

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Osteossíntese Minimamente Invasiva com Placa (MIPO) sem radiografias transoperatórias no tratamento de fraturas em ossos longos de cães e gatos

Lenise Nascimento Flôres

PORTO ALEGRE
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Osteossíntese Minimamente Invasiva com Placa (MIPO) sem radiografias transoperatórias no tratamento de fraturas em ossos longos de cães e gatos

Autor: Lenise Nascimento Flôres

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na área de Morfologia, Cirurgia e Patologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi

PORTO ALEGRE
2013

CIP - Catalogação na Publicação

FLÔRES, LENISE NASCIMENTO
Osteossíntese Minimamente Invasiva com Placa
(MIPO) sem radiografias transoperatórias no
tratamento de fraturas em ossos longos de cães e
gatos / LENISE NASCIMENTO FLÔRES. -- 2013.
58 f.

Orientador: Marcelo Meller Alievi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. Ortopedia. 2. Osteossíntese Minimamente
Invasiva. 3. MIPO. 4. Cirurgia. I. Alievi, Marcelo
Meller, orient. II. Título.

Lenise Nascimento Flôres

Osteossíntese Minimamente Invasiva com Placa (MIPO) sem radiografias transoperatórias no tratamento de fraturas em ossos longos de cães e gatos

Aprovada em ___/___/_____

APROVADO POR:

Prof. Dr. MARCELO MELLER ALIEVI
Orientador e Presidente da Comissão

Profª. Dra. ANA CRISTINA PACHECO ARAÚJO - UFRGS
Membro da Comissão

Prof. Dr. CARLOS AFONSO DE CASTRO BECK - UFRGS
Membro da Comissão

Prof. Dr. JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER - UFSM
Membro da Comissão

DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação à minha maior incentivadora,
àquela que foi minha primeira “mestre”,
minha mãe!*

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus e a São Francisco de Assis, que cuidam de mim e dos pacientes que não posso cuidar.

Meu pai e minha mãe, que sempre nos ensinaram a sermos honestos, humildes e principalmente a corrermos atrás dos nossos sonhos.

Meus irmãos, principalmente minha irmã Vaniza pelo amor incondicional, incentivo e compreensão.

Meu irmão Leandro, sempre muito sensato e justo. Me pegou no colo sempre que precisei e fez com que eu andasse com minhas próprias pernas quando necessário. Obrigada mano, pelo colo e pela casa!

Ao Rodrigo, que chegou definitivamente na finalera do mestrado, mas que escreve minha história de vida há uns 20 anos. Obrigada meu querido pela paciência e compreensão nestes últimos meses.

Obrigada especial ao meu orientador Marcelo Alievi, que mesmo sem me conhecer direito apostou em mim. Muito obrigada por toda dedicação à alguém que estava engatinhando na ortopedia, onde a única coisa que tinha era muita vontade de aprender!

Devo agradecer também ao meu primeiro orientador, ainda na graduação, Prof. João Eduardo Schossler, que me mostrou o mundo da ortopedia.

Obrigada à prefeitura Municipal de Palmares do Sul, principalmente meus colegas da secretaria de agricultura, que apoiaram minha busca pelo aprimoramento profissional, e entenderam minha ausência.

Obrigada ao pessoal da radiologia, que sempre estava disponível aos incessantes exames dos meus pacientes.

Obrigada ao pessoal do SOTVET, hoje meus amigos: Simone, Aline, Eglete, Paula, Kauê, Verônica, Mariana, Luciana, Arthur, Letícia e Pedro. Pode parecer clichê mas no meu caso é totalmente verdadeiro: sem vocês este projeto não sairia.

Obrigada especial à Simone, que esteve comigo em quase todas as cirurgias do projeto e da rotina, e à Paula, que ajudou com as traduções.

Aos queridos pacientes, muito obrigada por todas as vezes em que não entendiam nada do que estava acontecendo, mas confiaram nas mãos de quem os pegava no colo!

Por final agradeço a oportunidade, agradeço ao Hospital de Clínicas Veterinária da UFRGS, a todos os professores, técnicos, residentes e funcionários que mesmo com toda rotina “exaustiva” do hospital não esquecem que estamos sempre ensinando e aprendendo, visando sempre o melhor para os animais.

RESUMO

As fraturas de ossos longos são frequentes na rotina clínica cirúrgica de pequenos animais. Com o avanço da ortopedia veterinária faz-se necessário aperfeiçoar as técnicas existentes e descobrir novas formas de tratamento menos agressivas e com menos taxas de complicações, como a osteossíntese minimamente invasiva com placas (MIPO). Esta técnica promove a estabilização de fraturas mediante a inserção da placa por pequenas incisões de pele, através de um túnel epiperiosteal, sem mexer no foco de fratura. O objetivo do presente estudo foi avaliar a técnica de MIPO sem radiografia transoperatória no tratamento de fraturas diafisárias em ossos longos de cães e gatos. Para tal foi utilizada uma amostra por conveniência a partir da rotina do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS. Participaram efetivamente 15 animais neste projeto, sendo quatro gatos e 11 cães, tendo sido reparadas 16 fraturas. Os animais apresentavam em média $13 \pm 9,76$ kg (de 3kg a 36,7kg) de peso e $35 \pm 26,53$ meses (de 6 meses a 7 anos) de idade. Após anestesia geral inalatória e preparação asséptica do membro fraturado, foram realizadas duas pequenas incisões na pele, uma na região proximal e outra na distal do osso fraturado. Após a manipulação e redução fechada da fratura, inseria-se a placa ortopédica metálica pela incisão distal através de um túnel epiperiosteal previamente realizado adjacente ao eixo axial do osso fraturado. A placa foi fixada definitivamente com dois ou três parafusos corticais em cada seguimento, distal e proximal. Os pacientes foram avaliados clínica e radiograficamente a cada 30 dias, até os 90 dias de pós-operatório. Das 16 fraturas corrigidas, oito foram de tíbia, cinco de fêmur e três de rádio. Destas, 10 eram cominutivas, cinco transversas e uma oblíqua. O tempo cirúrgico variou de 31 a 120 minutos (média e desvio padrão de $62,75 \pm 22,44$ min) independente do osso acometido. A consolidação óssea se deu entre 30 e 120 dias para todos os pacientes, em média aos 73 dias. A complicação mais frequente foi desvio de membro, seguida de reabsorção óssea próxima aos parafusos. Concluiu-se que a técnica de MIPO sem radiografias transoperatórias é eficaz no tratamento de fraturas diafisárias de ossos longos como rádio, tíbia e fêmur de cães e gatos, com uso funcional do membro de forma precoce.

Palavras-chave: fraturas, osteossíntese biológica, ortopedia.

ABSTRACT

Long bone fractures are a common event in the small animal practice. As veterinary orthopedics evolves it is necessary to refine existing osteosynthesis methods and develop less invasive methods with lower complication rate. The minimal invasive plate osteosynthesis (MIPO) is a current method developed according to this concept. This technique allows fracture stabilization through small skin incisions and a communicating epiperiosteal tunnel. In addition it does not touch fracture hematoma. The study purpose was to evaluate the MIPO technique to treat small animals long bone fractures without intraoperative radiographs. A convenience sample of clinical patients from the Hospital de Clínicas Veterinárias of UFRGS was used. 15 animals and 26 fractures meet the criteria for the study, four cats and 11 dogs. The animals average weight and standard deviation was $13 \text{ kg} \pm 9,76$ (minimum 3kg, maximum 36,7kg) and average age and standard deviation was $35 \pm 26,53$ months (minimum 6 months, maximum 7 years). After general inhalatory anesthesia, the fracture limb was prepared aseptically. The plate was placed through two small skin incisions one in the proximal aspect of the fractured bone and another distal. After manipulation and closed reduction of the fracture, the plate was inserted through the distal skin incision into the epiperiosteal tunnel previously done. Each bone fragment was attached to the plate with two or three cortical screws. The patients received clinical and radiograph rechecks every 30 days up to 90 days of post-operative. 16 fractures were fixed: eight tibial fractures, five femoral fractures and three radial fractures. 10 were comminuted fractures, five transverse and one oblique. Surgical time was from 31 to 120 minutes, mean $62,75 \pm 22,44$ minutes. All patients achieved bone healing. Bone healing happened between 30 and 120 days, on average 73 days. The most common complication was limb mal alignment and proximal bone resorption near the implants. MIPO technique was efficient to treat long bone small animal fracture in radius, tibia and femur, allowing earlier functional use of the limb.

Key words: fracture, biological osteosynthesis, orthopedics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Canino com fratura de tíbia (MPD). Incisão de aproximadamente 3cm na extremidade distal do osso fraturado para posterior passagem da placa para osteossíntese minimamente invasiva.....	32
Figura 2-	Canino com fratura de tíbia. Após incisão distal e proximal ao osso fraturado, foi confeccionado um túnel epiperiosteal com auxílio de um elevador de periósteo para posterior passagem de placa para osteossíntese minimamente invasiva.....	32
Figura 3-	Canino com fratura de tíbia. Introdução de uma placa óssea DCP e fixação de parafusos distais e proximais a partir da janela previamente confeccionada.....	33
Figura 4-	Canino com fratura diafisária, obliqua de tíbia direita. B) Imagem do animal no pós-operatório imediato de osteossíntese minimamente invasiva de tíbia direita. C) Imagem com 30 dias de pós-operatório. Observar a consolidação óssea presente. D) Canino com 90 dias de pós-operatório. Remodelação do calo ósseo. Projeção craniocaudal e mediolateral.....	41
Figura 5-	Canino com fratura de tíbia direita reparada com osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO). 60 dias de pós-operatório. Observar o adequado alinhamento dos membros.....	42
Figura 6-	Canino com fratura transversa na região diafisária do rádio (MAE). A) Imagem do pós-operatório imediato após osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO). B) Imagem após a retirada da placa, com 150 dias de pós-operatório. Notar consolidação óssea. C) Sete dias após a retirada, refratura do membro. D) 30 dias após a 2ª intervenção cirúrgica, notar a formação de calo ósseo.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Características clínicas dos cinco graus utilizados para apreciar o uso do membro de caninos e felinos submetidos à MIPO.....	34
Tabela 2-	Dados clínicos dos 15 animais submetidos a osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO) quanto a espécie, raça, peso, idade, local e tipo de fratura.....	36
Tabela 3-	Dados cirúrgicos de cada animal submetido a osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO) quanto ao tipo de placa utilizada,tamanho (mm) e nº de furos, nº de parafusos, tempo cirúrgico (min), utilização de pino IM (mm), tempo de união óssea (dias).....	38
Tabela 4-	Tipo, número e frequência de animais que apresentaram complicações após osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO).....	39
Tabela 5-	Avaliação deambulatória dos animais após 10, 30, 60 e 90 dias da osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO).....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVO.....	14
2.1	Geral.....	14
3	REVISÃO.....	14
3.1	Fraturas em ossos longos de pequenos animais.....	14
3.2	Cicatrização óssea.....	15
3.3	Diagnóstico por imagem.....	17
3.4	Métodos de osteossíntese.....	19
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1	Animais.....	29
4.2	Pré-operatório e procedimento anestésico.....	29
4.3	Procedimento cirúrgico.....	31
4.4	Pós-operatório.....	33
4.5	Avaliação radiográfica.....	34
4.6	Avaliação clínica e deambulatória.....	34
5	RESULTADOS.....	35
5.1	Procedimento anestésico.....	37
5.2	Procedimento cirúrgico.....	37
5.3	Pós-operatório.....	38
5.4	Avaliação radiográfica.....	40
6	DISCUSSÃO.....	44
7	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A.....	58

1. INTRODUÇÃO

As fraturas de ossos longos são frequentes na rotina clínica cirúrgica de pequenos animais. Estas fraturas usualmente ocorrem devido às injúrias de alto impacto, como quedas de locais altos, acidentes automobilísticos e feridas por projéteis balísticos (ROMANO *et al.*, 2008), onde muitas são cominutivas e de difícil reconstrução anatômica.

Fraturas em ossos longos podem ser tratadas com sucesso por uma variedade de métodos, incluindo placas metálicas, pinos e fios de aço, fixadores esqueléticos externos e hastes bloqueadas. Fatores mecânicos e biológicos devem ser considerados quando se seleciona um método para reparação de fraturas (REEMS; BEALE; HULSE, 2003).

Na reconstrução anatômica há o compartilhamento de cargas entre osso e os implantes metálicos e menor probabilidade de falha por fadiga. A formação de calo é diminuída ou ausente, e a consolidação óssea mais demorada (HULSE *et al.*, 1997; PALMER, 1999).

O princípio da reconstrução anatômica vai de encontro ao do acesso cirúrgico atraumático, já que para conseguir a reconstrução mais próxima possível do osso íntegro, é necessário fazer manipulações muitas vezes agressivas ao ambiente de cicatrização (ONÇA; PRATAS, 2003).

Como alternativa à reconstrução anatômica e estabilização rígida, vem se estudando bastante nos últimos anos a osteossíntese biológica. Os princípios são a mínima manipulação dos fragmentos ósseos e a preservação do invólucro de tecidos e suprimento vascular. Métodos indiretos de redução da fratura são usados, e implantes introduzidos com o mínimo de manipulação e ruptura de tecidos possível. Normalmente o tempo cirúrgico desde tipo de procedimento é menor, e a taxa de infecção também (HULSE *et al.*, 1997).

Uma desvantagem da fixação interna rígida é o excesso de proteção que os implantes demasiadamente rígidos exercem sobre o osso. No caso das placas, pode ocorrer perda de osso ou atrofia óssea por debaixo da placa. Vários estudos demonstraram que é importante a partilha de cargas entre o sistema de fixação e o osso, pois isso estimula a cicatrização óssea (RADASCH, 1999). Ficou também provado que o excesso de rigidez é prejudicial à cicatrização óssea e que os micromovimentos na zona do calo a estimulam (JOHNSON *et al.*, 1996).

Apesar da estabilização interna rígida e a reconstrução anatômica continuarem a ser regra de ouro no que diz respeito a fraturas articulares e periarticulares, o mesmo já não acontece nas fraturas diafisárias. O mais importante nestas fraturas (já não sendo a reconstrução total das linhas de fratura) torna-se, então, assegurar o alinhamento axial no plano frontal e sagital, impedir deformações rotacionais e aumentos ou diminuições importantes do comprimento original do osso (MICLAU; MARTIN, 1997). Hoje sabemos que, numa fratura diafisária, não é grave deixar os seus fragmentos com maior distância entre si, assim como permitir ligeira perda de estabilidade, em favor de proporcionar ao foco de fratura uma resposta biológica ótima, pois esta assegurará, com certeza, bons resultados. O calo ósseo deixa então de ser observação indesejável, reflexo de má osteossíntese, mas sim segurança que a cicatrização óssea está a progredir (PALMER, 1999).

Os objetivos da fixação de fraturas com placas e parafusos incluem fixação estável, restauração do alinhamento do membro e retorno ao uso funcional do membro de forma mais precoce possível (WITSBERGER *et al.*, 2010).

Com o avanço da ortopedia veterinária e com proprietários cada vez mais exigentes, faz-se necessário aperfeiçoar as técnicas existentes e descobrir novas formas de tratamento menos agressivas e com menos taxas de complicações, como se acredita que seja a osteossíntese minimamente invasiva com placas (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis - MIPO).

A MIPO usa os princípios da osteossíntese biológica como não mexer no foco de fratura, mantendo o envelope de tecidos e o hematoma fraturário. As vantagens desta técnica são a possibilidade de tempo cirúrgico menor e retorno ao uso funcional do membro de forma precoce (PALMER, 1999; SCHMOKEL *et al.*, 2007). Por estas razões, a técnica de MIPO vem sendo largamente usada para estabilizar fraturas em ossos longos de humanos (WAGNER, 2003).

Acredita-se que aplicando os princípios de osteossíntese biológica preconizadas na MIPO haverá menor comprometimento vascular, favorecendo a consolidação óssea e menores taxas de complicações como má-união, não-união ou infecção.

A MIPO é uma técnica cirúrgica que promove a estabilização de fraturas mediante a inserção da placa por pequenas incisões de pele, através de um túnel epiperiosteal, sem mexer no foco de fratura. Pode ser realizada em todos os ossos longos e vários tipos de placas podem ser usadas (ZIRAN *et al.*, 2007).

A técnica é bem descrita em humanos, mas em animais não é muito difundida. Faltam dados no Brasil quanto à aplicabilidade para pequenos animais, suas indicações e complicações nos diferentes tipos de fratura.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral:

Avaliar a técnica de Osteossíntese Minimamente Invasiva com Placa (MIPO) sem radiografia transoperatória no tratamento de fraturas diafisárias em ossos longos de cães e gatos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fraturas em ossos longos de pequenos animais

O termo fratura define a perda completa ou incompleta da continuidade do osso ou cartilagem, sendo quase sempre acompanhada por diferentes graus de lesão dos tecidos moles envolventes com possíveis perturbações na irrigação sanguínea e mesmo perda da função locomotora (PIERMATTEI *et al.*, 2006). De modo a uniformizar a apresentação das fraturas, estas podem ser classificadas segundo: o fator causal, comunicação ou não com o exterior, extensão da lesão óssea, número de fragmentos, posição e direção das linhas de fratura, localização no osso, forças exercidas sobre a fratura e estabilidade (HENRY, 2007; SHALES, 2008). As fraturas também podem ser definidas como uma solução de continuidade que pode comprometer a córtex óssea e o canal medular, desequilibrando a integridade óssea, e podendo ser aberta ou fechada, completa ou incompleta, por avulsão, por impactação e patológicas (LEITE, 2005).

Algumas fraturas de rádio e ulna, tíbia e fíbula, fêmur e úmero são responsáveis por grande parte dos atendimentos na clínica cirúrgica de pequenos animais (MUIR, 1997; DENNY; BUTEERWORTH, 2006).

Quando o osso é submetido a uma força de baixa velocidade, a energia sobre ele aplicada dissipa-se gradualmente sob a forma de pequenas fissuras. No momento em que o osso fratura, os tecidos envolventes sofrerão apenas um ligeiro trauma e a estrutura óssea apresentará uma fratura simples. Por outro lado, se a força for de alta

velocidade, a energia liberada da fragmentação do osso induzirá fraturas complexas cominutivas e extensas lesões nos tecidos moles envolventes (FOSSUM *et al.*, 2005).

Existem cinco tipos básicos de força: compressão, flexão, cisalhamento, tensão e torção, que afetam o osso de maneira diferente, desenvolvendo cada uma delas um padrão de fratura característico. Ainda assim, a maioria das fraturas surge como resultado da combinação dos diferentes tipos de forças. O conhecimento de qual foi a força predominante causadora da fratura, permitirá ao cirurgião decidir com maior segurança que método de osteossíntese será mais eficiente (RADASCH, 1999).

3.2 Cicatrização óssea

A cicatrização óssea abrange todos os processos que conduzem à reparação de uma fratura (POLO, 1998). O grau de mobilidade ou estabilidade existente no foco da fratura será o fator determinante na cicatrização, induzindo uma reparação primária/direta ou secundária/indireta (DOYLE, 2004).

Compreender como se processa uma cicatrização bem sucedida e perceber quais as razões de algumas fraturas não cicatrizarem são condições chave em ortopedia e traumatologia. A maioria das complicações decorrentes da cicatrização óssea imperfeita tem na sua origem três causas: irrigação sanguínea insuficiente, instabilidade local e presença de infecção (PAULINO, 2009).

Fatores como a localização e o tipo de fratura, envolvimento ou não das superfícies articulares ou das placas de crescimento, tipo de osso afetado, gravidade das lesões nos tecidos moles regionais, integridade vascular, a interposição de tecido necrótico entre os fragmentos, a condição nutricional e a idade do doente, podem interferir também no processo de cicatrização óssea (OLO, 1998; DOYLE, 2004; GOUVÊA, 2010).

Para percebermos a importância da preservação dos tecidos moles no tratamento das fraturas é necessário entender alguns aspectos da cicatrização óssea. Quando ocorre a fratura há uma interrupção da vascularização ao nível das extremidades dos fragmentos que é, em parte, responsável pela necrose dessas extremidades. Ela é mínima quando os fragmentos sofrem pouco deslocamento, mas pode ser considerável quando o mesmo é grande, quando há desvitalização dos tecidos moles ou quando as esquirolas estão desprovidas de aderências musculares. Assim, as manipulações

cirúrgicas traumáticas podem agravar consideravelmente essa necrose (JOHNSON *et al.*, 1996).

Após uma fratura inicia-se um processo de proliferação celular intenso que interessa às células do periósteo, às células do endósteo e as da medula óssea. Esta proliferação ocorre também nos tecidos periféricos onde a multiplicação das células pluripotenciais permite a invasão do calo por neovasos periósseos que são responsáveis pela restauração da continuidade da circulação sanguínea entre os fragmentos e pela vascularização do calo, a dita vascularização extraóssea. A irrigação periosteal passa a ser a mais importante e esta é apoiada pelo suprimento extraósseo vindo da musculatura circundante. Os fragmentos que não se encontrem conectados ao sistema de vasos sanguíneos medulares, mas ainda ligados aos tecidos moles circundantes, podem contribuir para a osteorregeneração. Os fragmentos sem aderências não entrarão no processo de cicatrização. O calo periosteal que se forma, e que serve de ponte entre as duas extremidades da fratura, é inicialmente vascularizado pelo sistema extraósseo e só mais tarde o sistema medular é restaurado. Portanto, a integridade do manto de tecidos moles que envolvem a fratura tem uma importância crucial para a osteovascularização. A musculatura, através dos seus movimentos ativos, ajuda na perfusão sanguínea do osso, atuando como uma fonte extra de irrigação óssea (ONÇA; PRATAS, 2003).

A cicatrização primária ou direta apenas pode ser obtida através de uma cirurgia que assegure fixação interna e estabeleça rigidez absoluta no foco de fratura. Deverão ser aplicados dispositivos que consigam manter as extremidades ósseas a uma proximidade inferior a 2% do espaço inicial e em quase perfeita redução, promovendo uma compressão interfragmentária e mantendo uma estabilidade rígida ao longo de toda a fratura durante o processo de reparação. A cicatrização primária caracteriza-se pela formação direta de tecido ósseo na linha de fratura sem intervenção de qualquer outro tipo de tecido precursor, decorrendo da deposição direta de osso lamelar, seguida da remodelação dos sistemas de *Havers* sem que nunca se forme um calo (POLO, 1998; DOYLE, 2004; SHALES, 2008).

Este tipo de cicatrização mantém-se ativo durante vários meses, portanto, a remoção dos implantes ortopédicos poderá conduzir a refraturas. Se o osso lamelar não estiver disposto em uma orientação fisiológica, mesmo que se considere que radiograficamente a fratura está consolidada, os implantes não devem ser retirados até que tenham passados quatro ou cinco meses no mínimo (POLO, 1998; DOYLE, 2004).

A cicatrização secundária ou indireta caracteriza-se pela formação de um calo primário fibrocartilágneo, o qual posteriormente sofre uma transformação em osso. O calo será tanto maior, quanto maior for a instabilidade (POLO, 1998; DOYLE, 2004; STIFFLER, 2004; SHALES, 2008). Este processo de cicatrização compreende três fases: inflamatória, reparadora e de remodelação, as quais coexistem na mesma linha de fratura (POLO, 1998).

Apesar do calo diminuir progressivamente, a tensão interfragmentária e de preparar os tecidos circundantes para a união óssea definitiva, ele não é capaz de fornecer uma ligação sólida entre os segmentos fraturados. O tecido fibroso vai sendo gradualmente substituído por tecido cartilaginoso, acabando por sofrer processos similares à ossificação endocondral. De igual modo, a mineralização da matriz fibrosa conduzirá à formação de tecido ósseo por via da ossificação intramembranosa. Deste modo, em diferentes locais da mesma fratura, é possível encontrar áreas de ossificação endocondral e de ossificação intramembranosa (POLO, 1998; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999; DOYLE, 2004). A segunda fase reparadora termina, assim que o calo ósseo consiga unir as extremidades, envolvendo a totalidade deste e estabilizando a área. Por fim, a fase de remodelação assegura que o osso fraturado readquira a forma próxima do normal, garantindo que o imaturo tecido ósseo desorganizado seja substituído por tecido ósseo lamelar. Esta etapa pode ter uma duração de meses a anos, dependendo da idade do doente e das forças exercidas sobre o osso durante o período de remodelação (DOYLE, 2004).

3.3 Diagnóstico por imagem

Radiografias são essenciais para o diagnóstico preciso e para a seleção dos melhores procedimentos para a redução, imobilização e também para acompanhamento pós-cirúrgico das fraturas (PIERMATTEI; FLO, 1999).

Atualmente na área de cirúrgica veterinária, investigam-se novos modelos terapêuticos para cicatrização óssea, como é o caso do modelo biológico onde se fixam os fragmentos da fratura sem abordagem cirúrgica à solução de continuidade do osso. A técnica de “não toque” no local de fratura gera grandes dificuldades na reconstrução do comprimento, bem como no alinhamento quanto à translação e a rotação. Isso implica muitas vezes em imperfeições nas reduções e estabilização das fraturas, tendo como

consequência a não união ou união retardada (PIERMATTEI *et al.*, 2006; TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Os exames radiográficos auxiliares devem ser considerados como parte integrante da técnica operatória nas cirurgias ortopédicas, uma vez que a visualização direta não é possível, pois os ossos são estruturas fechadas e compactas, recobertos na maioria das vezes por fâscias, músculos e tendões, que impedem sua inspeção interior, precisa e tridimensional (PIERMATTEI *et al.*, 2006; TONG; BAVONRATANAVECH, 2009). Através destas imagens é possível obter precisão cirúrgica na aposição e alinhamentos ósseos na hora de se reduzir as fraturas, e ainda saber exatamente onde ficarão os implantes para que não haja possibilidade de migração dos mesmos em direção à pele ou estruturas anatômicas indevidas (nervos, órgãos internos, vasos, etc) e tão pouco a perda de mobilidade das articulações, por implantes localizados em cartilagens ou muito próximas a elas (MILLER, 1998; ROEHSIG *et al.*, 2004).

A utilização de imagem radiográfica estática e a visibilidade dinâmica do procedimento em tempo real através da fluoroscopia são meios de orientação trans-cirúrgica para implantação de elemento ortopédico (MARCELLIN-LITTE, 1998).

Roehsig *et al.* (2004) concluíram que a utilização do exame radiográfico transcirúrgico de onze cães, com um aparelho de raios-X odontológico, proporcionou conforto psicológico aos membros da equipe cirúrgica, eficiência nas técnicas e condutas cirúrgicas empregadas, minimizando consequências secundárias a falhas na execução das técnicas operatórias.

Chioratto (2010), em sua dissertação de mestrado, avaliou a utilidade do exame radiográfico transoperatório na cirurgia reparadora de fraturas, previamente diagnosticadas, em cães e gatos. Para isso utilizou 100 animais (81 cães e 19 gatos), com fraturas ósseas, sendo o primeiro exame radiográfico logo após o cirurgião ter reduzido a fratura e posicionado os implantes metálicos. Foram necessários ajustes adicionais para o reposicionamento dos implantes e ou estruturas ósseas em 95% dos procedimentos, o que levou o autor a concluir que a utilização desse exame em ortopedia de cães e gatos é importante no resultado final das reduções e estabilizações de fraturas, por possibilitar maior precisão no posicionamento dos fragmentos ósseos e dos implantes. Constatou que em algumas situações o exame radiográfico transoperatório é imprescindível para evitar erros, como nos casos de fraturas em úmero, tibia e calcâneo, nas fraturas oblíquas e cominutivas, principalmente nas estabilizações fechadas ou por abordagem minimamente invasiva. A utilização de

imagem radiográfica estática durante o procedimento cirúrgico é um meio de orientação transoperatória que proporciona maior precisão na colocação de implantes ortopédicos, bem como a avaliação do grau de coaptação e estabilização dos fragmentos da fratura, principalmente nas reduções fechadas, onde a visualização não é possível.

Para Tong e Bavonratanavech (2009) na técnica de MIPO, a aquisição de imagem por raio-x não é somente um requisito essencial para o diagnóstico e planejamento cirúrgico, mas parte do próprio procedimento cirúrgico. Com a visualização limitada a uma janela através da pele e nenhuma visão dos fragmentos, os intensificadores de imagem tornaram-se ferramentas importantes na MIPO. Todavia, como qualquer outro equipamento, os riscos, benefícios e limitações devem ser avaliados.

3.4 Métodos de osteossíntese

Até 1940, quase todas as fraturas eram reduzidas internamente e estabilizadas por meios externos como talas de coaptação e gesso. Vários métodos de fixação interna das fraturas foram introduzidos e desenvolvidos no mesmo período de tempo do estabelecimento das técnicas assépticas na cirurgia veterinária, abordagens abertas aos vários tipos de ossos e articulações e redução aberta das fraturas (PIERMATTEI *et al.*, 2006).

Em 1958, um grupo suíço de cirurgiões ortopédicos humanos formou o “Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen”, conhecido com a sigla de “AO”, juntamente com a “Association for the Study of Internal Fixation” (ASIF), visando melhor entendimento sobre patologias ósseas e técnicas cirúrgicas. Suas pesquisas visavam rápida consolidação óssea, minimização da dor e retorno da função do membro (WAGNER; FRIGG, 2006). O grupo AO recomendava a redução anatômica, fixação rígida e mobilidade precoce, na busca de um calo cortical sem formação de calo periostal (MULLER, 1993). Esses princípios, entretanto, levavam à desvascularização dos fragmentos ósseos, com aumento do número de infecções e ausência de consolidação em muitos casos (HUNGRIA NETO, 1996; BONE; ANDERS e ROHRBACHER, 1998; ORR *et al.*, 2002).

Para conseguir a correção de uma fratura, o cirurgião ortopédico tem de basear a sua escolha terapêutica conciliando todos os fatores que influenciam direta e indiretamente a osteossíntese, considerando parâmetros mecânicos, biológicos e

clínicos. Se por um lado os esforços na reconstrução anatômica possam colocar em risco a vascularização dos fragmentos e prejudicar sua cicatrização, por outro, as técnicas cirúrgicas que se centrem demasiado na preservação dos tecidos moles conduzirão ao insucesso se não assegurarem uma estabilização mecânica eficaz (FOSSUM *et al.*, 2005). Por regra, o cirurgião não deve comprometer biologicamente a fratura, exceção feita para as fraturas articulares que requerem uma reconstrução meticulosa dos fragmentos, evitando a formação de calo de modo a que as superfícies articulares voltem a ser perfeitamente funcionais (GEMMILL, 2007; SHALES, 2008).

O conceito de fixação biológica interna preconiza a preservação máxima do fornecimento de sangue ao osso fraturado onde a biologia da fratura não é comprometida à custa de atingir o perfeito alinhamento anatômico; ao invés, a fixação é feita usando técnicas menos invasivas para alcançar esse objetivo. As técnicas de abertura indireta para a redução de fraturas tais como o “abra, mas não toque”, em que a fratura é cirurgicamente exposta, mas não há qualquer manipulação dos fragmentos são exemplos da aplicação dos princípios da fixação biológica (POZZI; LEWIS, 2009). Após o comprimento do osso ser recuperado e as articulações adjacentes estarem alinhadas, os implantes são aplicados. Esta abordagem, intitulada de biológica, privilegia a cicatrização secundária (PALMER, 1999; GEMMILL, 2007).

A essência da cirurgia minimamente invasiva (MIS) é limitar o trauma cirúrgico ao local da fratura, resumidamente, implica em distúrbio mínimo no suprimento sanguíneo na área afetada, independente da origem deste suprimento – endósteo, periósteo ou muscular. A mínima incisão de pele e dissecação do tecido mole ajudam a diminuir o risco de infecção e dor pós-operatória, além de promover uma recuperação funcional mais rápida (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

O número crescente de dispositivos cirúrgicos ortopédicos disponíveis e as numerosas variações na configuração dos sistemas fornecem diversas alternativas na fixação de uma mesma fratura (ROUSH, 2005). O cirurgião deve escolher acima de tudo um método de fixação que mantenha o comprimento e o alinhamento ósseo, previna a rotação e se adapte ao paciente (DENNY; BUTTERWORTH, 2006) e aos fatores econômicos e grau de cooperação do proprietário (DEYOUNG; PROBST, 1998).

Independentemente do método selecionado, existem quatro premissas aconselhadas pela AO/ASIF que devem ser seguidas na terapêutica das fraturas:

1. Redução e fixação que permitam recuperar as relações anatômicas (especialmente nas fraturas articulares);
2. Estabilização adequada à situação clínica e aos fatores biomecânicos inerentes;
3. Utilização de técnicas cirúrgicas atraumáticas que preservem o suprimento sanguíneo dos fragmentos ósseos e dos tecidos moles;
4. Mobilização articular e muscular precoce durante o período de cicatrização sem vestígios de dor associada (PIERMATTEI *et al.*, 2006; SHALES, 2008).

Existem vários tipos de implantes para a estabilização cirúrgica de fraturas de ossos longos, e a sua seleção não é tão óbvia. Por esta razão, ortopedistas devem consultar estudos comparativos do comportamento biomecânico dos ossos longos intactos com implantes metálicos (DAMIÁN *et al.*, 2003). Não existe método único de tratamento aplicável a todos os tipos de fraturas. Nenhum implante ou método de fixação é perfeito, todos eles apresentam vantagens, desvantagens e certos riscos (SCHRADER, 1991).

O conhecimento dos princípios biomecânicos usados para provocar e neutralizar as forças promotoras de fraturas é essencial, uma vez que permite uma decisão adequada na escolha dos sistemas de fixação a implementar (RADASCH, 1999; STIFFLER, 2004).

A fixação interna de uma fratura objetiva a estabilidade do local de fratura com retorno precoce a função. Existem vários dispositivos já consagrados para a fixação de fraturas: cerclagens, banda de tensão, pinos intramedulares, pinos de Rush, placa e parafusos, fixação esquelética externa, haste bloqueada (*interlocking nail*) e uma possível combinação de um ou mais desses dispositivos (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; TUDURY; POTIER, 2009).

Um método de osteossíntese consagrado é a fixação esquelética externa linear (FEE). A estrutura básica da fixação esquelética externa linear (FEE) é criada através da aplicação de múltiplos pinos percutâneos que atravessam as corticais ósseas em posições proximais e distais do foco de fratura, de osteotomias ou de articulações; e que são unidos a barras conectoras externas que os rodeiam. A FEE constitui uma boa estratégia terapêutica para fraturas infectadas ou cominutivas (seja com redução aberta ou fechada) e para não-uniões, além do mais, a sua utilização implica um prejuízo mínimo para o foco de fratura e consegue combater todas as forças físicas negativas presentes (CANAPP, 2004).

O fixador externo circular de *Ilizarov* é constituído por fios tensionados e unidos a uma série de anéis ou semi-anéis, que estão ligados uns aos outros por hastes telescópicas ou rosqueadas, e distingue-se dos outros por ser axialmente elástico (RAHAL *et al.*, 2005). Os fios de aço proporcionam a estabilidade adequada, mas permitem micromovimentos axiais controlados no local da fratura sem comprometer a estabilidade do fixador (FOSSUM *et al.*, 2005).

Este aparelho tem múltiplos propósitos e pode ser usado para alongar ossos, comprimir ou promover distração de fraturas ou de não-uniões, corrigir deformidades angulares ou rotacionais, bem como imobilizar fraturas (RAHAL *et al.*, 2005).

Interlocking Nail (IN) consiste em estruturas cilíndricas compostas por canulações transversas preparadas para acomodar parafusos transcorticais, os quais ao penetrarem no osso as atravessam e nelas se fixam. Esta estrutura permite neutralizar as forças axiais, rotacionais e de encurvamento que atuam sobre as fraturas (PAULINO, 2009). As técnicas de inserção deste sistema de implantes tornam-se bastante eficazes ao permitir instituir, não apenas o conceito de osteossíntese biológica, mas também o de redução anatômica na osteossíntese de fraturas cominutivas em cães e gatos (PIERMATTEI *et al.*, 2006).

Interlocking Nail são usados em fraturas diafisárias e metafisárias de ossos longos, nomeadamente úmero, fêmur e tibia e não requerem que haja uma redução anatômica para criar estabilidade. As fraturas que utilizam este método de fixação vão passar por uma cicatrização óssea indireta uma vez que não há uma verdadeira rigidez interfragmentária. As desvantagens apresentadas relacionam-se na dificuldade em manter um inventário suficientemente variado para responder ao vasto leque de fraturas em ossos de diferentes tamanhos (PIERMATTEI *et al.*, 2006). As possíveis complicações desta técnica estão relacionadas com a má coaptação dos parafusos na haste, a quebra dos implantes e a lesão dos tecidos ou articulações adjacentes (PAULINO, 2009).

Placas e parafusos oferecem um método versátil de estabilização de fraturas e podem ser empregadas principalmente em ossos longos. São úteis quando os principais objetivos no tratamento das fraturas são: retorno funcional precoce do membro e conforto no pós-operatório. As placas e parafusos possuem o potencial de restaurar a estabilidade rígida a um osso (PIERMATTEI; FLO, 1999; FOSSUM, 2005). A técnica de osteossíntese com placa, como método de fixação óssea, vem sendo utilizada desde 1800 (MICLAU; MARIN, 1997).

Antigamente, os princípios da “AO” recomendavam a necessidade de reconstituição anatômica da fratura para obtenção de grande desempenho no uso de placa. Para isso era necessário extensa exposição cirúrgica e excessiva manipulação dos fragmentos ósseos fraturados e tecidos moles adjacentes, causando maior lesão tecidual. Os fragmentos da fratura eram estabilizados com fios de cerclagem, ou com parafusos intrafragmentares, antes da colocação da placa óssea. Para obter-se uma fixação rígida, as placas deveriam ser compridas, rígidas e firmemente aderidas ao periósteo (PALMER, 1999).

A aplicação das placas é, portanto, um dos métodos mais traumáticos devido à abordagem cirúrgica muitas vezes necessária. A escolha da placa numa cirurgia ortopédica depende do tamanho do osso, do nível de atividade física do paciente, do tamanho e tipo de fratura presente e do método de aplicação da mesma. São implantes que resistem bem às forças de compressão, tensão, rotação e que dependendo do seu posicionamento poderão resistir também a forças de encurvamento (STIFFLER, 2004).

Nem sempre a placa mais forte disponível é a melhor escolha para uma osteossíntese, uma vez que a proteção exagerada do osso ao estresse mecânico pode conduzir à reabsorção óssea e a falhas na cicatrização. A placa deve-se encontrar totalmente acomodada na superfície do osso, utilizando-se no mínimo dois parafusos que atravessem ambas as corticais em cada segmento proximal e distal (PAULINO, 2009).

No que diz respeito às funções que as placas podem exercer, elas podem ser classificadas em três tipos: “Dynamic compression plate” - placas de compressão dinâmica (DCP), placas de neutralização ou placas de ponte. As DCP são as que conferem maior estabilidade porque aplicam uma força compressiva interfragmentária, minimizando o movimento dos fragmentos e promovendo a cicatrização óssea primária. À medida que as extremidades da fratura são comprimidas uma contra a outra, a área de contato dos fragmentos aumenta e as forças passam a ser partilhadas pelo osso e pela placa conduzindo ao incremento da estabilidade (STIFFLER, 2004).

Uma DCP apenas pode atuar como placa de compressão se a linha de fratura for transversa ou oblíqua curta e não superior a 45°. Se a linha for superior a 45° ou cominutiva, a placa não poderá exercer compressão, restando-lhe a função de neutralização (FOSSUM *et al.*, 2005). As placas de neutralização não aplicam qualquer força compressiva, simplesmente neutralizam as forças fisiológicas, sendo por isso menos estáveis porque somente as placas absorverão as forças de flexão.

A contínua pesquisa na área de tratamento de fraturas levou a uma mudança na antiga filosofia de osteossíntese que preconizava a fixação rígida e necessidade de reconstrução anatômica dos fragmentos (PERREN, 2002). As modificações foram desde mudanças no *design* da placa, até revisões de manobras operatórias ditas antigamente como necessárias, e hoje vistas como deletérias aos tecidos moles. Com o melhor entendimento da fisiologia óssea e consolidação, foram desenvolvidas placas conhecidas como compressivas dinâmicas de baixo contato – “low contact dynamic compression plate” (LC-DCP), nas quais somente as janelas da placa e o corpo dos parafusos ficam em contato com o osso, assim levando a fixação com menor lesão no perióstio. Seu *design* é modelado conforme a anatomia óssea, sendo necessário, durante a manobra operatória, angulações para melhor adaptação óssea. Porém, com o passar dos anos, estudos comprovaram que quanto menor o contato e atrito periosteal da placa, melhor consolidação e menor comprometimento vascular da cortical óssea (HUDSON; POZZI; LEWIS, 2009).

As placas variam no comprimento e na configuração dos orifícios, sendo designadas de acordo com o diâmetro do parafuso usado, sendo as placas de tamanho 1,5mm, 2,0mm, 2,7mm e 3,5mm as mais utilizadas em Medicina Veterinária. Os orifícios podem ser redondos (placas de neutralização) ou oblongos (DCP) (FOSSUM *et al.*, 2005).

Quando não é possível proceder à redução anatômica da fratura e são deixados espaços vazios no osso cortical, a aplicação de uma placa em ponte está recomendada, a qual permite que todas as forças que atuem sobre o osso sejam transferidas para a placa até que ocorra a formação de calo ósseo. Alguns dos furos das placas, destinados aos parafusos, não são preenchidos de modo a reduzir a força da fixação e uma possível fadiga da placa (STIFFLER, 2004). O uso destas placas difundiu-se nos últimos anos por permitirem acelerar o tempo de cicatrização das fraturas (PIERMATTEI *et al.*, 2006). Foi demonstrado radiograficamente que este método promove uma união óssea mais rápida comparativamente ao uso das placas de neutralização após reconstrução total dos fragmentos (STIFFLER, 2004; PIERMATTEI *et al.*, 2006).

A placa em ponte oferece a vantagem da fixação biológica com utilização de material disponível na maioria dos hospitais onde se realizam osteossínteses. Trabalhos têm demonstrado que a consolidação ocorre mais rapidamente e com menor número de complicações (MATTOS *et al.*, 1997; FERNANDES *et al.*, 2002).

As complicações que surgem com mais frequência durante a utilização de placas incluem: quebra do implante, união atrasada, não-união, osteomielite e, muito raramente, osteossarcoma (STIFFLER, 2004).

A fadiga das placas é causada pelos micromovimentos entre os bordos da fratura que, além de atrasarem a cicatrização, irão transmitir às placas uma carga mecânica maior que aumentará proporcionalmente o risco de fadiga, e consequentemente de quebra do implante. Com o propósito de evitar que tal suceda, devem ser considerados certos detalhes quanto sua aplicação:

- 1) as placas deverão ser moldadas para que contatem com o osso ao longo de todo o seu comprimento;
- 2) a aplicação deve ser feita na superfície de maior tensão do osso;
- 3) deve-se instituir uma boa redução da cortical oposta à placa para que os micromovimentos não se concentrem exclusivamente sobre a placa (POLO, 1998).

Por outro lado, a osteopenia é também muitas vezes citada, principalmente nas raças de pequeno porte, como uma preocupante complicação decorrente do excessivo protecionismo do tecido ósseo às forças físicas (PAULINO, 2009).

Quanto mais comprida a placa, maior a sua resistência às forças de flexão. Publicações nos últimos 10 anos na ortopedia humana já apontam uma tendência ao uso de placas longas para correção de fraturas cominutivas diafisárias, principalmente pela técnica de placa em ponte (KANLIC; HSU, 2005; WAGNER, 2005). Placas longas reduzem o estresse em cada parafuso individualmente, e desta forma não é necessário introduzir tantos parafusos para estabilizar a fratura. O benefício se dá também pelo fato de não haver redução anatômica dos fragmentos e o foco de fratura não ser manipulado, mantendo o hematoma fraturário.

Com o objetivo de evitar as complicações da extensa desvitalização dos fragmentos em fraturas cominutivas, Muller e Witzel (1984) e Heitemeyer e Hierholzer (1985 apud Vasconcelos *et al.*, 2004) iniciaram uma nova modalidade de tratamento, a utilização de osteossíntese biológica com placa em ponte. A abordagem é feita de forma minimamente invasiva, com mínima manipulação do invólucro do foco de fratura, respeitando-se as partes moles e preservando a vascularização dos fragmentos, sempre que possível com manutenção do hematoma da fratura. Esta técnica de modalidade minimamente invasiva tem sido empregada, desde então, por diversos autores no tratamento de fraturas cominutivas do fêmur e outros ossos longos, principalmente em

humanos (MATTOS *et al.*, 1997; BONE; ANDERS; ROHRBACHER, 1998; ORR *et al.*, 2002; VASCONCELOS *et al.*, 2004).

Portanto, as fraturas de ossos longos podem ser tratadas por uma variedade de técnicas, métodos de redução aberto ou fechado, incluindo a técnica de osteossíntese minimamente invasiva com placa - MIPO (REEMS; BEALE; HULSE, 2003). A técnica de redução aberta, com fixação interna dos fragmentos, costuma ser a mais comumente utilizada. Técnicas abertas facilitam a observação e redução dos fragmentos, porém, devido ao trauma cirúrgico adicional, essa abordagem pode comprometer o suporte sanguíneo e colocar em risco a cicatrização óssea (GUIOT; DÉJARDIN, 2011).

A MIPO consiste em um método de fixação interna biológica por meio de aplicação de placas metálicas respeitando os seguintes princípios: técnica de redução fechada, indireta; inserção de placa epiperiosteal através de pequena incisão de pele, sem exposição do sítio de fratura, preservação do suprimento sanguíneo e dependência mínima de implantes auxiliares ou enxertos ósseos (POZZI; LEWIS, 2009; GUIOT; DÉJARDIN, 2011).

A técnica cirúrgica de MIPO é utilizada em medicina humana há muitos anos, especialmente para tratamento de fraturas cominutivas de ossos longos com rápida consolidação e baixa taxa de complicações (ZHIQUAN *et al.*, 2007; LAFLAMME *et al.*, 2008). A técnica pode ser utilizada em fraturas diafisárias de ossos longos em cães e gatos devido ao comprimento suficiente dos ossos que permite a aplicação adequada da placa (HUDSON; POZZI; LEWIS, 2009). Apesar dos resultados positivos obtidos por alguns autores, são poucos os estudos similares com utilização de MIPO em pequenos animais (POZZI; LEWIS, 2009).

Para Palmer (1999), a técnica de MIPO é mais utilizada em fraturas cominutivas diafisárias de ossos longos, promovendo redução anatômica e estabilização elástica através dos princípios de osteossíntese biológica. Mais recentemente, Guiot e Déjardin (2011) afirmaram que esta técnica pode ser aplicada tanto em fraturas diafisárias como metafisárias e periarticulares.

A seleção dos casos para utilizar a técnica é essencial para obtenção de sucesso, devendo ser levado em consideração que nem todas as fraturas são passíveis de estabilização utilizando-se placas, e, embora a MIPO seja a mais aplicável para fraturas cominutivas diafisária ou metafisárias, a técnica também pode ser utilizada para algumas fraturas transversas simples (HUDSON; POZZI; LEWIS, 2009).

Como qualquer cirurgia o sucesso da execução da MIPO depende diretamente do planejamento anterior à cirurgia. Para isso são essenciais que se obtenham radiografias ortogonais bem posicionadas da fratura e dos segmentos contralaterais intactos (HUDSON; POZZI; LEWIS, 2009). Através dessas imagens podemos mensurar o tamanho da placa que será utilizada e conseqüentemente a localização das incisões proximal e distal da sua inserção (POZZI; LEWIS, 2009).

A escolha da placa deve ser minuciosa e baseada no tamanho e peso do animal, do tipo de fratura, e da sua localização. Estudos recomendam o uso de placas longas com colocação de parafusos nas extremidades da placa para dissipar a tensão e sustentação ao invés de utilizar placas curtas com parafusos em todos os orifícios (HUDSON; POZZI; LEWIS, 2009).

Para estabilização com MIPO, são realizadas duas incisões na pele, uma em cada extremidade do osso fraturado e após a redução fechada, indireta da fratura, a placa é inserida através de um túnel ao longo da superfície periosteal do osso. Os parafusos são aplicados na extremidade proximal e distal da placa, evitando a exposição do foco de fratura (BORG; LARSSON; LINDSJOU, 2004).

Schmokel *et al.* (2007) classificaram como bom a excelente os resultados clínicos que tiveram em 10 casos de fratura de tíbia reduzidos pela técnica de MIPO. A cicatrização óssea, subjetivamente classificada como avançada, ocorreu em cinco semanas de pós-operatório. A restauração do alinhamento, um desafio da MIPO inerente à falta de visualização do foco de fratura, não foi reportado. Para estes autores, como na maioria das técnicas de estabilização de fraturas, existem algumas vantagens e desvantagens associadas com MIPO, sendo a maior vantagem a redução do tempo cirúrgico comparado às técnicas convencionais.

Carvalho *et al.* (2010) afirmaram que a técnica de MIPO acarreta baixo risco de infecção bacteriana em comparação com técnicas de osteossíntese aberta por ser um procedimento de curta duração, com mínimo trauma iatrogênico aos tecidos e baixo potencial de contaminação transoperatória no foco de fratura. Segundo os autores, a preservação do hematoma no foco de fratura durante a intervenção cirúrgica pode contribuir na aceleração da formação do calo ósseo.

Segundo Nolte; Fusco e Peterson (2005), a deficiência de tecidos moles na região da diáfise tibial de felinos aumentam a suscetibilidade a lesões vasculares, e podem explicar as severas complicações relacionadas as fraturas tibiais cominutivas. Entretanto, Oliveira *et al.* (2012), observaram que o trauma aos tecidos moles

adjacentes à tibia fraturada de um cão e reduzida pela técnica de MIPO foi mínimo, minimizando os riscos de infecções.

A rápida cicatrização óssea e as limitadas complicações que aconteceram nos 36 casos de osteossíntese de tibia estabilizadas utilizando a MIPO e relatadas por Guiot e Déjardin (2011) sugeriram que a técnica é efetiva e uma alternativa segura para as técnicas de redução convencionais. Além disso, os autores afirmaram que a MIPO pode ser aplicada tanto em cães quanto em gatos, independente do tamanho ou idade.

Segundo Baroncelli *et al.* (2012), a MIPO é a mais recente evolução da osteossíntese biológica. Nesta técnica o alinhamento dos fragmentos depende da distração das extremidades do osso, e não da manipulação direta do sítio da fratura. Este método resulta em um mínimo de perturbação ao hematoma fraturário e preservação do suprimento sanguíneo do periósteo.

Em um recente estudo, o tempo de cicatrização óssea baseado em radiografias e ultrassonografias de fraturas de rádio foi comparado entre dois grupos de cães tratados por MIPO ou por redução aberta com fixação interna (ORIF). Todos os cães tiveram cicatrização óssea com menos de 90 dias de pós-operatório, sem taxas de complicações, sugerindo que ambas técnicas podem ter resultados positivos. Os autores concluíram que os cães tratados com MIPO cicatrizaram na metade do tempo e com uma formação de calo ósseo significativamente maior que os tratados por ORIF (POZZI; RESSELADA; WINTER, 2012).

Schmokel *et al.* (2007) consideraram válido o uso de placas longas em cirurgias minimamente invasivas para a redução de fraturas cominutivas de tibia de pequenos animais. O tempo cirúrgico diminuído e a rápida consolidação óssea devem ser considerados na escolha da técnica de osteossíntese pelo cirurgião.

Assim como na osteossíntese com placas convencionais, a MIPO também está associada a complicações. Como não há exposição dos locais de fratura, rotação, mau alinhamento axial e encurtamento de membros tornam-se mais comuns que infecção, união retardada, pseudoartrose e falha de implante, em virtude da preservação da biologia no local de fratura, inerente à técnica (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

O encurtamento do membro acometido é complicação frequente na literatura humana pesquisada, quando usada a técnica de aplicação de placa em ponte. Chrisovitsinos *et al.* (1997), referiram encurtamento de até 2cm em 20% de seus pacientes, sem, entretanto, prejuízo da função. Kesemenli *et al.* (2002) mencionam-no

em 13,9% de seus 20 casos. Fernandes *et al.* (2002) observaram encurtamento entre 1 e 2,8cm em 11,3% dos seus 16 casos. Orr *et al.* (2002) não encontraram encurtamento maior que 1 cm em seu estudo. Vasconcelos *et al.* (2004) concluíram que a placa em ponte é um método que apresenta um alto percentual de consolidação e baixo índice de complicações graves nos fêmures com fratura cominutiva.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado nas dependências do Hospital de Clínicas Veterinárias (HCV) da Faculdade de Veterinária (FAVET) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Antes do iniciar o projeto, o mesmo foi enviado para avaliação junto à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde obteve aprovação.

Os animais foram incluídos no projeto somente após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) pelo proprietário ou responsável pelo animal.

4.1 Animais

No presente projeto foi utilizada uma amostra por conveniência obtida a partir da rotina do Hospital de Clínicas Veterinárias (HCV) da UFRGS. Inicialmente os pacientes eram atendidos pelo serviço de clínica geral que realizava avaliação completa dos animais apresentando fraturas diafisárias de ossos longos e solicitava os exames pré-operatórios (raio-x, hematológicos e bioquímicos). Em seguida os pacientes eram encaminhados ao Serviço de Ortopedia e Traumatologia Veterinária (SOTVET) do HCV para reavaliação e encaminhamento para cirurgia. Somente após comunicação e consentimento do proprietário, o animal era incluído no projeto. O critério de inclusão era possuir fratura diafisária não exposta de rádio e ulna, tíbia ou fêmur. Os critérios de exclusão eram presença de doenças crônicas, idade inferior a 6 meses e falta de acompanhamento clínico e radiográfico.

Foi realizado exame radiográfico no pós-operatório imediato, e após 30, 60 e 90 dias (no mínimo). Também era solicitado retorno após 7 a 10 dias da cirurgia para avaliação e retirada dos pontos.

4.2 Pré-operatório e procedimento anestésico

Radiografias pré-operatórias craniocaudal e mediolateral foram realizadas do membro acometido e do contralateral. A partir destas imagens, a placa óssea foi selecionada e pré-contornada para melhor contato com o osso. Diferentes tamanhos e tipos de placas foram utilizadas, conforme peso e tamanho dos animais, incluindo as placas de compressão dinâmica (DCP) 3,5mm e 4,5mm para os cães e placas DCP 2,7mm para os gatos e cães com menos de 4 kg. Mediante disponibilidade, alguns animais receberam placas compressivas de baixo contato (LC-DCP).

Após jejum hídrico e alimentar de aproximadamente 8 horas, os animais receberam, como medicação pré-anestésica (MPA), morfina na dose de $0,5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pela via intramuscular (IM). Após 15 minutos da MPA, foi realizada tricotomia do membro afetado e da região cranial do antebraço para a realização da venóclise e da região lombar para realização da anestesia epidural, sempre que necessário ou possível. A indução anestésica foi efetuada utilizando propofol na dose de $5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, pela via intravenosa (IV), seguida de intubação orotraqueal. A manutenção anestésica se deu com isoflurano em oxigênio a 100%, utilizando aparelho de anestesia inalatória em circuito anestésico semi-aberto ou Baraka dependendo do peso do animal. Associado à anestesia inalatória, foi realizado bloqueio epidural com lidocaína $2\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, bupivacaína $0,5\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ e morfina $0,1\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, na dose de $1\text{ml}:4,5\text{kg}^{-1}$, e nos animais nos quais este bloqueio não pode ser realizado, foi feita infusão de fentanil ($0,03\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$), associados à lidocaína ($50\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$) e cetamina ($10\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$). Todos os animais receberam 30 minutos antes do procedimento cirúrgico $20\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ampicilina (IV) e a cada 2 horas de cirurgia o antimicrobiano era repetido. Durante o procedimento cirúrgico administrou-se solução de ringer lactato em gotejamento venoso de $10\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ por hora.

O protocolo anestésico de MPA, indução e manutenção foi previamente estabelecido, porém o anestesista tinha liberdade para alterar o protocolo conforme o perfil e necessidade do paciente.

4.3 Procedimento cirúrgico

Após indução anestésica, os animais foram posicionados na mesa cirúrgica em decúbito lateral, com o membro acometido para cima ou para baixo, conforme o acesso cirúrgico mais conveniente para o osso acometido, segundo Pozzi e Lewis (2009). Posteriormente, submetia-se o membro a ser operado a anti-sepsia utilizando o método com álcool-iodo-álcool. A região distal do membro foi envolvida com gaze tubular previamente esterilizada. Para a delimitação do campo cirúrgico foram utilizados panos de algodão esterilizados.

Foram realizadas duas pequenas incisões na pele de 2 a 3 cm, dependendo do tamanho do animal e osso envolvido, uma proximal e outra distal ao foco de fratura (figura 1), suficientes para a passagem da placa e a inserção dos parafusos. A escolha da placa foi baseada no raio-x pré-operatório, no tamanho e peso do animal. Após a manipulação e redução fechada da fratura, foi inserida a placa ortopédica metálica pela incisão distal através de um túnel epiperiosteal previamente realizado adjacente ao eixo axial do osso fraturado, em direção à incisão proximal (figura 2). Após observação cuidadosa das articulações acima e abaixo da fratura, para orientar o alinhamento do membro e evitar desvio, a placa foi temporariamente fixada ao osso utilizando pinças ortopédicas e definitivamente com dois a quatro parafusos corticais em cada seguimento, distal e proximal, dependendo do tamanho do osso e da placa (figura 3). Em alguns casos fez-se o uso de agulhas hipodérmicas estéreis para localizar o espaço articular.

Previamente à inserção da placa, nas fraturas de fêmur foi inserido um pino intramedular de maneira normógrada, no diâmetro de aproximadamente 40% do canal medular, para orientar o alinhamento do osso e a estabilização da fratura.

Efetuada a osteossíntese, lavou-se copiosamente a área com solução salina 0,9% estéril morna. A refia do tecido muscular e subcutâneo foi realizada com fio sintético absorvível poligalactina 910, no padrão simples contínuo, e a pele com náilon monofilamentoso, no padrão isolado simples.



Figura 1 - Canino com fratura de tíbia (MPD). Incisão de aproximadamente 3 cm na extremidade distal do osso fraturado para posterior passagem da placa para osteossíntese minimamente invasiva.



Figura 2 - Canino com fratura de tíbia. Após incisão distal e proximal ao osso fraturado, foi confeccionado um túnel epiperiosteal com auxílio de um elevador de periósteo para posterior passagem de placa para osteossíntese minimamente invasiva.



Figura 3 - Canino com fratura de tibia. Introdução de uma placa óssea DCP e fixação de parafusos distais e proximais a partir da janela previamente confeccionada.

4.4 Pós-operatório

Como terapia analgésica e antiinflamatória pós-operatória, os animais receberam tramadol ($4 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ IM}$) no pós-operatório imediato e a cada 8 horas por mais 5 dias e meloxicam ($0,1 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ SC}$) no pós-operatório imediato e a cada 24 horas durante 3 dias pela via oral. Como terapia antimicrobiana indicou-se cefalexina na dose de $20\text{mg.kg}^{-1} \text{ IM}$ a cada 12 horas durante 7 dias. Os curativos foram feitos diariamente com cloreto de sódio 0,9% e gaze estéril, durante os primeiros dez dias. Os pontos de pele foram removidos após 10 dias do procedimento cirúrgico. Para todos os proprietários, foi recomendado repouso de seus animais e que os gatos deveriam permanecer dentro de casa por pelo menos 30 dias. Os proprietários foram orientados também a retornar com seus animais a cada 30 dias para acompanhamento radiográfico, até a completa consolidação óssea.

4.5 Avaliação radiográfica

Todos os animais foram submetidos ao exame radiográfico antes da cirurgia, para diagnóstico e planejamento da mesma. No pós-operatório imediato foi verificada a posição da placa e o alinhamento do membro, e, após este período, mensalmente, até no mínimo 90 dias, para acompanhamento da consolidação óssea.

Todos os exames radiográficos foram realizados no Setor de Diagnóstico por Imagem do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS, nas projeções crânio-caudal e médio-lateral, sendo revelados em processadora automática.

Através dos exames radiográficos, foi avaliado o alinhamento da fratura, o aspecto dos implantes metálicos, sinais de reabsorção óssea, acompanhamento da consolidação da fratura e sinais de osteomielite. Considerava-se união radiográfica da fratura quando existia continuidade cortical completa, calos periosteal e endosteal em remodelamento ativo. Estas avaliações foram feitas por três cirurgiões com experiência em ortopedia.

4.6 Avaliação clínica e deambulatória

Os animais foram avaliados clinicamente e quanto à deambulação na primeira semana de pós-operatório e mensalmente até completarem 90 dias. Como referência foi utilizada a tabela 1 e os dados foram registrados em uma ficha de avaliação.

Tabela 1 - Características clínicas dos cinco graus utilizados para apreciar o uso do membro de caninos e felinos submetidos à MIPO.

GRAU	CARACTERÍSTICA
I	Animal não se mantém em estação
II	Animal se mantém em estação, porém não apóia o membro
III	Apóia o membro em estação, porém não utiliza ao caminhar
IV	Uso claudicante do membro ao caminhar
V	Utiliza o membro sem qualquer restrição

Fonte: Tudury e Raiser (1985).

Os animais também eram avaliados quanto a presença das complicações: infecção (osteomielite ou deiscência de pontos); desvio de membro, falha dos implantes,

refraturas, união retardada ou não-união, reabsorção próximo aos implantes, encurtamento de membro e migração do pino intramedular (IM).

Quando identificada complicação severa, a correção se dava imediatamente, conforme cada caso, e os resultados quanto à frequência de aparecimento foram tabulados separadamente.

5- RESULTADOS

Baseado nos critérios de inclusão e exclusão iniciaram este projeto 19 animais, sendo cinco gatos e 14 cães, tendo sido reparadas 20 fraturas utilizando a técnica de MIPO, pois um dos felinos apresentava fratura bilateral de fêmur. Entretanto, quatro destes animais foram excluídos dos resultados pois dois (pacientes nº12 e nº19) foram a óbito durante o período de avaliação (causa *mortis* não relacionada com o projeto) e dois (pacientes nº5 e nº7) pelo não retorno dos proprietários com seus animais nas reavaliações programadas.

Os dados de cada animal quanto à espécie, raça, sexo, peso, idade, local e tipo de fratura, estão listados na tabela nº2.

Dos 15 animais remanescentes, 11 (73%) eram machos e 13 (86%) não tinham raça definida (SRD). Apresentavam média de peso e desvio padrão de $13 \pm 9,76$ kg (de 3kg a 36,7kg), e média de idade e desvio padrão de $35 \pm 26,53$ meses (de 6 meses a 7 anos).

Das 16 fraturas corrigidas, oito (50 %) foram de tíbia, cinco (31,25%) de fêmur e três (18,75%) de rádio. Destas, 10 (62,5%) foram cominutivas, cinco (31,25%) transversas e uma (6,25 %) oblíqua (tabela 2).

Tabela 2 - Dados clínicos dos 15 animais submetidos a osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO) quanto a espécie, raça, peso, idade, local e tipo de fratura.

Animal	Espécie	Raça	Sexo	Peso (kg)	Idade (meses)	Fratura (local)	Fratura (tipo)
1	Can	SRD	macho	7,8	84	Tíbia- fíbula	Cominutiva
2	Fel	SRD	macho	3	6	Tíbia- fíbula	Transversa
3	Can	SRD	fêmea	4,1	D	Tíbia- fíbula	Cominutiva
4	Can	SRD	macho	18,7	12	Rádio- ulna	Transversa
6	Can	SRD	macho	13,2	D	Rádio- ulna	Cominutiva
8(MPD)	Fel	SRD	macho	3,5	D	Fêmur	Cominutiva
8(MPE)	Fel	SRD	macho	3,5	D	Fêmur	Cominutiva
9	Can	SRD	macho	16,6	24	Tíbia- fíbula	Oblíqua
10	Can	SRD	macho	27	60	Tíbia- fíbula	Cominutiva
11	Can	SRD	fêmea	12,7	D	Tíbia- fíbula	Transversa
13	Can	SRD	macho	20	D	Fêmur	Cominutiva
14	Fel	SRD	macho	4,6	24	Tíbia- fíbula	Transversa
15	Can	Doberman	macho	36,7	24	Rádio- ulna	Transversa
16	Can	SRD	macho	18	D	Tíbia- fíbula	Cominutiva
17	Can	Dálmata	fêmea	15	D	Fêmur	Cominutiva
18	Fel	SRD	fêmea	3,5	48	Fêmur	Cominutiva
Can: canino		Fel: felino		SRD: sem raça definida		D: desconhecido	

5.1 Procedimento anestésico

O protocolo utilizado em todos os casos foi apropriado, proporcionando adequado plano anestésico para todos os procedimentos cirúrgicos, bem como retorno anestésico tranquilo, poucos minutos após a interrupção da administração do anestésico geral inalatório. Não houve intercorrência no trans ou pós-operatório imediato de nenhum animal.

5.2 Procedimento cirúrgico

Foram realizadas 16 osteossínteses pelo método de MIPO, em um total de 15 animais, já que o felino nº 8 apresentou fratura bilateral de fêmur.

Os dados de cada animal quanto ao tipo de placa utilizada, tamanho (mm) e nº de furos, nº de parafusos, tempo cirúrgico (min), utilização de pino IM (mm), tempo de união óssea (dias) estão listados na tabela nº 3.

Tabela 3: Dados cirúrgicos de cada animal submetido a osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO) quanto ao tipo de placa utilizada, tamanho (mm) e nº de furos, nº de parafusos, tempo cirúrgico (min), utilização de pino IM (mm), tempo de união óssea (dias).

Animal	Tipo placa	Tamanho placa (mm)	Nº furos	Nº parafusos	Tempo cirúrgico (min)	Pino Intramedular	Tempo união óssea (dias)
1	DCP	3,5	8	4	40	não	90
2	DCP	2,7	10	5	31	não	30
3	DCP	2,7	9	4	30	não	60
4	DCP	4,5	10	6	78	não	60
6	DCP	3,5	10	4	77	não	90
8 (MPD)	DCP	2,7	9	4	53	sim	120
8 (MPE)	DCP	2,7	10	4	60	sim	90
9	DCP	3,5	10	4	50	não	30
10	DCP	4,5	10	5	75	não	90
11	DCP	3,5	9	4	60	não	30
13	DCP	3,5	8	5	120	sim	90
14	DCP	2,7	10	4	50	não	60
15	DCP	4,5	10	4	85	não	90
16	LC-DCP	4,5	8	4	60	não	90
17	LC-DCP	3,5	8	4	60	sim	90
18	DCP	2,7	10	4	75	sim	60

DCP: placa de compressão dinâmica

LC-DCP: placa de compressão dinâmica de baixo contato

O tempo cirúrgico variou de 31 a 120 minutos (média e desvio padrão de 62,75 \pm 22,44 min). Nas osteossínteses de tíbia, a média foi de 49,5 \pm 15,51 min; fêmur 73,6 \pm 27,15 min e rádio 80 \pm 4,35 min.

5.3 Pós-operatório

Em quatro animais foi utilizada Tala de Robert Jones modificada por sete dias. Quanto às avaliações das complicações, nenhum animal apresentou infecção, deiscência da ferida cirúrgica, não-união ou migração do pino intramedular. Da mesma forma, não houve autotraumatismo do local cirúrgico. O tipo e a frequência de animais que apresentaram complicações estão listados na tabela 4.

Os animais tiveram boa tolerância em relação ao método de osteossíntese empregado, não manifestando qualquer comportamento de estresse que pudesse evidenciar dor ou desconforto, com exceção de um animal que apresentou no pós-operatório comportamento compulsivo de mordiscar e lamber a extremidade do membro torácico operado. Os resultados da avaliação do grau de deambulação para cada animal estão listados na tabela nº 5.

Tabela 4 - Tipo, número e frequência de animais que apresentaram complicações após osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO).

Tipo de complicação	Nº de animais	Frequência (%)	Identificação dos pacientes (nº)
Desvio de membro (varo/valgo)	3	18,75	4, 6 e 8
Falha de implantes	1	6,25	16
Refratura	1	6,25	3
União retardada	1	6,25	8
Reabsorção óssea próximo aos implantes	2	12,5	15, 16
Encurtamento de membro	1	6,25	8

Em um felino o pino IM inserido ficou curto. Como o mesmo foi inserido apenas para orientar o alinhamento, não foi preciso reintervir, já que a consolidação óssea deu de forma normal.

Tabela 5- Avaliação deambulatória dos animais após 10, 30, 60 e 90 dias da osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO).

Animal (Nº)	10 dias	30 dias	60 dias	90 dias
1	III	IV	V	V
2	III	IV	V	V
3	III	IV	V	V
4	III	IV	V	V
6	III	IV	IV	IV
8 (MPD)	III	IV	IV	IV
8 (MPE)	IV	IV	V	V
9	IV	IV	V	V
10	III	III	IV	V
11	IV	IV	V	V
13	II	II	III	IV
14	IV	IV	V	V
15	IV	IV	IV	V
16	IV	IV	IV	V
17	III	IV	IV	V
18	IV	IV	V	V

5.4 Avaliação radiográfica

Nos exames radiográficos foi possível acompanhar a consolidação óssea, que se deu entre 30 e 120 dias para todos os pacientes (média e desvio padrão de $73 \pm 26,76$ dias), conforme tabela 3. Os pacientes que tiveram fratura na tíbia, em média tiveram consolidação óssea aos $60 \pm 27,77$ dias; os de fêmur com $90 \pm 21,21$ dias e os de rádio aos $80 \pm 17,32$ dias de pós-operatório. Apenas um animal (tabela 3) consolidou com 120 dias de pós-operatório, e foi considerado como um retardo na cicatrização.

Na figura 4 observa-se a sequência de radiográficas do paciente nº 9, do diagnóstico da fratura até os 90 dias de pós-operatório. Neste paciente, a consolidação óssea ocorreu em até 30 dias da cirurgia. Na figura 5, a imagem deste mesmo paciente demonstrando o adequado alinhamento do membro.



Figura 4 - A) Canino com fratura diafisária, obliqua de tibia direita. B) Imagem do animal no pós-operatório imediato de osteossíntese minimamente invasiva de tibia direita. C) Imagem com 30 dias de pós-operatório. Observar a consolidação óssea presente. D) Canino com 90 dias de pós-operatório. Remodelação do calo ósseo. Projeção craniocaudal e mediolateral.

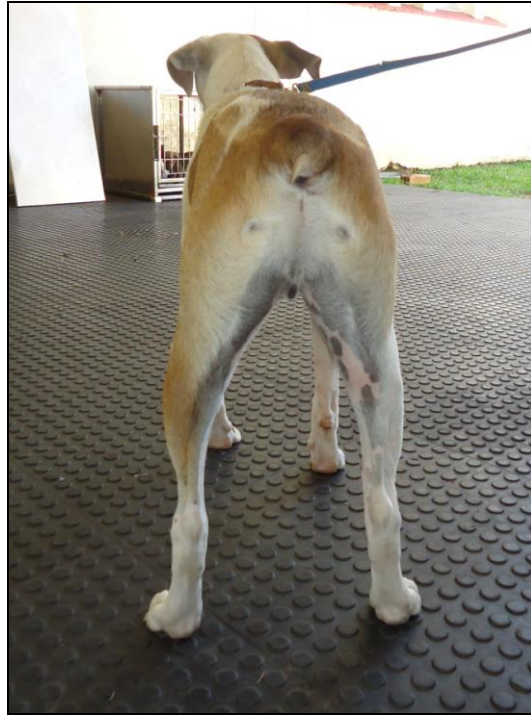


Figura 5 - Canino com fratura de tíbia direita reparada com osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO). 60 dias de pós-operatório. Observar o adequado alinhamento dos membros.

Dois cães (nº 15 e nº 16) tiveram reabsorção óssea próxima aos parafusos.

Um animal teve falha do implante com soltura dos parafusos e foi preciso reintervenção cirúrgica.

A placa foi retirada em três pacientes. Nos animais de nº 2 e nº 3, que tinham fratura de tíbia, a placa foi retirada com 180 dias de pós-operatório, sem nenhuma intercorrência trans ou pós-remoção. O paciente nº 4, com fratura de rádio-ulna, apresentou comportamento compulsivo de lambadura. Retiramos sua placa com 150 dias de pós-operatório e ele teve refratura sete dias depois. Imediatamente após o diagnóstico, o animal foi submetido à nova cirurgia, utilizando a mesma técnica de MIPO, porém, desta vez foi utilizado uma placa LC-DCP. Foi indicada tala de Robert Jones modificada por sete dias e o animal ficou internado em repouso. Segundo o proprietário o uso funcional do membro ocorreu normalmente, sem claudicação após os 30 dias. A sequência de fotos deste paciente da consolidação da primeira cirurgia até 30 dias após a reintervenção está na figura nº 6.



Figura 6 - Canino com fratura transversa na região diafisária do rádio (MAE). A) Imagem do pós-operatório imediato após osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO). B) Imagem após a retirada da placa, com 150 dias de pós-operatório. Notar consolidação óssea. C) Sete dias após a retirada, refratura do membro. D) 30 dias após a 2ª intervenção cirúrgica, notar a formação de calo ósseo.

6. DISCUSSÃO

O número de animais utilizados foi semelhante ao trabalho de Schmokel *et al.* (2007), que reduziram fraturas tibiais de 11 animais (6 cães e 5 gatos) com a técnica de MIPO.

O fato dos animais participantes do projeto serem provenientes da rotina do hospital veterinário teve seus pontos positivos e negativos. Além de não ser necessário o uso de animais experimentais, a maior vantagem foi a possibilidade de se trabalhar com a realidade de uma clínica cirúrgica, deparar-se com os desafios de fazer os proprietários entenderem que além do médico veterinário e do animal, ele também será responsável pela recuperação do paciente.

Outra dificuldade é que o animal é um todo, e não uma ou outra fratura isolada, e precisamos vê-lo como tal. Enquanto nos projeto experimentais é possível isolar as variáveis, padronizar os tipos e local de fratura, na rotina existem animais de várias idades, porte, com doenças ou traumas concomitantes que podem acabar influenciando no resultado final. Mais da metade dos animais participantes do projeto eram de rua, sem histórico conhecido e muitas vezes se apresentavam debilitados, o que prejudicou a anamnese e avaliação pré-operatória.

A principal dificuldade se deu justamente devido à falta de cooperação de alguns proprietários que não retornaram ao hospital para revisões, ou que não colaboraram nos cuidados de pós-operatórios. Dois animais precisaram ser tirados dos resultados finais por não ter sido possível fazer as revisões devido ao não comparecimento ao HCV, apesar de todos os contatos telefônicos. Entretanto, isto não foi exclusividade deste projeto de pesquisa, já que em clínicas e hospitais veterinários é relativamente frequente o abandono do tratamento clínico ou cirúrgico antes do desfecho do caso. Em qualquer projeto isso deve ser considerado no cálculo amostral, evitando resultados insuficientes devido a amostras inadequadas.

Assim como Schmokel *et al.* (2007), a escolha do tipo de placa utilizada foi baseada no exame radiográfico pré-operatório, no tamanho e peso do animal, tendo sido utilizadas placas DCP 3,5 mm; 4,5mm e 2,7mm. Estes autores usaram placas DCP 2,7mm apenas em felinos, mas neste projeto também foi utilizada em um canino, que tinha apenas 4Kg. Em dois animais foram utilizados placa LC-DCP, porém, não houve diferença tanto clinica quanto radiograficamente em relação aos animais que usaram placa DCP, entretanto Hudson; Pozzi e Lewis (2009) afirmaram que quanto menor o

contato e atrito periosteal da placa, melhor consolidação e menor comprometimento vascular da cortical óssea.

Placas longas se mostraram mecanicamente superiores em um estudo em ortopedia humana (ROZBRUCH *et al.*, 1998). Tal fato foi levado em conta no presente projeto, pois sempre foi buscado a utilização de placas o mais longa possível, já que segundo este mesmo autor, quanto mais longa melhor a distribuição das forças, fato relevante quando utilizado o método “placa em ponte”.

A vantagem de usar placas bloqueadas é que ela evita a necessidade de contorno anatômico da placa e contato íntimo desta com o osso, e isso é benéfico principalmente quando a placa é colocada de forma minimamente invasiva (WAGNER, 2003; WITSBERGER *et al.*, 2010). Assim como Schmokel *et al.* (2007) e Witsberger *et al.* (2010) não foi utilizado este tipo de placa e obteve-se resultados satisfatórios. A evolução da consolidação óssea se deu sem complicações e dentro do tempo esperado.

Quanto ao procedimento cirúrgico, nos primeiros animais seguiu-se a orientação de Pozzi e Lewis (2009) que recomendavam o decúbito dorsal para a abordagem cirúrgica pela técnica de MIPO, independente do osso acometido. Porém após o animal nº 3 apresentar desvio de membro, acreditou-se que o decúbito lateral com membro afetado para baixo facilitaria o acesso e minimizaria a chance de ocorrer esta complicação, como de fato ocorreu. A partir destes animais, adotou-se o decúbito lateral, com membro afetado para baixo, nas fraturas de tíbia. Para as osteossínteses de rádio também utilizou-se o decúbito lateral, mas com o membro afetado para cima. Não houve problemas quanto a cicatrização, todavia o acesso foi trabalhoso. Talvez se fosse seguido a recomendação de decúbito dorsal nas fraturas de rádio, o tempo cirúrgico seria menor. Nas osteossínteses de fêmur o decúbito adotado foi lateral com membro afetado para cima, facilitando a introdução do pino IM e a redução da fratura.

Para a correção das cinco fraturas de fêmur foi utilizado pino intramedular além da placa. Este sistema caracteriza a técnica de *plate-rod*. A maior vantagem de usar pino IM é que o pino ajuda a manter a fratura reduzida e o membro alinhado durante a introdução da placa (PALMER, 1999), fato verificado em todos os animais do presente projeto.

O diâmetro do pino IM recomendado por Reems; Beale e Hulse, (2003) é o que ocupa 30 a 50% do canal medular, e nestes casos, pode-se usar uma placa menor do que usualmente se usaria. Seguiu-se esta recomendação e obteve-se bons resultados pois o diâmetro do pino foi suficiente para alinhar o membro e auxiliar na redução fechada da

fratura, além de não impedir a inserção dos parafusos, Entretanto, a inserção foi realizada com cuidado, evitando sempre que os implantes utilizados para a preparação e inserção dos parafusos (broca e macho) não tivessem contato com o pino intramedular.

Complementando esta informação, Hulse *et al.* (1997), descobriram quando aplicado em uma fratura femoral modelo, a resistência à fadiga de uma placa aumentava 10 vezes quando adicionado um pino IM, porque a tensão na placa diminui. O pino IM provavelmente protege os furos da placa sem parafusos, melhorando a propriedade biomecânica de todo o sistema de fixação (WITSBERGER *et al.*, 2010).

Alguns autores relataram o uso do sistema *plate-rod* para corrigir fraturas de outros ossos além do fêmur como rádio e ulna, úmero e tibia (REEMS; BEALE; HULSE, 2003; WITSBERGER *et al.*, 2010; GUIOT; DEJARDIN, 2011; POZZI *et al.*, 2013) com resultados satisfatórios. Estes mesmos autores também afirmam que este sistema pode ser usado pra diferentes tipos de fraturas, como transversas ou cominutivas. Porém, no presente trabalho julgou-se necessário apenas nas fraturas de fêmur e todas elas eram cominutivas.

Wistsberger (2010) utilizando a mesma metodologia recomendou a remoção do pino IM da ulna de todos os seus pacientes após a união radiográfica comprovada, e os animais não mais apresentaram claudicação. Os pacientes deste estudo não tiveram seus pinos IM removidos, contudo os proprietários foram orientados a observar sinais de claudicação ou desconforto e retornar para avaliação independente do tempo de pós-operatório, já que conforme Reems; Beale e Hulse (2003) os pinos podem migrar e provocar transtornos pós-operatórios.

Acredita-se que a grande variação nos tempos cirúrgicos se deu pela diferente complexidade entre as fraturas, grau de contratura dos tecidos moles e experiência do cirurgião. Nas osteossínteses de tibia o tempo variou entre 31 e 75 min (média 49,5min), rádio e ulna 77 a 85 min (média 80), fêmur entre 53 e 120 min (média 73,6). A tibia é um osso com pouca cobertura muscular na face medial o que facilita a inserção da placa e parafusos, fato diferente quando se realiza osteossíntese de fêmur e rádio. Provavelmente isso contribuiu para a diferença de tempo cirúrgico entre as osteossínteses destes ossos.

Apesar do maior tempo para as osteossínteses de fêmur e rádio em relação as de tibia, o tempo cirúrgico foi considerado pequeno em comparação com as técnicas abertas e isso é uma grande vantagem se pensarmos que a taxa de infecção é diretamente proporcional ao tempo cirúrgico. Lau *et al.* (2008) comentaram que o fator

de risco para infecção é proporcional à lesão do periósteo, portanto, uma abordagem minimamente invasiva deve ter menores taxas de infecção.

O fato do procedimento ser praticamente às cegas, sem uma imagem no transoperatório que orientasse a introdução dos implantes e alinhamento do membro, foi uma dificuldade encontrada na técnica, mas contornada com a observação cuidadosa das articulações acima e abaixo da fratura para orientar o alinhamento do membro e evitar desvio. Este mesmo recurso, além da introdução de agulhas hipodérmicas nas articulações e o uso de placas pré-cortornadas, foram também utilizados por Schmokel *et al.* (2007) que acabaram considerando desnecessário o uso de imagem transoperatória. Embora estes autores tenham relatado que não precisaram reposicionar nenhum implante, todas pequenas intercorrências nas cirurgias poderiam ter sido evitadas com avaliação radiográfica transoperatória. Entretanto, não houve prejuízo à consolidação óssea dos pacientes deste estudo.

Fluoroscopia é usada amplamente em cirurgias ortopédicas humanas, para redução correta da fratura e orientação na introdução dos implantes metálicos. Chioratto (2010) constatou em seu trabalho que em 95% dos procedimentos ortopédicos foram necessários reajustes após o primeiro exame radiográfico transoperatório, para reposicionamento dos implantes metálicos e ou estruturas ósseas, diferente do que observou-se neste trabalho já que foi preciso reintervir em apenas um paciente para reposicionar o implante.

O acompanhamento radiográfico foi realizado a cada 30 dias, até os 90 dias, diferente do que fizeram Baroncelli *et al.* (2012) que também usaram este mesmo esquema de tempo, mas, quando o animal tinha seu membro considerado como consolidado, cessavam as radiografias. A manutenção do acompanhamento radiográfico por mais tempo, permitiu o monitoramento do processo de remodelamento ósseo e de possíveis complicações mais tardias.

Como as radiografias foram feitas num intervalo mensal e era necessário contar com a disponibilidade dos proprietários para revisões, assim como para Pozzi *et al.* (2013) não foi possível obter um tempo preciso de consolidação óssea. Para a rotina clínica é um bom intervalo de tempo, mas para fins didáticos seria interessante acompanhar a evolução do calo ósseo e a consolidação da fratura com um intervalo menor entre as radiografias.

Assim como os pacientes de Witsberger (2010), os animais deste estudo eram avaliados mensalmente e o resultado clínico era baseado na presença de claudicação ou

não. Todos os animais tiveram bons resultados na avaliação deambulatória e foi possível observar a evolução deles a cada avaliação.

O preparo do campo operatório com tricotomia ampla e adequada antissepsia minimizam os riscos de contaminação (FOSSUM *et al.*, 2008), associado com antibioticoterapia profilática. A utilização de antibioticoterapia está indicada para todos os procedimentos ortopédicos limpos envolvendo a implantação de materiais (SLATTER, 2007; FOSSUM *et al.*, 2008). A escolha do antibiótico deve ser baseada na presença dos microrganismos que são mais frequentes em cirurgias ortopédicas, especialmente *Staphylococcus spp.*, sendo assim, a utilização de uma cefalosporina de primeira geração é o indicado (SLATTER, 2007; FOSSUM *et al.*, 2008). Conforme os autores citados, a terapêutica utilizada nos pacientes foi corretamente utilizada.

Diferente do que fizeram Schmokel *et al.* (2007) e Witsberger (2010), que recomendavam bandagem de Robert Jones modificada em todos os animais, por 3 a 7 dias, utilizou-se esta bandagem apenas em animais agitados e mais pesados para oferecer uma estabilidade maior à fratura e diminuir o edema pós-operatório.

Tanto Pozzi *et al.* (2013) quanto Baroncelli *et al.* (2012) orientavam que os animais ficassem em gaiolas quando não estivessem supervisionados, com passeios controlados na coleira até obter sinais de consolidação óssea. Os proprietários ou responsáveis pelos pacientes do presente projeto foram orientados a mantê-los sob observação constante até a consolidação óssea, sem, entretanto, confinamento absoluto. Este protocolo foi adequado, pois não houve complicações relacionadas com excesso de movimentação.

Noutro estudo de Miller (2002) compararam-se os resultados da resolução de fraturas cominutivas graves de fêmur usando dois métodos: a reconstrução anatômica dos fragmentos e fixação com placa óssea versus fixação com placa em ponte. Neste último método apenas se assegura o alinhamento dos principais fragmentos da fratura e não se tenta a reconstrução anatômica. As principais diferenças encontradas foram: o tempo médio até a primeira evidência radiográfica de cicatrização óssea foi de 15,1 semanas para as fraturas tratadas com reconstrução de fragmentos e de 10,5 semanas para as fraturas tratadas com placa em ponte; a maior facilidade de aplicação dos implantes com menor tempo de anestesia para o método biológico (placa em ponte). No presente estudo as placas foram inseridas de forma minimamente invasiva, mas as posições e número dos parafusos caracterizavam como placa em ponte e foram obtidos resultados semelhantes.

Semelhante aos resultados de Baroncelli *et al.* (2012) Pozzi *et al.* (2013) onde todos os animais tiveram consolidação óssea com menos de noventa dias de pós-operatório, os animais desta pesquisa tiveram consolidação óssea aos 73 dias, em média.

Baroncelli *et al.* (2012) rejeitaram a hipótese de seu estudo que dizia que cães tratados por MIPO teriam uma consolidação mais rápida que os tratados por osteossíntese aberta (ORIF). Embora a grande maioria dos animais do grupo MIPO tivesse a consolidação da fratura com 30 dias, e os outros aos 60 dias, não houve diferença estatisticamente significativa na evolução da cicatrização entre os grupos ORIF e MIPO. Estes resultados são semelhantes ao encontrado recentemente em humanos que compararam também as duas técnicas de osteossíntese, aberta e fechada, no tratamento de fraturas (KREDER *et al.*, 2005; CHENG; LI; MANYIM, 2010). Embora não tenha resultados estatisticamente mais favoráveis, todos estes autores concordam que com a MIPO parece haver um retorno funcional do membro mais cedo que com as técnicas de redução abertas, inclusive POZZI *et al.* (2013), que fez a comparação com animais.

Para prevenir a rotação da tíbia, Tong e Bavonratanavech (2009) recomendaram que a placa fosse pré-moldada, principalmente em fraturas proximais e distais, quando se usa placas DCP. Estes mesmos autores comentaram que mesmo com os melhores esforços, as complicações às vezes ocorrem e é essencial que sejam descobertas e corrigidas dentro de no máximo duas semanas, antes que ocorra a consolidação óssea. Estas recomendações foram seguidas usando placas pré-contornadas e as complicações foram corrigidas tão logo quanto apareceram, evitando assim sequelas graves e permanentes.

Em humanos, o desvio de membro é uma sequela comum da MIPO (BUCKLEY; MIHANTY; MALISH, 2011). Estes autores fizeram uma revisão de fraturas femorais e tibiais e a incidência de mau alinhamento rotacional foi de 38,5% e 50%, respectivamente. Mesmo usando fluoroscópio no transoperatório, Witsberger *et al.* (2010) tiveram que reintervir em um paciente para reposicionar o implante de forma eficaz. Já Pozzi *et al.* (2013) afirmaram que obter um alinhamento adequado é tecnicamente difícil usando MIPO porque o sítio da fratura não é exposto de modo que técnicas indiretas de redução devem ser usadas. Três pacientes tiveram desvio de membro (dois com fratura de tíbia e um de fêmur). Somente um (paciente nº3), com fratura de tíbia (conforme tabela 2), teve desvio valgo do membro e precisou fazer nova intervenção cirúrgica para redução correta da fratura. O fato pode ter acontecido devido

ao decúbito dorsal adotado nesta cirurgia, onde o acesso medial para inserção dos parafusos pode ter favorecido o desvio valgo. Este decúbito aliado ao fato de se tratar de uma fratura antiga, com presença de calo ósseo exuberante, acabou dificultando a redução da fratura e visualização do alinhamento do membro. Neste caso radiografia transoperatória seria importante, pois, o problema seria resolvido imediatamente. O animal teve o membro reposicionado na 2ª intervenção cirúrgica de forma satisfatória e a consolidação óssea se deu dentro do tempo previsto, sem intercorrências.

O animal deste estudo que apresentou união retardada em relação aos outros, foi o felino que teve fratura de fêmur bilateral. O MPD consolidou apenas em 120 dias e teve desvio varo. Acredita-se que o afastamento e o deslocamento dos fragmentos ósseos tenham contribuído para a demora na consolidação desse osso.

Este mesmo paciente teve encurtamento no MPD. Segundo Tong e Bavonratanavech (2009), a discrepância no comprimento dos membros ocorre com maior frequência no fêmur do que na tíbia. A mensuração pré-operatória do comprimento do membro não-lesionado deve ser feita como referência, contudo este paciente tinha fratura bilateral, não tendo, portanto, referência. Como o fêmur é coberto por um grande volume de músculos, aliado ao fato de ambos os lados apresentarem fratura cominutiva, foi difícil mensurar o tamanho correto do osso.

A soltura dos parafusos do animal nº 15 com sete dias de pós-operatório, pode ter acontecido por fixação de apenas três corticais no fragmento distal, aliado ao fato do animal não ter feito repouso. Houve desestabilização da fratura e foi preciso nova intervenção cirúrgica para recolocar os parafusos e reposicionar a placa. O número mínimo de parafusos necessários por fragmento ósseo não está bem estabelecido. Recomendações prévias usando técnica de *plate-rod* (placas-pino IM), dizem que no mínimo seja introduzido um parafuso bicortical com três parafusos monocorticais adicionais em cada fragmento da fratura (HULSE *et al.*, 1997). Assim como em alguns dos pacientes deste trabalho, Wisterberger *et al.* (2010) e Reems; Beale e Hulse (2003) também comentam que não seguiram a recomendação em vários dos seus casos relatados.

Afrouxamento dos parafusos por reabsorção óssea é uma complicação frequente. No trabalho de Reems; Beale e Hulse (2003), seis animais tiveram esta complicação e foi preciso reintervir. Schmokel *et al.* (2007) também tiveram problema de afrouxamento de parafuso em um paciente, mas assim como nos pacientes nº 15 e nº 16, não foi preciso reintervir porque a consolidação óssea ocorreu normalmente.

Uma desvantagem da MIPO é que a placa é inserida através de uma pequena incisão na pele, e segundo hipótese de Pozzi *et al.* (2013) o implante pode entrar em contato com a pele neste momento, possibilitando a inoculação de bactérias no sítio da fratura. Todavia, nenhum dos pacientes relatados teve osteomielite ou infecção, embora Lau *et al.* (2008) também afirmem que esta é uma das complicações mais comuns da técnica.

Seguindo a recomendação de Egger (1993), de remover a placa após a consolidação óssea, aproximadamente cinco a 14 meses após a fixação em cães adultos, depois de cinco meses de pós-operatório a placa do paciente nº 4 foi retirada. O animal estava ativo, apresentou consolidação óssea com 60 dias e como lambia copiosamente a região distal do membro, havia a possibilidade da placa estar causando desconforto. Já diziam Pozzi *et al.* (2013) que refratura é uma complicação comum, além da não-união, depois da retirada de placa após a consolidação de fraturas de rádio e ulna. Vascularização intraóssea pobre e pouca cobertura muscular podem favorecer esta complicação. Isso provavelmente favoreceu o ocorrido, aliado ao fato do animal ser muito jovem e ativo, que, juntamente com a falta de repouso, acabou facilitando a ocorrência desta complicação.

Pozzi *et al.* (2013) relataram que dentre os 30 animais com fratura de rádio-ulna que analisaram, 15 pela técnica de MIPO e 15 por redução aberta, nove precisaram tirar a placa. Dois animais por infecção (um de cada grupo) e cinco por dor ou desconforto (quatro animais do grupo MIPO). As placas foram removidas entre cinco e nove meses de pós-operatório. Reems; Beale e Hulse (2003) tiveram que remover uma placa por trato drenante e duas devido ao afrouxamento dos parafusos após dois anos da cirurgia. Por precaução a placa não foi retirada em nenhum paciente a partir do caso de refratura e, somente seria realizada se algumas das complicações citadas acima ocorresse.

7. CONCLUSÃO

Baseado na metodologia utilizada e nos resultados encontrados, podemos concluir que:

A técnica de MIPO sem a utilização de imagem radiográfica transoperatória é eficaz no tratamento de fraturas diafisárias de rádio, tíbia e fêmur de cães e gatos, pois promove adequada consolidação, mínimas complicações e uso funcional do membro.

REFERÊNCIAS:

BARONCELLI, A.B. *et al.* Retrospective comparison between minimally invasive plate osteosynthesis and open plating for tibial fractures in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, vol 5, p. 1-8, 2012.

BONE, L.B.; ANDERS, M.J.; ROHRBACHER, B.H. Treatment of femoral fractures in the multiple injured patient with thoracic injury. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, vol 347, p.57-61, 1998.

BORG, T; LARSSON, S; LINDSJOU. Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary results in 21 patients. **Injury**, vol 35, p.608–614, 2004.

CANAPP Jr. External fracture fixation. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, vol 19, p.114-119, 2004.

CARVALHO *et al.* Osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO): aplicação em nove cães. **Jornal Brasileiro de Ciência Animal**, vol 3, n.6, suplemento, 2010.

CHENG, W; LI, Y., MANYIM W. Comparison study of two surgical options for distal tibial fracture- minimally invasive plate osteosynthesis vs. open reduction and internal fixation. **Internal Orthopaedics**, vol 35, p. 737-742, 2010.

CHIORATTO, R. **Exame radiográfico transoperatório na cirurgia ortopédica de cães e gatos**. 2010. 42f. Tese (doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2010.

CHRISOVITSINOS, J.P. *et al.* Bridge plating osteosynthesis of 20 comminuted fractures of the femur. **Acta Orthopaedic Scand**, vol 275, p. 72-76, 1997.

DAMIÁN, Z. *et al.* **Device for biomechanical torsion testes of long bones in na instron test machine**. Acesso em 15 de maio de 2012. Disponível em: <http://cistrun.unam.mx/revista/pdfv3n7/artc5.pdf>.

DENNY, H.R.; BUTEERWORTH, S.J. Opções no tratamento das fraturas. In: _____. **Cirurgia ortopédica de cães e gatos**. 4ª ed. Ed. Roca, 2006. cap 12, p.67-102.

DEYOUNG, D.J.; PROBST, C.W. Métodos de fixação interna das fraturas. In: SLATTER, D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 1ª Ed.: Ed. Manole, 1998. cap.122, p. 1909-1933.

DOYLE, N. Rehabilitation of fractures in small animals: maximize outcomes, minimize complications. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, vol 19, p. 180-191, 2004.

FERNANDES, H.J. *et al.* Placa em ponte e haste intramedular bloqueada: estudo comparativo no tratamento de fraturas multifragmentárias da diáfise do fêmur. **Revista Brasileira de Ortopedia**, vol 37, p. 392-298, 2002.

FOSSUM, T.W. *et al.* **Cirurgia de pequenos animais**. 2ª ed. São Paulo: Roca Ltda. 2005. p.187-188.

FOSSUM, T. W. *et al.* **Cirurgia de pequenos animais**. 3º ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 950-957.

GEMMILL, T. Advances in the management of diaphyseal fractures. **In Practice**, vol 29, p. 584-593, 2007.

GOUVÊA, A.S. **Avaliação de microplacas de titânio em fraturas de tibiotarso em pombos domésticos (*Columba livia*)**. 2010. 60f. Dissertação (mestrado) - Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GUIOT, L.P.; DÉJARDIN, L.M. Prospective evaluation of minimally invasive plate osteosynthesis in 36 nonarticular tibial fractures in dogs and cats. **Veterinary Surgery**, vol 40, p.171-182. 2011.

HENRY, G. Fracture healing and complications. In: THRALL, D.E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology: the appendicular skeleton**. 5ª ed.Ed: Saunders Elsevier, 2007, p.284-305.

HUDSON, C.C.; POZZI, A.; LEWIS, D.D. Minimally invasive plate osteosynthesis: Applications and techniques in dogs and cats. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, vol 3, p.175-182. 2009.

HULSE D. *et al.* Reduction in plate strain by addition of an intramedullary pin. **Veterinary Surgery**, vol 26, p. 451–459, 1997.

HUNGRIA NETO, J.S. Fraturas diafisárias do fêmur. Ainda há indicação para uso de placas? **Revista Brasileira de Ortopedia**, n. 31, p. 444-448, 1996.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 9ª ed.Ed: Guanabara Koogan.1999.

JOHNSON, A.L. *et al.* Closed reduction and type-II external fixation of comminuted fractures of the radius and tibia in dogs: 23 cases (1990-1994). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol 209, n.8, p.1445-1448, 1996.

KANLIC, E.M.; HSU, J.R. Pediatric femoral fractures treatment- bridge plating. **AO dialogue**, p. 20-22, 2005.

KESEMENLI C. *et al.* Treatment of multifragmentary fractures of the femur by indirect reduction (biological) and plate fixation. **Injury**, vol 33, p. 691-699, 2002.

KREDER, H.J. *et al.* Indirect reduction and percutaneous fixation versus open reduction and internal fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius: a randomized controlled trial. **Journal Bone Joint Surgery**, vol 87-B, p. 829-836, 2005.

LAU, *et al.* Wound complication of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures. **International Orthopaedics**, vol 32, p. 697-703, 2008.

LEITE, J.E.B. **Radiologia Veterinária Básica**. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 150 p., 2005.

LAFLAMME G. Y. *et al.* Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. **Journal Orthopaedic Trauma**, vol 22, n. 3, p. 153- 158, 2008.

MARCELLIN-LITTE, D.J. Fracturas umerales em los perros. **Walthan Focus**, vol 8, n.3, p.2-8, 1998.

MATTOS C.A. *et al.* Tratamento das fraturas do fêmur pelo método de fixação biológica: placa em ponte e haste intramedular bloqueada. **Revista Brasileira de Ortopedia**, vol 32: p. 425-430, 1997.

MICLAU T., MARTIN, R.E. The evolution of modern plate osteosynthesis. **Injury**, vol 28, Supl. nº 1. A3-6, 1997.

MULLER, M.E. *et al.* **Manual de Osteossíntese**. São Paulo, Manole, 1993. p.45-58.

MILLER, A. Current Concepts in the Management of Diaphyseal Fractures. In: CONGRESSO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE MÉDICOS VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM ANIMAIS DE COMPANIA (A.P.M.V.E.A.C), 11., 2002, Lisboa. **Anais...** Lisboa. 2002.

MILLER, A. Principles of fracture surgery IN: _____ **Manual of Small Animal Fracture Repair and Management**. Cap.9, 1998.

MUIR, P. Distal antebrachial fractures in toybreed dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, Trenton, vol 19, n.2, p. 137-145, 1997.

NOLTE, D.M.; FUSCO, J.V. PETERSON, M.E. Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol 226, p.77-82, 2005.

ORR, E.R. *et al.* Fixação biológica das fraturas multifragmetárias da diáfise do fêmur pela técnica da placa em ponte. **Revista Brasileira de Ortopedia**, vol 37, p. 31-38, 2002.

OLIVEIRA, B.J. *et al.* Osteossíntese com placa minimamente invasiva em fratura cominutiva de diáfise tibial em cão: Relato de Caso. CONGRESSO BRASILEIRO DA ANCLIVEPA, 33, 2012. CURITIBA, PR. **Anais eletrônico...** Curitiba. 2012.

ONÇA, R.J. ; PRATAS, R.L. Osteossíntese Biológica – a teoria que suporta os casos clinicos. I PARTE – **Revista : O Médico Veterinário** nº77, 2003.

PALMER RH. Biological osteosynthesis. **Veterinary Clinical of North American Small Animal Practice**, vol 29, p.1171–1185, 1999.

PAULINO, L.P.V.L. **Caracterização das complicações na osteossíntese de ossos longos**. 2009. 169f. Dissertação (mestrado). Mestrado Integrado em Medicina Veterinária técnica de Lisboa. 2009.

PERREN, S.M. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. **Journal Bone Joint Surgery**, vol 84, p. 1093–1110, 2002.

PIERMATTEI, D.L., FLO, G.L. **Manual de ortopedia e tratamento de fraturas dos pequenos animais**. 3ªed.Ed: Manole, 1999, p.437-479.

PIERMATTEI, D., FLO, G. ; DECAMP, C. Brinker, Piermattei, and Flo's **Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. 4ª ed.Ed: Saunders Elsevier, 2006.

POLO, J.P. Complicaciones de los distintos sistemas de osteosíntesis. **Canis et Felis**, vol 36, p.52-69, 1998.

POZZI, A. RESSELADA M., WINTER MD. Ultrasonography and radiography assessment of fracture healing after minimally invasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation of radius-ulna fractures in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol 241, n. 6, p. 744-753, 2012.

POZZI, A. *et al.* Retrospective comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation of radius-ulna fractures in dogs. **Veterinary Surgery** vol 42, p.19-27, 2013.

POZZI, A.; LEWIS, D.D. Surgical approaches of minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, vol 4, p.316-320, 2009.

RADASCH, R.M. Biomechanics of bone and fractures. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, vol 29, p. 1045-1082, 1999.

RAHAL, S.C.; *et al.* Emprego de fixador externo circular no tratamento de complicações de fraturas do rádio e ulna em cães de raças pequenas. **Ciência Rural [online]**, vol 35, p. 1116-1122, 2005. Acessado em 10 ago 2012. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000500020.

REEMS, M.R.; BEALE, B.S.; HULSE, D.A. Use of a *plate-rod* construct and principles of biological osteosynthesis for repair of diaphyseal fractures in dogs and cats: 47 cases (1994–2001). **Journal of the American Veterinary Medical Association**. vol 223, p. 330–335, 2003.

ROEHSIG, C. *et al.* Proventos do exame radiográfico transoperatório na cirurgia ortopédica. In: Jornada de ensino, pesquisa e extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 6., **Resumo...**Imprensa Universitária. 2004.

ROUSH, J.K. Management of fractures in small animals. **Veterinary Clinics Small Animal Practice**, vol 35, p. 1137-1154, 2005.

ROZBRUSH, S.R. *et al.* The evolution of femoral shaft plating technique. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, vol 354, p.195-208, 1998.

SHALES, C. Fracture management in small animal practice: triage and stabilisation. **In Practice**, vol 30, p.314-320, 2008.

SCHMOKEL, H.G. *et al.* Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**. vol48, p. 157-160, 2007.

SCHRADER, S.C. Complications associated with the use of Steinmann intramedullary pins and cerclage wires for fixation of long-bone fractures. **Veterinary Clinical of North American Small Animal Practice**, vol 21, n.4, p.687-703, 1991.

SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3° ed.Ed: Manole, 2007. p.1779-1792 .

STIFFLER, K. Internal fracture fixation. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, 2004. vol 19, p. 105-113.

TONG, G. O; BAVONRATANAVECH, S. **Manual de Tratamento de Fraturas da AO - Osteossíntese com Placa Minimamente Invasiva**. 1° ed.Ed: Artmed, 2009. p. 25-96.

TUDURY, E.A; POTIER, G.M.A. **Tratado de Técnica Cirúrgica Veterinária**.Ed: MedVet. 2009, p.377-408.

TUDURY, E.A.; RAISER, A.G. Redução de fraturas distais de fêmur de cães, empregando pinos de Steinmann em substituição aos de Rush. **Ciência Rural** vol 15, n.2, p.141-155, 1985. Acessado em 27 julho 2011. Disponível em http://cascavel.ufsm.br/revista_new/ojs/index.php/RCCCR/article/view/559/558.

VASCONCELOS, J.W. *et al.* Tratamento das fraturas cominutivas do fêmur com a utilização da placa em ponte. **Revista Brasileira de Ortopedia**, vol 39, n°8, agosto 2004.

WAGNER, M., FRIGG, R. **AO manual of fracture management, internal fixators: concepts and cases using LCP and LISS**. Clavadelerstrasse: AO Publishing; p. 1–57, 2006.

WAGNER, M. Concept of fracture fixation. **AO Dialogue**, p.23-26. 2005.

WAGNER M. General principles for the clinical use of LCP. **Injury**, vol 34, Suppl 2, B31–42, 2003.

WITSBERGER, D.A.; *et al.* Minimally invasive application of a radial plate following placement of an ulnar rod in treating antebrachial fractures. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, vol 6, p.459-467, 2010.

ZHIQUAN, A. *et al.* Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. **Journal Orthopaedic Trauma**, Nova York, vol21, p. 628-633, 2007.

ZIRAN BH. *et al.* Percutaneous plating of the humerus with locked plating: technique and case report. **Journal Orthopaedic Trauma**, vol 63, p.205–210, 2007.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do projeto: Osteossíntese Minimamente Invasiva (MIPO) - Reparação de fraturas em ossos longos de cães e gatos

Pesquisador responsável: Lenise Nascimento Flôres, pós-graduando (mestrado) em Ciências Veterinárias pela Faculdade de Veterinária da UFRGS

Este projeto objetiva analisar a evolução pós-operatória de um método de tratamento de fratura pouco utilizado em medicina veterinária, mas já consagrado na medicina humana. Que consta da inserção de uma placa metálica por dois pequenos orifícios na perna ou braço do seu animal e fixação com alguns parafusos, normalmente quatro a seis. O seu animal será submetido ao procedimento cirúrgico, sendo liberado para casa no mesmo dia. Você e seu animal deverão retornar ao HCV após 7 a 10 dias da cirurgia para a retirada dos pontos e avaliação clínica, e após este período, mensalmente para fazer exames radiográficos e avaliações clínicas.

Todo procedimento será realizado no Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS. Se algo inesperado acontecer, o animal receberá todos os cuidados sem qualquer custo ao proprietário.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____, CPF _____, abaixo assinado, proprietário do _____ da raça _____ denominado de _____, ficha no HCV nº _____ concordo em ceder meu animal para participar do projeto **Osteossíntese Minimamente Invasiva (MIPO)- Reparação de fraturas em ossos longos de cães e gatos** como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pela mestrandia pesquisadora LENISE NASCIMENTO FLÔRES sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação do meu animal. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção do acompanhamento do meu animal.

Autorizo a realização deste procedimento e estou ciente dos riscos cirúrgicos e anestésicos. Da mesma forma, autorizo a publicação de dados inerentes ao procedimento cirúrgico deste projeto de pesquisa, e comprometo-me a permitir que o animal fique internado para receber todo o tratamento necessário, caso os pesquisadores julguem necessário. Comprometo-me também a comparecer nas revisões necessárias, cuja frequência será após 10 dias do procedimento cirúrgico e posteriormente a cada 30 dias, até completar 90 dias, ou tantas vezes quanto o pesquisador julgar necessário. Estou ciente que os custos com o procedimento cirúrgico e curativos serão responsabilidade do pesquisador responsável, ficando ao meu encargo os custos do material anestésico e as avaliações radiográficas. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Porto Alegre, _____ de _____ de 2012.

Assinatura do proprietário

Assinatura do pesquisador

Veterinário e Pesquisador Responsável: Marcelo Meller Alievi CRMVRS- 6461

Pós-graduando Responsável: Lenise Nascimento Flôres CRMVRS- 9553

Telefone: (51) 97148919 E-mail: lenisevet@yahoo.com.br

End. Av. Bento Gonçalves, 9090. Porto Alegre Telefone: 3308-6112