

Dois cães apresentaram claudicação do membro torácico direito no pós-operatório (PO) imediato, mas que regrediu entre o segundo e terceiro dia de PO. Este sinal clínico provavelmente ocorreu devido à manipulação dos tecidos moles e do osso

causado pelo procedimento de coleta do osso esponjoso, semelhante ao descrito por Dawson et al. (1981), que avaliaram pacientes humanos submetidos à retirada de enxerto autógeno esponjoso do osso ilíaco e constataram dor e desconforto no local doador do enxerto após a cirurgia.

O enxerto autógeno ainda é o método mais utilizado na prática cirúrgica devido aos seus amplos benefícios citados (WEIGEL, 1993; JOHNSON, 1995; STEVENSON, 2005; MILLIS & MARTINEZ, 2007; ELLIS & SIM 1993), porém, apresenta uma série de inconvenientes que não podem ser eliminados, como maior período de convalescença e susceptibilidade às infecções no sítio doador e edema (HARRISS et al., 2004). Todos estes inconvenientes justificam a realização do presente estudo, que buscou avaliar uma nova opção de enxerto, que possui todas as vantagens acima descritas e não ocasiona os mesmos efeitos deletérios no paciente.

A remoção das hastes não foi realizada em nenhum animal, pois não haviam alterações radiográficas ou clínicas que justificassem a mesma. Esta decisão foi baseada no critério determinado por Hutzschenreuter et al. (1969) que citaram que a avaliação radiográfica em conjunto com a avaliação clínica da marcha determinam precisamente a necessidade de retirada ou não dos implantes. Além disso a conduta adotada neste estudo evitou que os cães fossem submetidos a outro procedimento anestésico e cirúrgico, como também citado por Moses et al. (2002) e Duhautois (2003).

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente experimento, pode-se concluir que:

1 – O uso de hastes bloqueadas é um método eficiente para a osteossíntese de fraturas femorais transversas diafisárias em cães, não possuindo alterações ou inconvenientes no pós-operatório dos animais.

2 – A avaliação radiográfica do processo de consolidação óssea demonstra que no grupo tratado com o enxerto de subprodutos da fresagem intramedular femoral, a formação de calo óssea é mais precoce.

3 – A avaliação clínica da marcha, aos 15 dias de pós-operatório, demonstra a superioridade da evolução deambulatória nos animais que receberam o enxerto de subprodutos da fresagem intramedular femoral em relação ao grupo tratado com o enxerto de osso esponjoso autógeno.

4 – O enxerto de subprodutos da fresagem intramedular femoral é uma opção viável e eficiente de adjuvante cicatricial ósseo em fraturas de ossos longos de cães. Sugere-se avaliar o seu uso em pacientes fraturados de rotina hospitalar.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEGRINI Jr., S. et al. Bone regeneration in rabbit sinus lifting associated with bovine BMP. **Journal of Biomedical Material Research**, v.15, p.127-131, 2004.
- ARON, D.N.; PALMER, R.H.; JOHNSON, A.L. Biologic strategies and a balanced concept for repair of highly comminuted long bone fractures. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**. v. 7, p. 35-38., 1995.
- ATTAELMANAN, A. et al. Digitization and display of intra-oral films. **Dentomaxillofacial Radiology**, v.29, p.97-102, 2000.
- BAKKER, A. D. et al. Reaming debris as a novel source of autologous bone to enhance healing of bone defects. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v. 97, p. 457–465, 2011. doi: 10.1002/jbm.a.33080
- BEALE, B., 2004. Orthopedic Clinical Techniques Femur Fracture Repair. Clin. Tech. Small Anim. Pract., 19: 134-150.
- BRUMBACK, R.J. et al. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part II: Fracture-healing with static interlocking fixation. **Journal of Bone and Joint Surgery American**, v.70, n.10, p.1453-62, 1988.
- CARVALHO, D.C.L. et al. Tratamento não farmacológico na estimulação da osteogênese. Estudo comparativo do efeito do ultra-som terapêutico de 1MHz com frequência de repetição de pulso de 100MHz e 16 HZ no reparo de osteotomia por escareação em tibia de rato. **Revista da saúde pública**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 647-654, Mai., 2004.
- CASANOVA, M. L. S. **Análise comparativa das variações de tempos de exposição, tipo de processamento e do efeito da degradação das soluções processadoras na**

qualidade da imagem radiográfica. 2002. 149f. Dissertação (Mestrado em Radiologia Odontológica) - Universidade Estadual de Campinas, 2002.

CHALIDIS, B. E. et al. Reamed interlocking intermedullary nailing for the treatment of tibial diaphyseal fracture and aseptic nonunions. Can we expect an optimum results: Strategies **Trauma Limb Reconstruction**, v.4, n. 2, p. 89-94, 2009.

COURT-BROWN, C.M. et al. Exchange intramedullary nailing. Its use in aseptic tibial nonunion. **Journal of Bone Joint Surgery**, v.77,p. 407–411. 1995.

DAWSON E.G. et al. Intertransverse process lumbar arthrodesis with autogenous bone graft. **Clinical Orthopedics**, v. 15, p. 90-113, 1981.

DE MARVAL, C.A. 2006. Estudo *ex vivo* e *in vivo* de polímero biocompatível como material alternativo na confecção de haste bloqueada para redução de fraturas em úmeros de bezerros. 54f. (Dissertação - Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

DOUAT, E. S. V.. 2004. 74f. **Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) –** Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

DUELAND, R. T. et al. Structural properties of interlocking nails, canine femora, and femur-interlocking nail constructs. **Veterinary Surgery**, v. 25, n. 5, p. 386-396, 1996.

DUELAND, R. T. et al. Interlocking nail treatment of diaphyseal long-bone fractures in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.214, n.1, p.59-66, 1999.

DUHAUTOIS, B. L'enclouage verrouillé vétérinaire: étude clinique rétrospective sur 45 cas. *Pratique medicale and chirurgicale de l'animal de compagnie*, v.30, n.5, p.613-630, 1995.

DUHAUTOIS, B. Use of veterinary interlocking nails for diaphyseal fractures in dogs and cats: 121 cases. **Veterinary Surgery**, Filadelfia, v. 32, p. 8-20, 2003.

DURALL, I.; DIAZ, M. C. Early experience with the use of an interlocking nail for the repair of canine femoral shaft fractures. **Veterinary Surgery**, v.25, n.5, p.397-406, 1996.

EHRHART, N. P. et al. The effect of host tissue irradiation on large-segment allograft incorporation. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 435, p. 43-51, 2005.

ELLIS, E.; SINN, D.P. Use of homologous bone in maxillofacial surgery. **Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v.51, p.181- 1193, 1993.

FAIRBANK, A. C.; THOMAS, D.; CUNNINGHAM, B.; CURTIS, M.; JINNAH, R. H. Stability of reamed and undreamed intramedullary nails: a biomechanical study. **Injury**, Kidlington, v. 26, n. 7, p. 483-485, 1995.

FRANCO, K.L. et al. Hidroxiapatita sintética pura, hidroxiapatita associada ao colágeno e hidroxiapatita sintética associada ao lipossoma como substitutos ósseos em defeitos provocados na tíbia de cães: aspectos da osteointegração à microscopia de luz transmitida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, p.431-436, 2001.

FROLKE, J.P. et al. Viable osteoblastic potential of cortical reamings from intramedullary nailing. **Journal of Orthopedic Research**, v. 22, p.1271–1275, 2004.

GAUTSCHI, O. P. et al. Bone morphogenetic proteins in clinical applications. **Anz Journal of Surgery**, v.77, p. 626–631, 2007.

GILLETTE, R. Gait analysis. In: MILLIS, D. L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R. A. **Canine rehabilitation & physical therapy**. 1rd ed. Missouri : Elsevier, 2004. c.11, p. 201-210.

GIORDANO, P. P. **Aplicação de haste intramedular bloqueada modificada para correção de fraturas femorais. Estudo clínico em cães**. Jaboticabal. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

GUPTA, A. Dynamic compression nail: a preliminary report. **Musculoskeletal disorders**, v. 2, n. 6. 2001.

GUGALA, Z.; GOGOLEWSKI, S. The in vitro growth and activity of sheep osteoblasts on three-dimensional scaffolds from poly (L/DL-lactide) 80/20%. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v. 75, p. 702–709, 2005.

HAMMER, T.O. et al. Effect of re-implanted particles from intramedullary reaming on mechanical properties and callus formation: a laboratory study. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v.89, p.1534–1538, 2007.

HARARI, J. Treatments for feline long boné fractures. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Praticce**, Philadelphia, v. 32, n. 4, p. 927-947, 2002.

HARRISS, F. K. et al. Evaluation of a technique for collection of cancellous bone graft from the proximal humerus in horses. **Veterinary Surgery**, v.33, p. 293-300, 2004.

HATTORI H. et al. Osteogenic potential of human adipose tissue-derived stromal cells as an alternative stem cell source. **Cells Tissues Organs**, v.178, n.1, p.2-12, 2004.

HOLLAMBY, S.; DIJARDIN, L. M.; SIKARSKIE, J. G.; HAEGER, J. Tibiotarsal fracture repair in a bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) using an interlocking nail. **Journal ZooWildlife Medicine**, Lawrence, v. 35, n. 1, p. 77-81, 2004.

HORSTMAN, C. L. et al. Biological osteosynthesis versus traditional anatomic reconstruction of 20 long-bone fractures using an interlocking nail: 1994-2001. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 33, n. 3, p. 232-237, 2004.

HUTZSCHENREUTER, R. et al. Some effects of rigidity of internal fixation on the healing pattern of osteotomies. **Injury**, v.1, p. 77-81, 1969.

JOHNSON, A.L. Principles of bone grafting. **Seminars in Veterinary Medicine and Surgery**, v.6, n.1, p.90-99, 1991.

JOHNSON, A.L. Bone grafting. In: OLMSTEAD, M.L. **Small animal orthopedics**. St. Louis: Mosby, p.146-151, 1995.

JUBEL, A. et al. Elastic stable intramedullary nailing of midclavicular fractures in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, Surrey, v. 37, n. 3, p. 480-483, 2003.

KUNTSCHER, G. Intramedullary surgical technique and its place in orthopaedic surgery. My present concept. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v.47,p. 809-818, 1964.

LANGLEY-HOBBS, S. J.; FRIEND, E. Interlocking nail repair of a fractured of the femur in a turkey. **Veterinary Record**, London, v. 150, n. 8, p.247-248, 2002.

LARIN, A. et al. Repair of diaphyseal femoral fractures in cats using interlocking intramedullary nails: 12 cases (1996-2000). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.219, n.8, p.1098-1104, 2001.

LEVINE, D. et al. Introduction to Veterinary Physical Rehabilitation. **Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice**, v. 35, n. 6, p.1247-1254, 2005.

LI, S. et al. Study on rabbit mesenchymal stem cells differentiation to the adipogenic or osteogenic lineage in vitro. **Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi**, v.20, n.2, p.209-213, 2003.

MILLIS, D. L., MARTINEZ, S. A. Enxertos ósseos. In: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. Manole: São Paulo, v. 2, cap.133, p. 1875-1891, 2007.

MARTINEZ, S.A.; WALKER, T. Bone grafts. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.29, n.5, p.1207-1219, 1999.

JOHNSON, A.L. Bone grafting. In: OLMSTEAD, M.L. **Small animal orthopedics**. St. Louis: Mosby, p.146-151, 1995.

Mc LAUGHLIN, R. M. Internal fixation: intramedullary pins, cerclage wires, and interlocking nails. **The Veterinary Clinics of North America – Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 29, n. 5, p. 1097-1119, 1999.

MILLIS, D. L.; PROBST, C. W. Moléstias que afetam a consolidação óssea. In: BOJRAB, M. J.. **Mecanismos de moléstias na cirurgia de pequenos animais**. 2 ed. São Paulo: Manole, cap. 103, p. 816-821, 1996.

MOSES, P. A. et al. Intramedullary interlocking nail stabilization of 21 humeral fractures in 19 dogs and one cat. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 80, n. 6, p. 336-343, 2002.

PORTER, J.R. et al. Bone Tissue Engineering: A Review in Bone Biomimetics and Drug Delivery Strategies. **American Institute of Chemical Engineers Biotechnol. Prog.**, v.25, p.1539–1560, 2009.

POTIER, E.; PETITE, H. Utilisation thérapeutique des cellules souches en orthopédie. *Pathol. Biol.*, v.53, p.142-148, 2005.

PIERMATTEI, D.L.; FLO, G.L. Bone grafting. In: _____. **Small animal orthopedics and fracture repair**. 3.ed. Philadelphia : Saunders, Cap. 3, p. 147-153, 1997.

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.

SCHMAEDECKE, A.; FERRAZ, V.C.M.; FERRIGNO, C.R.A. Aplicabilidade e exeqüibilidade da técnica de interlocking nail como tratamento de fraturas diafisárias de fêmur em cães. **Revista de Educação Continuada do CRMV, São Paulo**, v. 8, n. 1, p. 19-25, 2005.

SCHEMITSCH, E. et al. Comparison of the effect of reamed and unreamed locked intramedullary nailing on blood flow in the callus and strength of union following fracture of the sheep tibia. **Journal of Orthopaedic Research**, v.13, p. 382–389, 1995.

SCHMIDMAIER, G. et al. Quantitative assessment of growth factors in reaming aspirate, iliac crest, and platelet preparation. **Bone**, v. 39:1156–1163, 2006.

STIFFLER, K.S. Internal fracture fixation. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.19, n.3, 105-113. 2004, cap.4.

TANGNER, C.H. Physical therapy in small animal patients: basic principles and application. **The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.6, n.10, p.933-936, 1984.

TUDURY, E.A; RAISER, A.G. Redução de fraturas distais do fêmur de cães, empregando dois pinos de Steinmann em substituição aos de Rush. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.15, n.2, p.141-155, 1985.

WEIGEL, J.P. Bone grafting. In: BOJRAB, M.J.; SMEAK, D.D.; BLOOMBERG, M.S. **Disease mechanisms in small animal surgery**. 2.ed. Philadelphia : Lea & Febiger, Cap. 98, p. 678-684, 1993.

WENISCH, S. et al. Human reaming debris: a source of multipotent stem cells. **Bone**, v. 36, p. 74–83, 2005.

WHITE, T. et al. The early response to major trauma and intramedullary nailing. **Journal of Bone and Joint Surgery**, Needham, v. 88, n. 6, p. 823-827, 2006.

WISS, D. A.; BRIEN, W. W.; STETSON, W. B. Interlocked nailing for treatment of segmental fractures of the femur. **Journal of Bone and Joint Surgery**, Needham v. 72, n. 5, p. 724-728, 1990.

WOODARD, A. S. et al. The synergistic activity of avb3 integrin and PDGF receptor increases cell migration. **Journal of Cell Science**, v.111, p. 469-478, 1998.

7 ANEXOS

Anexo 1 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães.
Ficha para avaliação clínica da marcha realizada pelo observador.

FICHA AVALIAÇÃO DEAMBULATÓRIA	
Nome:	
Numero Cão:	
Data Cirurgia:	
Parâmetro de Avaliação	
Graus de Claudicação	Avaliação
Grau I	Não usa e nem apóia o membro
Grau II	Uso e apoio infrequente dos membros durante estação e ao caminhar, deitando-se com freqüência. Não sustenta o peso no membro afetado elevando-os ao correr (carrinho anterior);
Grau III	Uso claudicante do membro na estação e ao caminhar. Sustentação parcial do peso, elevando o membro ao correr
Grau IV	Caminha sem claudicar e posiciona-se normalmente em estação. Claudica ao correr sem elevar o membro
Grau V	Uso funcional do membro
Modificado de TUDURY e RAISER (1985).	
Avaliação Deambulatória	
Dias P.O.	Grau
1°	
2°	
3°	
4°	
5°	
6°	
7°	
8°	
9°	
10°	
11°	
12°	

Anexo 2 – Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Escores consolidação radiográfica aos 15, 30, 45 e 60 dias de pós-operatório.

Dias P.O.	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Cão				
01	1	1	1	1
02	1	1	1	2
03	0	1	1	1
04	1	1	1	1
05	1	1	1	2
06	1	1	1	2
07	1	1	2	2
08	1	1	2	2
09	1	1	1	2
10	1	1	1	2
11	1	1	1	1
12	1	1	2	2

Anexo 3 - Subprodutos da fresagem intramedular femoral ou osso esponjoso autógeno na osteosíntese femoral com hastes bloqueadas em cães. Progressão para os diferentes graus de claudicação observados no membro pélvico dos cães nos diferentes grupos avaliados, segundo Tudury e Raiser (1985).

Dias P.O.	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	15°	30°	60°
Cão										
01	III	III	III	III	III	III	IV	IV	V	V
02	II	III	III	III	III	III	III	IV	IV	V
03	III	III	III	III	III	III	III	IV	IV	V
04	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV
05	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	V	V
06	III	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V
07	III	III	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V
08	III	III	III	IV	IV	IV	V	V	V	V
09	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	V	V
10	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	V	V
11	II	III	III	III	IV	IV	IV	IV	V	V
12	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	V	V