



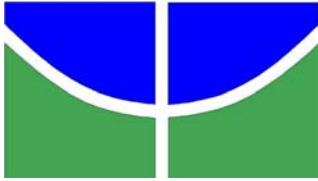
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

CLARISSA ROCHA DOS SANTOS

OSTEOSSÍNTESE COM PLACA MINIMAMENTE INVASIVA EM OSSOS LONGOS:
REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada para a
conclusão do Curso de Medicina
Veterinária da Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília

Brasília – DF
Dezembro de 2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

CLARISSA ROCHA DOS SANTOS

OSTEOSSÍNTESE COM PLACA MINIMAMENTE INVASIVA EM OSSOS LONGOS:
REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada para a
conclusão do Curso de Medicina
Veterinária da Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília

Orientadora

Prof. Dra. Ana Carolina Mortari

Brasília – DF
Dezembro de 2011

Ficha Catalográfica

Santos, Clarissa Rocha dos
OSTEOSSÍNTESE COM PLACA MINIMAMENTE INVASIVA EM OSSOS
LONGOS: REVISÃO DA LITERATURA/Clarissa Rocha dos Santos, orientação de
Ana Carolina Mortari – Brasília, 2011

49 páginas

Monografia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária. 2011

1. Mípo. 2. Ossos Longos. 3. Fraturas. 4. Osteossíntese. I. Mortari, A. C. II.
Médico Veterinário.

Cessão de Direitos

Nome do Autor: Clarissa Rocha dos Santos

Título da Monografia: Osteossíntese com Placa Minimamente Invasiva em Ossos
Longos: Revisão de Literatura.

Ano: 2011

É concedida a Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor: SANTOS, Clarissa Rocha dos

Título: Osteossíntese com placa minimamente invasiva em ossos longos: Revisão Literatura

Monografia de conclusão do Curso de Medicina Veterinária apresentada à Faculdade de Agronomia e medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Aprovada em: 20 / 12 / 2011

Banca Examinadora



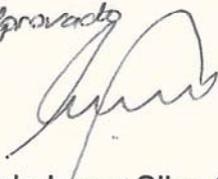
Prof. Dr. Ana Carolina Mortari

Julgamento: *Aprovado*



Prof. Ma. Christine Souza Martins

Julgamento *Aprovado*



Prof. Dr. Marcelo Ismar Silva Santana

Julgamento *Aprovado*

Instituição: Universidade de Brasília

Assinatura:

Instituição: Universidade de Brasília

Assinatura:

Instituição: Universidade de Brasília

Assinatura:

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, por terem me dado todo o amor e apoio necessários para conquistar mais uma etapa com sucesso.

Ao meu avô (*in memoriam*), José Honório, que nos deixou muito cedo e não pôde acompanhar a minha caminhada, mas tenho certeza que nunca nos abandonou.

À minha bisavó (*in memoriam*), Aldenora Castro, a senhora se foi, mas nos deixou ensinamentos que jamais serão esquecidos. E dedico a todos os meus futuros pacientes, que a partir de agora, com a consciência de que vocês merecem o melhor, eu nunca deixe de me dedicar a fazer o máximo que eu puder!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois mesmo nos momentos em que me faltou fé, Ele não deixou de acreditar em mim.

Aos meus pais, Lúcia Rocha e Romoaldo Santos, por terem me dado à oportunidade de compartilhar esse mundo com eles, me estimularem a realizar os meus sonhos, respeitarem as minhas escolhas, por terem me dado à base para chegar onde cheguei e por nunca desistirem de mim! Obrigada por todo amor, carinho e paciência. Eu amo muito vocês.

À minha irmã mais velha, Paula Stefany, por ser um exemplo de mulher batalhadora, às minhas irmãs mais novas, Kamila, por todos os puxões de orelha e Maria Clara, pois você abriu os meus caminhos e me deu mais força para ser aquilo que um dia você terá como exemplo. Amo vocês um tantão!

À Ana Amélia, Lucas e Francisco, de uma forma ou de outra, vocês entraram na minha vida e contribuíram de uma forma especial para a minha formação.

Ao meu namorado, Felipe Romão, pois além de ser um grande amigo que me aconselhou, não deixou que eu desistisse e me incentivou até a última decisão, foi também um grande companheiro, não só nesses momentos finais, quando me acolheu em seu colo e me deu todo carinho e amor necessários.

À minha família (avós, avô, padrinhos e madrinhas, tias, tios, primos e primas) que sempre me incentivaram, torceram e até me ajudaram para que nunca faltasse nada para a realização do meu sonho. Amo Vocês!

Aos meus grandes amigos de graduação, Mari, Lei, Pri, Tha, Saulinho e Amandinha, que me incentivaram, me ouviram chorar e berrar e seguraram a minha mão quando precisei. E jamais poderia esquecer aquelas que me acompanham desde sempre, Gabi e Evy. Obrigada pela amizade, cumplicidade e companheirismo. Tudo que passamos juntos jamais será esquecido.

Aos meus colegas de turma, que me ensinaram a ter paciência, a crescer pessoalmente e profissionalmente, mesmo que as estatísticas tenham dito o contrário.

À minha supervisora e orientadora de estágio curricular, Ana Carolina Mortari, por todo conhecimento transmitido nesse período de convivência, por ter me aceito como primeira orientada na UnB, por não desistir de mim e do meu TCC até o ponto final e por me recomendar o estágio em Botucatu, eu amei!!!!!!

Ao professor Richard Figueiras, pela oportunidade de estágio, por me mostrar que a ortopedia é uma área grandiosa e que necessita de muuuuita dedicação, mesmo não tendo sido sua aluna na graduação tive o imenso prazer de tê-lo como professor e passei a admirar mais ainda o seu trabalho. Obrigada!

À todos os funcionários do HVETINHO, especialmente, Paulinha, Liu, Dalila e Aline que durante todo o período de estágio demonstraram muita força e dedicação a essa profissão que tanto exige de cada uma.

A todos aqueles que me receberam em Botucatu com braços abertos e aprenderam a me respeitar e a confiar em mim como profissional, mesmo que no cargo de estagiária. Cris, Lu, Léo, Vi, Kombi, professor Quim, professora Valéria, professora Sheila, professor Carlinhos, anestesistas, estagiários e alunas do rodízio vocês foram as portas para que eu pudesse me encantar um pouco mais por essa área, a cirurgia veterinária.

Ao meu ex-chefe, Luiz Fernando, aos colegas e amiga de trabalho, Lua, que durante três anos e meio me ensinaram a superar obstáculos e a gostar um pouco mais de matemática. E mais que isso, aprendi a dar mais valor ao meu curso, afinal, desenvolvi a habilidade de trabalhar em pouco tempo, o que significou muito.

A todas as pessoas que não foram citadas, mas que possuem um lugar especial no meu coração, por que durante tanto tempo se fizeram presentes, me incentivando com dúvidas, engrandecendo minha vida e me estimulando a ser melhor!!!!

Aos professores, Christine Martins e Eduardo Mendes, que foram meus grandes exemplos de profissionais, dedicados e atenciosos, mesmo com o tempo curto, nunca me negaram nada. E a todos os professores e funcionários da FAV, todos vocês, contribuíram de alguma forma para a minha formação profissional.

Enfim, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram com todos os meus passos até aqui. A partir de agora, novos passos serão dados e tenho certeza que muitos de vocês estarão comigo. MUITO OBRIGADA! Vocês são essenciais.

EPIGRAFE

“Pode ir agora,
Que a vida decidiu te trazer outras coisas boas
Pode ir sem medo, pode ir tranquilo
Que a vida te reserva muitos abraços e muitos sorrisos
Vai, levando sempre todas as pessoas que
Fizeram os seus dias mais alegres
E sempre com a certeza de que o mundo dá voltas
E a gente até se esquece
Amanhã é outro dia, amanhã é sempre outra história
Agradeça e sorria.”
(Chimarruts)

RESUMO

SANTOS, C. R. Osteossíntese com Placa Minimamente Invasiva em Ossos Longos: Revisão de Literatura, Minimally Invasive Plate Osteosynthesis in Long Bones: Literature Review. 2011. p 49. Monografia (Conclusão do Curso de Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF. As lesões ortopédicas em pequenos animais são acontecimentos comuns na rotina veterinária. Independente das fraturas serem fechadas ou expostas, a fixação do foco exige conhecimento específico que permita a escolha do tratamento mais adequado. Atualmente, cerclagens, fixação esquelética externa, pinos intramedulares, placas e parafusos ósseos têm sido os métodos mais utilizados em técnicas operatórias abertas na medicina veterinária. Com os avanços das técnicas de osteossíntese nos últimos anos, tem-se desenvolvido estratégias biológicas para o reparo de fraturas. Nesse contexto, a osteossíntese com placa minimamente invasiva surge como uma técnica cirúrgica para fixação de fraturas com finalidade de minimizar os danos iatrogênicos nos tecidos moles, diminuir o risco infecção trans-operatória e o tempo cirúrgico, bem como, proporcionar fixação estável apropriada para promover o retorno precoce à função do membro. O presente estudo teve como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica a respeito desse método de estabilização óssea, revisando aspectos anatômicos e condições que melhor se adaptam a técnica, bem como, descrição da metodologia cirúrgica e complicações cirúrgicas e pós-operatórias.

Palavras-chave: MIPO, Ossos Longos, Fraturas, Osteossíntese.

ABSTRACT

SANTOS, C. R. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis in Long Bones: Literature Review. Osteossíntese com Placa Minimamente em Ossos Longos: Revisão de Literatura, 2011. p 49. Monograph (Conclusion of the Course of Veterinary Medicine) – Faculty of Agronomy and Veterinary Medicine, University of Brasilia, Brasilia, DF. The orthopedic injuries in small animals are common occurrences in routine veterinary. Practice regardless if the fractures were closed or exposed, to fix its focus requires specific knowledge that allows choosing the most appropriate treatment. At present, cerclage, external skeletal fixation, intramedullary pins, bone plate and screws have been the most widely used in open surgical techniques in veterinary medicine. With advances in techniques of osteosynthesis in recent years many biological strategies have been developed. In this context, the minimally invasive plate osteosynthesis appears as a surgical technique for fracture fixation in order to minimize the iatrogenic soft tissue damage, reduce the risk infection and intraoperative surgical time as well as providing stable fixation to promote appropriate early return of limb function. This study had the objective to present a review of the literature about this method of bone stabilization, reviewing anatomical features and conditions that best suit the technique, as well as description of the surgical methodology and surgical complications and postoperative.

Keywords: MIPO, Long Bones, Fractures, Osteosynthesis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	14
2.1	ESTRUTURA ANATÔMICA DOS OSSOS LONGOS.....	14
2.1.1	Ossos Longos.....	14
2.2	CLASSIFICAÇÃO DE FRATURAS.....	17
2.2.1	Quanto à Localização.....	17
2.2.2	Quanto à exposição óssea e Lesões externas.....	18
2.2.3	Quanto a direção da linha de fratura	18
2.3	FIXADORES UTILIZADOS.....	19
2.3.1	Placas e Parafusos.....	19
2.3.1.1	Placas	20
2.3.1.2	Parafusos	21
2.4	DIAGNÓSTICO DE FRATURA.....	22
2.4.1	Análise da marcha e apoio do membro ao solo	22
2.4.2	Inspeção.....	23
2.5	CONSOLIDAÇÃO ÓSSEA	23
2.6	TRATAMENTO DE FRATURAS.....	25
2.7	INDICAÇÕES DA TÉCNICA DE MIPO.....	27
2.8	TRATAMENTO CIRÚRGICO	28
2.8.1	Pré-Operatório.....	28
2.8.2	Redução da Fratura.....	29
2.8.2.1	Técnica de tração.....	31
2.8.2.2	Pino de Steinmann como método de distração.....	31
2.8.2.3	Distratores de fratura.....	32
2.8.3	Abordagem Cirúrgica e aplicação da placa na técnica de osteossíntese minimamente invasiva.....	33
2.9	TÉCNICA CIRÚRGICA.....	35
2.9.1	Úmero.....	35
2.9.2	Rádio	37
2.9.3	Fêmur	39
2.9.4	Tíbia	40
2.10	COMPLICAÇÕES.....	41

2.10.1	Complicações relacionadas à execução da técnica.....	42
2.10.2	União Retardada.....	42
2.10.3	Não União.....	43
2.10.4	Má união.....	44
2.10.5	Infecções ósseas.....	45
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Em 1958 um grupo de médico cirurgiões ortopédicos humanos criou a “Swiss Arbeitsgemeinschaft fur Osteosynthesefragen” (AO), uma associação para o estudo das técnicas de osteossíntese com o intuito de padronizar protocolos e materiais utilizados para osteossíntese e promover uma recuperação mais rápida do paciente no período pós-operatório com precoce retorno à função do membro e adequada mobilidade. Os princípios da AO preconizam um reparo que preserve a anatomia, mantenha os focos de fratura estáveis com preservação da biologia e vascularização do foco de fratura (HUDSON ET AL., 2009).

Um dos seus princípios refere que antes da colocação de um implante é necessária uma reconstrução anatômica, que exige uma ampla exposição cirúrgica e manipulação adequada com a colocação de parafusos interfragmentares, inicialmente (HUDSON ET AL., 2009). Com a evolução e a necessidade em se obter uma fixação mais rígida, as placas foram sendo inseridas no mercado ortopédico e a partir de então, técnicas vêm sendo desenvolvidas em busca de aprimorar a colocação desses equipamentos e permitir um pós-operatório mais adequado (HUDSON ET AL., 2009; POZZI e LEWIS, 2009).

Muitas técnicas e materiais ortopédicos foram desenvolvidos e testados para uso em seres humanos e em animais (POZZI e LEWIS, 2009). Com objetivo de alcançar uma redução e fixação internas adequadas combinadas à reabilitação funcional do membro acometido com mínima interferência na biologia do foco de fratura, a osteossíntese com placa minimamente invasiva (MIPO) foi desenvolvida a partir da observação de que os traumas iatrogênicos e a manipulação excessiva do foco de fratura podem retardar a taxa de consolidação óssea e desvitalizar os fragmentos que potencialmente contribuiriam neste processo (HUDSON ET AL., 2009; POZZI E LEWIS, 2009).

Devido a grande incidência de traumas na medicina veterinária, aos benefícios que a técnica pode trazer no pós-operatório do animal, como recuperação precoce do membro e diminuição dos traumas iatrogênicos (HUDSON ET AL., 2009; POZZI E LEWIS, 2009; HARASEN, 2002), e aos poucos estudos brasileiros a respeito da utilização da técnica de osteossíntese com placa minimamente invasiva (POZZI E LEWIS, 2009), o presente estudo irá apresentar uma revisão bibliográfica a respeito da aplicação deste tipo de cirurgia ortopédica na medicina veterinária .

2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

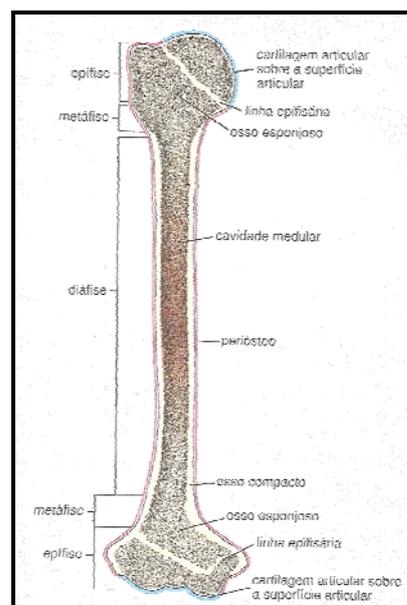
2.1 ESTRUTURA ANATÔMICA DOS OSSOS LONGOS

2.1.1 Ossos Longos

Ossos longos (Figura 1) possuem função de sustentação corporal, além de promover a locomoção e proteger partes moles do corpo. São estruturas cilíndricas que apresentam três centros de ossificação denominados: uma diáfise (corpo do osso) e duas epífises (extremidades dos ossos) e duas metáfises (DYCE, et al., 2004).

A forma do osso é determinada por uma bainha ou córtex de osso maciço (compacto). O córtex da diáfise do osso é espesso e à medida que se aproxima das epífises, torna-se mais delgado. Quanto à superfície externa é lisa, porém existem irregularidades nos locais de inserção de músculos e tendões, que recebem variedades de denominações tais como linhas, tubérculos ou tuberosidades. A superfície interna da diáfise limita a cavidade medular e as extremidades dos ossos são constituídas de ossos esponjosos, em ambos os casos, preenchidos pela medula óssea (DYCE et al., 2004).

Figura 1 – Ilustração da estrutura de um osso longo



Fonte: Ross, 2008.

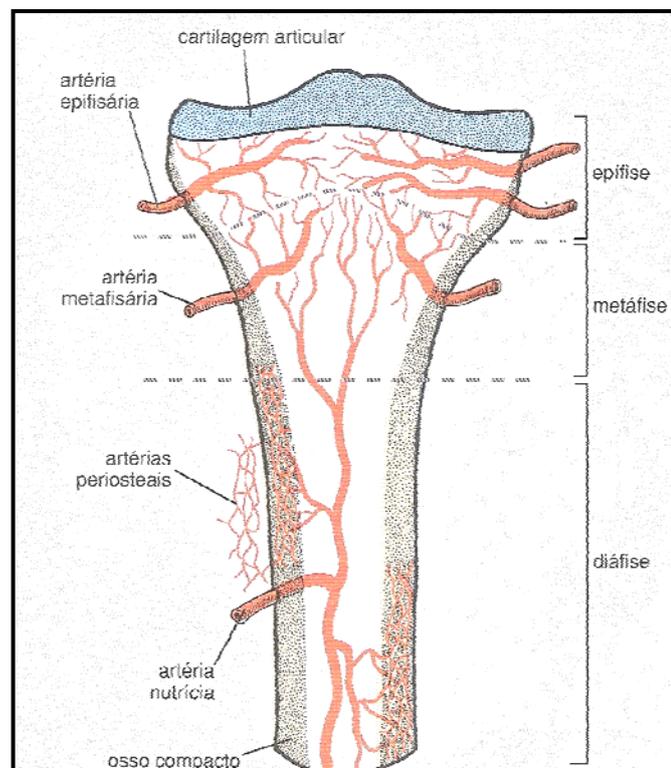
A face externa dos ossos, com exceção das superfícies articulares, é recoberta por uma resistente membrana fibrosa denominada periósteo (BANKS, 1998; DYCE,

2004). Durante o desenvolvimento as células osteogênicas desse envoltório aumentam o diâmetro da diáfise, enquanto que nos animais adultos ele tem a função de manutenção da superfície óssea, remodelação e atividades de reparação de fraturas promovendo a neoformação óssea periosteal (BANKS, 1998).

As áreas de contato com ossos adjacentes apresentam-se revestidos por cartilagem articular hialina e assim, recebem o nome de superfícies articulares, essa cobertura permitem a execução dos movimentos relacionados às articulações (DYCE, 2004).

Os ossos apresentam um suprimento sanguíneo abundante e bastante peculiar (DYCE, 2004). Existe uma artéria nutrícia que penetra na diáfise do osso por meio de um orifício denominado forame nutrício e assim alcança a medula (DYCE, 2004; ROSS, 2008). Assim que penetra o córtex, a artéria se divide em dois ramos opostos dentro da medula que juntamente às suas divisões posteriores irão irrigar principalmente a diáfise do osso (Figura 2) (DYCE, 2004).

Figura 2 – Suprimento sanguíneo de um osso longo.



Fonte: Ross, 2008.

As extremidades dos ossos são irrigadas pelos sinusóides medulares onde as ramificações da artéria nutrícia irá se juntar através de anastomoses aos vasos metafisários e epifisários do osso (DYCE, 2004; ROSS e PAWLINA, 2008). A

eficiência dessas anastomoses é variável, de modo que o suprimento colateral normalmente é suficiente para permitir que o osso sobreviva após uma fratura (DYCE, 2004).

A irrigação do tecido ósseo ocorre de maneira centrífuga, ou seja, o sangue se move a partir da cavidade medular para dentro, e através das veias periosteais, se move para fora (DYCE, 2004; ROSS e PAWLINA, 2008). Os canais de Volkmann proporcionam irrigação para os ossos compactos e os canais de Havers, que possuem uma única arteríola, ou vênula, ou capilar, irão irrigar o perióstio e o endóstio (ROSS e PAWLINA, 2008).

Os ossos longos não apresentam vasos linfáticos em seu interior (DYCE, 2004; ROSS e PAWLINA, 2008), apesar de infecções ósseas poderem se espalhar para os vasos de tecidos adjacentes. A principal forma de drenagem da medula é feita por veias, que acompanham as artérias principais e acabam por emergir dos mesmos orifícios (DYCE, 2004). O perióstio é a única parte do osso que apresenta drenagem linfática (ROSS e PAWLINA, 2008).

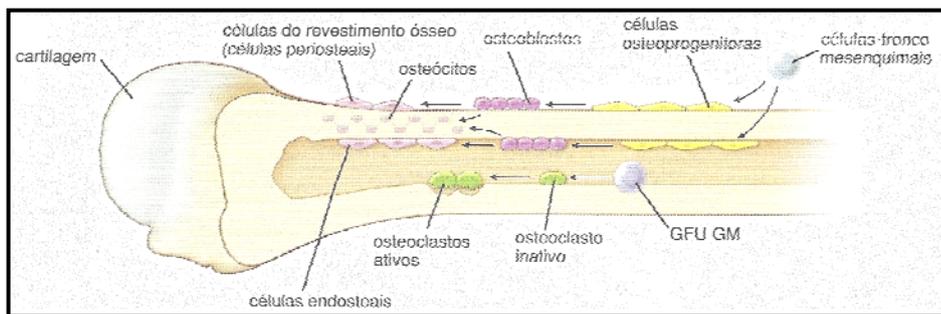
Ao redor dos pequenos canais centrais dos ossos longos, existem lamelas delgadas, que se organizam em seqüências de tubos concêntricos, denominadas osteonas. Dentro desses sistemas, serão encontrados ramos da irrigação nervosa, e sabe-se que algumas de suas fibras se direcionam para os vasos, outras para o perióstio e as demais possuem direção incerta. (DYCE, 2004).

O tecido ósseo é uma forma especializada de tecido conjuntivo que apresenta células e matriz extracelular e o que diferencia esse tecido dos outros é a sua mineralização com fosfato de cálcio (ROSS e PAWLINA, 2008). A matriz óssea irá apresentar lacunas que possuem um osteócito localizado em cada uma delas, essas células são as responsáveis por manter a viabilidade do osso, pois são capazes de sintetizar e degradar a matriz mantendo a homeostasia do osso, além de responder às forças mecânicas (DYCE, 2004; ROSS e PAWLINA, 2008). Além dessa célula, a matriz será composta de outras quatro, as células osteoprogenitoras, osteoblastos, células de revestimento ósseo e os osteoclastos (ROSS e PAWLINA, 2008).

Todas as células ósseas são originadas das células-tronco. As células osteoprogenitoras irão originar os osteoblastos, que são responsáveis por formar os ossos ao segregar a matriz óssea. As células de revestimento ou periosteais são originadas dos osteoblastos e nos locais onde não estiver ocorrendo remodelamento, elas estarão presentes (as que estiverem na superfície serão

denominadas periosteais e as da superfície interna, endosteais). Por fim, os osteoclastos são as células de reabsorção óssea que serão observadas em locais de remoção do osso (Figura 3) (DYCE, 2004; ROSS e PAWLINA, 2008).

Figura 3 – Figura esquemática das células que compõem o osso. GFU-GM (Unidades formadoras de colônias de granulócitos macrófagos)



Fonte: Ross, 2008.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE FRATURAS

As fraturas são rupturas da cortical óssea que pode ser completa, quando envolvem ambas as corticais ou incompleta, quando apenas uma das corticais é afetada. Normalmente vêm acompanhadas de comprometimento da função locomotora do membro e do aporte sanguíneo provocando muitas vezes lesões em tecidos ósseos adjacentes (PIERMATTEI et al., 2009.).

Os ossos longos estão sujeitos às forças fisiológicas geradas pela sustentação de peso, contração muscular e atividades físicas associadas, e pelas forças não fisiológicas como acidentes automobilísticos, armas de fogo e quedas (HARARI, 2002; HUDSON et al., 2009). Diversos são os fatores que podem provocar uma fratura como os traumas diretos (uma força aplicada diretamente sobre o osso), traumas indiretos (quando a força é transmitida para extremidades distais), doenças que causam enfraquecimento ósseo ou lesões por esforço repetitivo (PIERMATTEI et al., 2009). Dessa forma, surgem as diferentes classificações:

2.2.1 Quanto à Localização

As fraturas são inicialmente classificadas de acordo com sua localização anatômica em diafisárias (proximal, média, distal), metafisárias, fisárias ou fiseais, epifisárias, condilares e intercondilares, articulares. As fraturas fisárias nos animais em crescimento são ainda definidas de acordo com a classificação de Salter-Harris

em cinco graus de acordo com a gravidade e localização da linha de fratura (PIERMATTEI et al., 2009)

2.2.2 Quanto à exposição óssea e Lesões externas

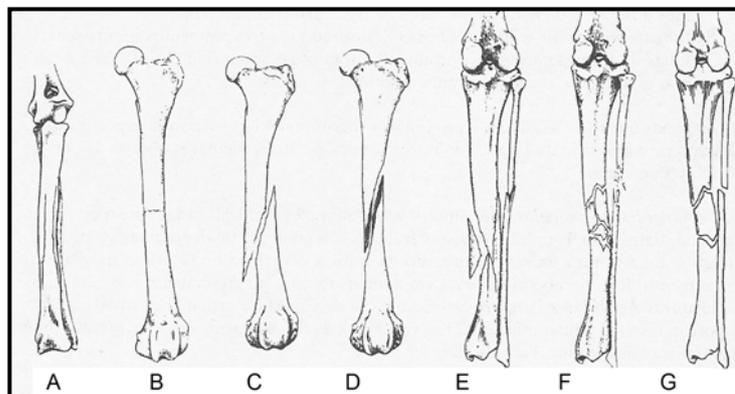
As fraturas são denominadas como abertas (expostas) ou fechadas na dependência de existir comunicação ao meio externo. Fraturas abertas podem se tornar contaminadas ou infectadas aumentando o tempo de recuperação e exigindo cuidados especiais na sua manipulação (PIERMATTEI et al., 2009).

As fraturas expostas podem ser classificadas em três tipos, de acordo com a gravidade da lesão. A fratura exposta do tipo I geralmente é causada pela penetração da extremidade óssea fraturada, de dentro para fora, através da superfície cutânea com uma lesão discreta nos tecidos moles. Nas fraturas expostas do tipo II, a lesão dos tecidos moles ocorre de fora para dentro e corpos estranhos podem penetrar na ferida, no momento do trauma podendo ser observado laceração dos tecidos moles, mas sem grande perda tecidual. As fraturas expostas do tipo III são as mais graves e mais propensas à contaminação e à infecção da ferida, pois ocorre laceração extensa dos tecidos moles, formação de retalhos teciduais e diferentes graus de necrose (PIERMATTEI et al., 2009).

2.2.3 Quanto a direção da linha de fratura

Mediante a avaliação radiográfica, as fraturas podem ser classificadas de acordo com a direção da linha de fratura em fratura transversa, fratura oblíqua, fratura em espiral ou helicoidal e fratura cominutiva (Figura 8) (PIERMATTEI, 2009).

Figura 8 - Classificação das fraturas. A, Fissura; B, Transversaria; C, Oblíqua; D, Em espiral ou helicoidal; E, Cominutiva Redutível; F, Cominutiva não redutível; G, Múltipla ou segmentar.



Fonte: Piermattei, 2009.

As fraturas cominutivas freqüentemente são fraturas complicadas, pois apresentam maior número de linhas de fraturas e muitas vezes os fragmentos não podem ser anatomicamente reduzidos (PIERMATTEI et al., 2009).

O sucesso na utilização de qualquer técnica de fixação interna depende, em grande parte, da familiaridade do cirurgião com as vantagens e limitações da técnica selecionada e conhecimento dos princípios das aplicações do implante (FOSSUM, 2008; POZZI e LEWIS, 2009). Além disso, é necessário que se conheça a anatomia específica do local da fratura e abordagem cirúrgica (HUDSON et al., 2009; POZZI e LEWIS, 2009), pois no caso de estruturas nervosas e vasculares importantes estarem localizadas na região, deve-se mudar para uma abordagem cirúrgica aberta visando uma melhor visualização e a proteção de nervos e vasos (HUDSON et al., 2009).

2.3 FIXADORES UTILIZADOS

2.3.1 Placas e Parafusos

A utilização de placas e parafusos teve início no começo dos anos 60 quando um grupo de médicos cirurgiões ortopédicos suíços formou um grupo para o estudo de tratamentos de fraturas em humanos e criou a AO (“Swiss Arbeitsgemeinschaft fur Osteosynthesefragen”) ou ASIF (Associação para o Estudo de Fixação Interna). Esse grupo desenvolveu e continua a desenvolver recomendações para a utilização de implantes ortopédicos (Figura 4) que proporcionem sucesso crescente e menores complicações relacionados ao manejo das fraturas (FOSSUM, 2008; HUDSON et al., 2009; JOHNSON, 2003).

Figura 4 - Exemplo de placas ósseas e equipamentos para aplicação.



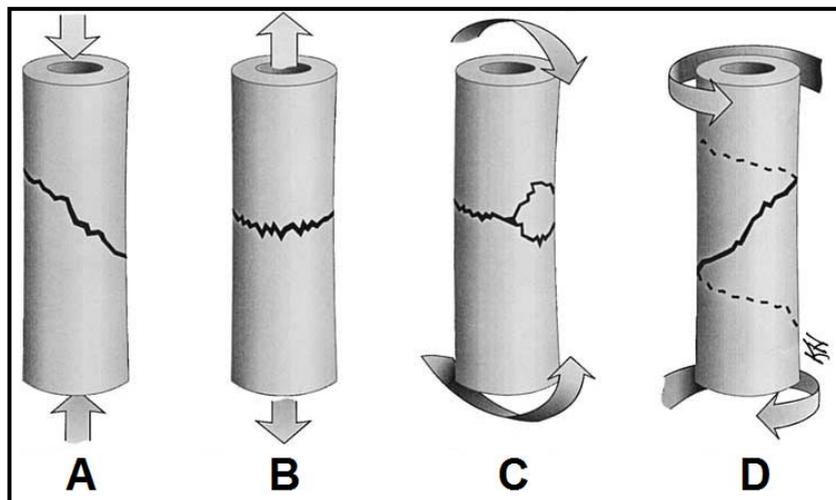
Fonte: Johnson et al., 2005.

2.3.1.1 Placas

A principal vantagem na utilização de placas ósseas é o retorno precoce da função do membro acometido (FOSSUM, 2008; HARARI, 2002; HUDSON et al., 2009; PIERMATTEI et al., 2009; POZZI, 2009). São indicadas principalmente para fraturas de ossos longos, múltiplas e complexas e para cães de raças de grande porte (PIERMATTEI et al., 2009).

As placas tendem a resistir às forças que atuam nos ossos fraturados como as forças axiais, de dobramento e de torção (Figura 5). O principal problema da utilização das placas se localiza em seus orifícios, onde se concentra o estresse que pode causar uma falha (quebra) nesses locais (FOSSUM, 2008; HUDSON et al., 2009). Porém, a decisão de utilizar placas como método de estabilização, necessita conhecimento da anatomia, princípios das forças atuantes nas fraturas, características dos instrumentos utilizados, selecionar a melhor abordagem cirúrgica e reconhecer os padrões de consolidação para facilitar o pós-operatório (PIERMATTEI et al., 2009).

Figura 5 - Forças que atuam em ossos fraturados. A, Compressão: fratura oblíqua; B, Tensão: fratura transversa; C, Dobramento: fratura transversa com pequenas fraturas oblíquas; D, Torção: fratura espiral.



Fonte: Harari, 2002.

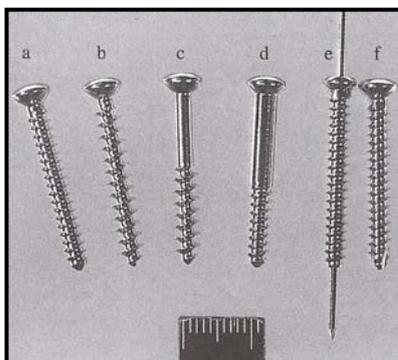
Assim como os parafusos, a maioria das placas utilizadas é confeccionada em aço inoxidável 316L (SLATTER, 2007; FOSSUM, 2008). Existem também placas de titânio que são mais resistentes à fadiga e apresentam melhor biocompatibilidade, porém não tão fortes quanto às placas de aço inoxidável. As placas ósseas estão disponíveis em diferentes tamanhos e formatos fabricados principalmente por

empresas de materiais cirúrgicos humanos, mas alguns desses sistemas tem-se tornado disponíveis especificamente para a medicina veterinária (GUIOT e DEJARDIM, 2010; HUDSON et al., 2009; SCHMOKEL et al., 2007; SLATTER, 2007).

2.3.1.2 Parafusos

Os parafusos são fabricados em aço inoxidável 316L ou titânio podendo ou não ser auto rosqueáveis (FOSSUM, 2008; SLATTER, 2007). Ossos corticais densos necessitam de parafusos com uma volta maior do comprimento da rosca e menor profundidade do que os parafusos destinados aos ossos esponjosos (Figura 6 a). Os parafusos para ossos esponjosos apresentam ponta e profundidade de rosca maiores otimizando a fixação no osso trabecular e podem conter roscas em toda a sua extensão ou apenas em sua extremidade produzindo um efeito compressivo (Figura 6 b e c) (FOSSUM, 2008; HUDSON et al., 2009; SLATTER, 2007).

Figura 6 - Parafusos de tipos, desenhos de roscas e arranjos diferentes. a, parafuso cortical; b e c, parafusos esponjosos; d, parafuso de eixo; e, parafuso canulado; f, parafuso auto-rosqueante.



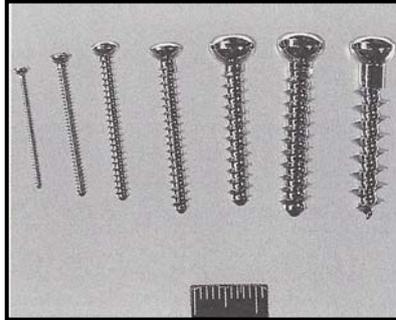
Fonte: Slatter, 2007

Parafusos canulados possuem um orifício no seu eixo e são utilizados após uma redução fechada ou quando os fragmentos são de difícil exposição (Figura 6 e). Os parafusos auto-rosqueantes foram desenvolvidos para que obtivessem rápida inserção (Figura 6 f) (HUDSON et al., 2009; SLATTER, 2007).

Os tamanhos padrões dos parafusos são: 1,5 cm, 2,0 cm, 2,7 cm, 3,5 cm, 4,5 cm, 5,5 cm e 6,5 cm sendo que seus comprimentos variam para cada tamanho (Figura 7) (SLATTER, 2007; FOSSUM, 2008). A escolha do parafuso correto deve ser feita baseada na dureza e densidade do osso, assim como a resistência de remoção será fundamentado no diâmetro externo do parafuso e na resistência do

material no qual ele se encontra inserido (GUIOT e DEJARDIM, 2010; SLATTER, 2007).

Figura 7 - Tamanhos padrões em ordem crescente descrita no texto.



Fonte: Slatter, 2007.

2.4 DIAGNÓSTICO DE FRATURA

O diagnóstico das fraturas é baseado primeiramente no histórico clínico do animal, uma anamnese extensa pode identificar a causa pela qual o animal está no hospital. Em seguida um exame físico deve ser realizado em busca de locais de instabilidade ou onde o animal demonstre dor. Feito isso, é possível encaminhar o animal para exames complementares. No caso das fraturas, as radiografias são instrumentos úteis para uma avaliação preliminar dos membros afetados identificando locais de fissuras. Além disso, elas auxiliam na escolha do tratamento mais adequado e facilita a seleção dos implantes (HARARI, 2002).

2.4.1 Análise da marcha e apoio do membro ao solo

As fraturas ósseas completas geralmente levam à impotência funcional do membro. Em estação, ocorre apoio parcial do membro (apoio sobre os coxins digitais) ou ausência total de apoio. Nas fraturas incompletas podem gerar diferentes graus de claudicação com ou sem apoio de peso no membro acometido ao caminhar. O exame físico e ortopédico é fundamental para o diagnóstico do membro acometido, da severidade das lesões e do diagnóstico diferencial com lesões neurológicas (BOJRAB, 2005; JOHNSON E DUNNING, 2005; PIERMATTEI E JOHNSON, 2004).

2.4.2 Inspeção

À inspeção, alguns sinais clínicos sugestivos de fratura podem ser observados tais como aumento de volume local em função de lesões vasculares (formação de hematomas) e desencadeamento do processo inflamatório que pode persistir após cinco a sete dias do trauma (JOHNSON E DUNNING, 2005; PIERMATTEI E JOHNSON, 2004).

A deformidade anatômica pode ocorrer nas fraturas completas dos ossos longos e luxações e é possível observar alteração no eixo ósseo, com desvios angulares ou rotacionais. Nas fraturas incompletas, fraturas completas de ossos curtos ou fraturas intra- articulares a alteração anatômica do eixo ósseo pode não ocorrer. As lesões dos tecidos moles no foco da fratura e a reação inflamatória também contribuem para a deformidade do local acometido (BEALE, 2004; JOHNSON E DUNNING, 2005).

As lesões dos tecidos moles também devem ser avaliadas, pois trauma grave pode acompanhar perda óssea associada à lesão de músculos, nervos, tendões e ligamentos. Além disso, deve-se avaliar a massa muscular para tentar diagnosticar possíveis atrofia musculares causadas por desuso que indicam lesões antigas, contraturas musculares (JOHNSON E DUNNING, 2005; PIERMATTEI E JOHNSON, 2004).

Frequentemente observadas nas alterações articulares e ligamentares, as lesões osteomusculares de evolução crônica, podem ser indicadas por hipotrofia muscular, entretanto, podem caracterizar fraturas com tratamentos incorretos ou com distúrbios na reparação óssea. Além disso, a estabilização incorreta ou demorada da fratura pode decorrer em contraturas musculares (BOJRAB, 2005; JOHNSON E DUNNING, 2005; PIERMATTEI E JOHNSON, 2004).

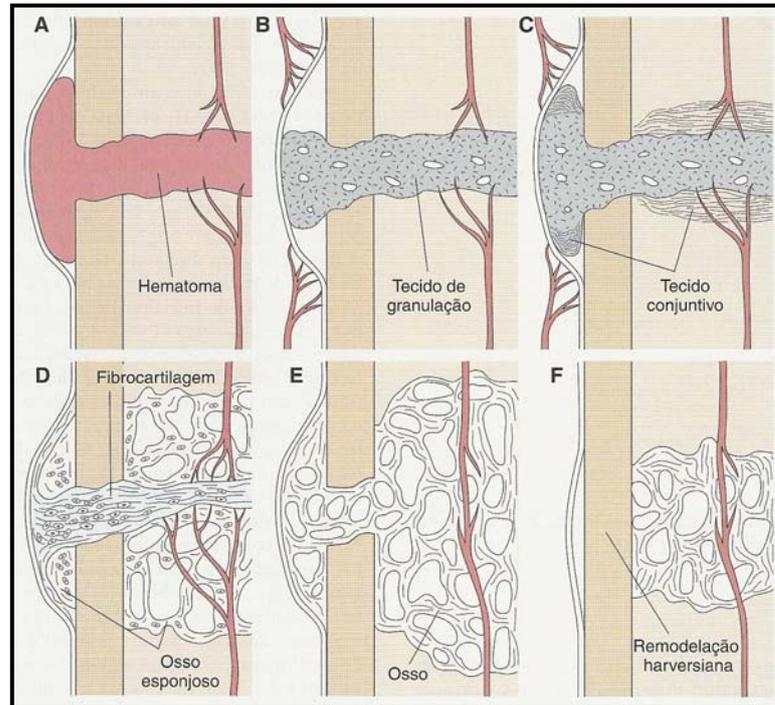
2.5 CONSOLIDAÇÃO ÓSSEA

A consolidação óssea varia de acordo com as condições sanguíneas disponíveis após a redução e a estabilização da fratura e ela ocorrerá em seis etapas subsequentes que, em alguns casos, poderão ser dispensadas (Figura 9) (PIERMATTEI et al., 2009):

1. Hemorragia da área.
2. Formação de coágulo

3. Inflamação e edema
4. Proliferação de células mesenquimais pluripotenciais
5. Formação óssea e cartilaginosa
6. Remodelamento do calo ao osso normal

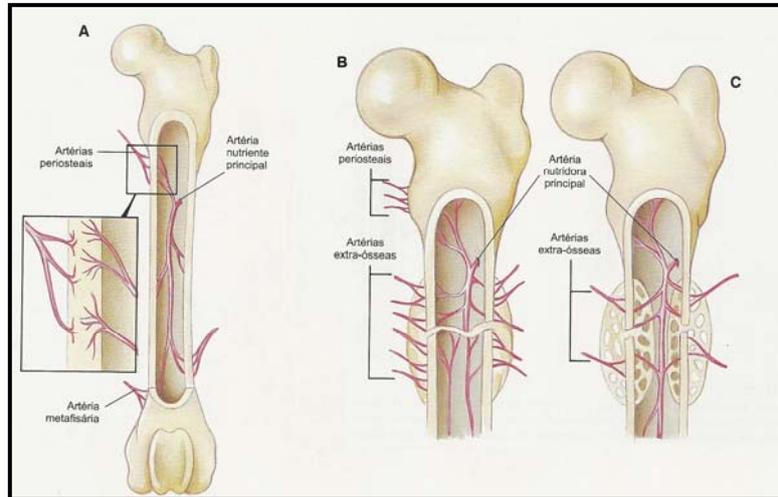
Figura 9 - A, formação de um hematoma; B, Substituição por tecido de granulação. C, formação do tecido conjuntivo. D, Mineralização da fibrocartilagem. E, Osso formado. F, Remodelamento ósseo.



Fonte: Fossum, 2008.

Inicialmente a circulação medular é interrompida na maior parte das fraturas e a vascularização normal será utilizada para suprir as necessidades da área acometida. A primeira fase da cicatrização ocorre logo após o episódio da fratura, ou seja, nesse momento irá se desenvolver um hematoma (FOSSUM, 2008). Quando se tem um episódio de fratura, o aporte vascular é estimulado e responde com hipertrofia, aumentando tanto em número, quanto em diâmetro (PIERMATTEI, 2009). Além disso, há o desenvolvimento de um aporte sanguíneo extra ósseo (Figura 10) de consolidação do osso a partir dos tecidos adjacentes para nutrir o calo periosteal (FOSSUM, 2008; PIERMATTEI, 2009). Dessa forma é possível fornecer sangue aos componentes envolvidos, como os segmentos da fratura, o córtex desvitalizado e o calo periosteal em desenvolvimento (PIERMATTEI, 2009). Esse aporte se desfaz a partir do momento que se obtém estabilidade da fratura e o aporte medular é restabelecimento (FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009).

Figure 10 - A, Vascularização do osso normal; B, Vascularização do osso fraturado; C, Vascularização do osso em cicatrização.



Fonte: Fossum, 2008.

Nos casos da redução fechada, observa-se uma menor lesão dos tecidos moles adjacentes e conseqüente do aporte sanguíneo recém-formado (FOSSUM, 2008). Além disso, no caso de fraturas não estabilizadas adequadamente a movimentação poderá provocar uma tensão das células individuais que preenchem o local e essa união poderá ser rompida ao movimento (PIERMATTEI et al., 2009).

A retirada das placas deve ser realizada nos casos de cães jovens, quando estiverem localizadas em locais com pouca cobertura de tecidos moles e sempre após um período de 3 a 4 meses após observação de consolidação óssea nas radiografias. Esse procedimento deve ser feito de forma asséptica e sob anestesia geral (FOSSUM, 2008).

2.6 TRATAMENTO DE FRATURAS

Para selecionar o melhor tratamento das fraturas deve-se levar em consideração a idade de animal, no caso de alguns animais jovens apenas a coaptação externa pode gerar uma cura rápida e sem complicações, em contra partida, animais mais velhos poderiam encontrar dificuldades com esse tratamento devido ao suprimento sanguíneo ser menor e a cicatrização mais demorada (HARASEN, 2002). Identificar o melhor dispositivo também inclui as finanças do proprietário, além disso, o local e o tipo de fratura são de extrema importância, uma vez que o alinhamento inadequado ou possível mobilidade no local da fratura após o procedimento retardam a consolidação (HARARI, 2002).

Cerclagens, pinos intramedulares, placas ósseas, parafusos, pregos entrelaçados, fixadores esqueléticos externos e as combinações entre eles, são os implantes internos e externos disponíveis na ortopedia veterinária (HARARI, 2002).

No caso de fraturas de rádio e ulna e tíbias não expostas, geralmente se utiliza fixação esquelética externa, após a sua aplicação o cirurgião busca o alinhamento dos fragmentos ósseos antes de apertar os grampos. Nesse caso, a estabilidade é ainda mais importante, pois a fixação irá suportar o peso total do animal durante as primeiras 6-8 semanas (HARASEN, 2002). Para cães de grande porte, raramente se utiliza a fixação esquelética externa como única opção, uma vez que o peso suportado seria maior. Sendo assim, uma escolha por pinos intramedulares combinados a técnica anterior minimiza o rompimento no local da fratura (HARASEN, 2002).

Cada implante possui vantagens que precisam ser maximizadas e desvantagens que devem ser minimizadas (HARARI, 2002). Além disso, a escolha da técnica mais recomendada pode significar um pós-operatório com consolidação adequada ou não. Nesse contexto, princípios de reparo biológico das fraturas têm fornecido uma nova perspectiva e novas abordagens cirúrgicas têm sido planejadas (GUIOT e DEJARDIM, 2010; HARARI, 2002; HARASEN, 2002). Essas técnicas visam uma preservação do suprimento sanguíneo no local da fratura, assim como dos tecidos moles envolventes e a estabilidade mecânica utilizando métodos de redução fechado (GUIOT e DEJARDIM, 2010; HARARI, 2002).

Estudos mais antigos (HARARI, 2002; HARASEN, 2002) defendem a utilização de fixação esquelética externa com pinos intramedulares, ou placas e parafusos ósseos associados após redução fechada da fratura. Ainda assim, a cirurgia é feita de forma aberta não aspirando o hematoma e tratando os fragmentos ósseos cuidadosamente, essa é a abordagem “abra, mas não toque”, ou seja, técnicas abertas que buscam, ao máximo, não manipular o foco de fratura (POZZI, 2009).

Em estudos mais recentes (GUIOT e DEJARDIM, 2010; HUDSON et al., 2009; POZZI e LEWIS, 2009; SCHMÖKEL et al., 2007) tem-se defendido uma técnica inovadora denominada osteossíntese com placa minimamente invasiva (MIPO). Inicialmente essa técnica apresenta os mesmo princípios dos estudos anteriores, mas a grande vantagem está no procedimento cirúrgico, que é realizado visando a não exposição do foco de fratura e assim, além de promover preservação dos tecidos, do suprimento sanguíneo e obter uma estabilização adequada, reduz-se os

risco de uma infecção secundária, perdas de fragmentos essenciais para a consolidação óssea e tende a diminuir o tempo operatório utilizando apenas placas e parafusos como dispositivos de fixação.

2.7 INDICAÇÕES DA TÉCNICA DE MIPO

A osteossíntese minimamente invasiva (MIPO) consiste em um método de fixação interna biológica por meio da aplicação de placas ósseas através de pequenas incisões de pele no aspecto proximal e distal ao foco de fratura. A placa é deslizada por meio de um túnel criado entre a superfície periosteal óssea e a fáscia muscular sobrejacente, conectando as duas incisões de pele. (POZZI, 2009). Os parafusos são inseridos na placa através das incisões de inserção ou por meio de incisões adicionais realizadas sobre os orifícios da placa (Figura 11).

Figura 11 – Radiografias após utilização da técnica de MIPO. A e E, radiografia pré-operatória médio-lateral e crânio cauda; B e F Radiografia médio-lateral e craniocaudal do pós-operatório; C e G. Radiografias quatro semanas após a colocação do implante. D e H, radiografia oito semanas após o procedimento. .



Fonte: Hudson, 2009.

A técnica de osteossíntese com placa minimamente invasiva é utilizada em pacientes humanos há muitos anos, especialmente para o tratamento de fraturas cominutivas de ossos longos com rápida consolidação e baixa taxa de complicações (ZHIQUAN et al., 2007; LAFLAMME et al., 2008).

Segundo HUDSON et al. (2009) a técnica pode ser indicada para fraturas diafisárias de osso longos em cães e gatos devido ao comprimento suficiente dos ossos proximais e distais da fratura que permite a aplicação adequada da placa. Apesar dos resultados obtidos por alguns autores, estudos similares com utilização de osteossíntese com placa minimamente invasiva em pequenos animais não tem sido descritas (POZZI e LEWIS, 2009).

A seleção apropriada dos casos é essencial para que se obtenha sucesso com a utilização da MIPO. Como ocorre com qualquer técnica, nem todas as fraturas são passíveis de estabilização utilizando-se placas e embora MIPO seja mais aplicável para fraturas cominutivas diafisárias ou metafisárias, a técnica pode ser utilizada para algumas fraturas transversas simples (HUDSON et al., 2009).

2.8 TRATAMENTO CIRÚRGICO

2.8.1 Pré-Operatório

O animal deve ser avaliado quanto ao seu estado físico geral, ou seja, é necessário que se obtenha informações do seu histórico e a respeito do acontecimento pelo qual foi trazido ao hospital. Animais traumatizados, após avaliação emergencial para determinação de lesões que possam incorrer em risco de óbito, devem passar por um exame ortopédico e neurológico adequado que irão permitir uma comparação da condição antes e após a cirurgia. Neste contexto, exames laboratoriais e radiografias têm o objetivo de avaliar as condições de saúde do paciente e determinar lesões ósseas (FOSSUM, 2008; GUIOT e DEJARDIM, 2010; HUDSON et al., 2009). Todos os exames realizados preconizam obter estabilização e assim, o prognóstico dos pacientes (FOSSUM, 2008; HUDSON, 2009).

Como qualquer cirurgia, o sucesso da execução da osteossíntese com placa minimamente invasiva depende diretamente do pré-operatório. É essencial que se obtenha radiografias ortogonais bem posicionadas das fraturas e dos segmentos contralaterais intactos (HUDSON et al., 2009). Através dessas imagens serão

mensurados os tamanhos das placas que serão utilizadas (HUDSON et al., 2009; MEYER-LINDENBERG et al., 2007; POZZI e LEWIS 2009) e conseqüentemente a localização das incisões proximais e distais da sua inserção (POZZI e LEWIS, 2009).

A seleção do implante deve ser baseada no tamanho e peso do animal, no tipo de fratura e na sua localização. Estudos recomendam placas longas com colocação de parafusos nas extremidades da placa para dissipar a tensão e permitir sustentação de maior carga, ao contrário das placas curtas com parafusos em todos os orifícios (HUDSON et al., 2009).

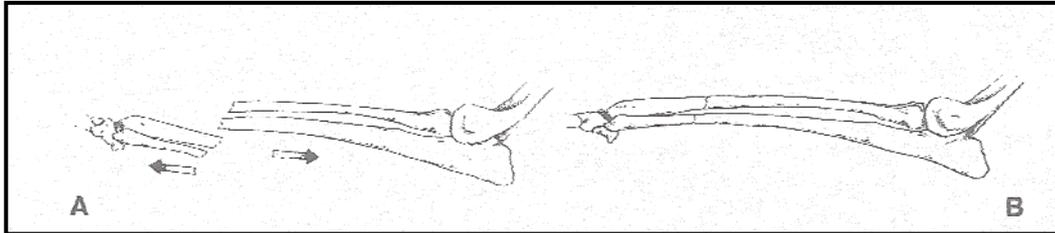
O preparo do campo operatório com tricotomia ampla e adequada anti-sepsia minimizam os riscos de contaminação (FOSSUM, 2008). Outro fator que deve ser levado em consideração é a antibioticoterapia profilática. A utilização de antibióticos está indicada para todos os procedimentos ortopédicos limpos envolvendo a implantação de materiais com tempo cirúrgico maior que 90 minutos (FOSSUM, 2008; SLATTER, 2007;). Durante o período entre incisão e oclusão da pele, a concentração tecidual máxima do medicamento será necessária (SLATTER, 2007). A escolha do antibiótico deve ser baseada na presença dos microorganismos que são mais frequentes em cirúrgicas ortopédicas, especialmente *Staphylococcus spp.*, sendo assim, a utilização de uma cefalosporina de primeira geração, como a cefazolina por exemplo, é amplamente indicada por atingir concentrações apropriadas para impedir o crescimento bacteriano da maioria dos contaminantes (FOSSUM, 2008; SLATTER, 2007;).

2.8.2 Redução da Fratura

A redução consiste em manobras que permitam o alinhamento da fratura e conseqüente restauração do comprimento do membro (FOSSUM, 2008; HUDSON et al., 2009; PIERMATTEI et al., 2009; SLATTER, 2007). Essa redução deve ser realizada assim que as condições do paciente se tornem aptas ao procedimento, de modo que a demora na sua execução pode ser comprometida devido às contrações musculares espásticas e ao espessamento inflamatório dos tecidos adjacentes (PIERMATTEI et al., 2009). É importante que essas manobras (Figura 12 e 13) sejam executados de modo a causar menores danos iatrogênicos, ou seja, preservando o suprimento sanguíneo e a integridade dos tecidos moles adjacentes (HUDSON et al., 2009; SLATTER, 2007), sendo assim técnicas indiretas ou fechadas são eleitas para osteossíntese com placa minimamente invasiva (GUIOT e

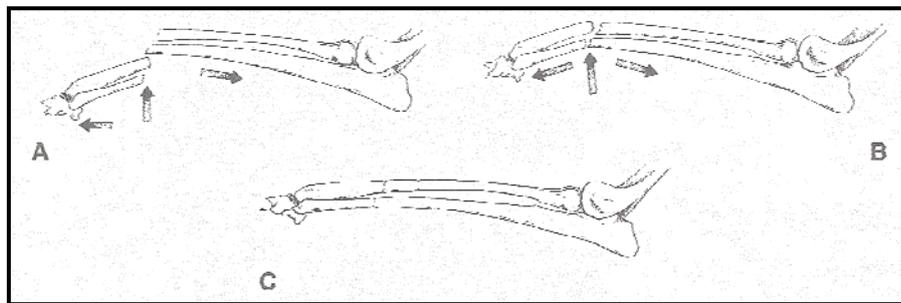
DEJARDIM, 2010), e compreendem manobras com aplicação de força corretiva sem expor a fratura (HUDSON et al., 2009; FOSSUM, 2008).

Figura 12 - Aplicação de tração, contração e manipulação.



Fonte: Piermattei, 2009

Figure 13 - Aplicação de tração, contração e junção articular ou flexão.



Fonte: Piermattei, 2009

São manobras de tração lentas e contínuas que permitem o alinhamento controlado com a menor manipulação possível (PIERMATTEI et al., 2009). Além de preservar os tecidos moles adjacentes e o aporte sanguíneo, aceleram a cicatrização, diminuem o risco cirúrgico e reduzem o tempo de cirurgia (FOSSUM, 2008).

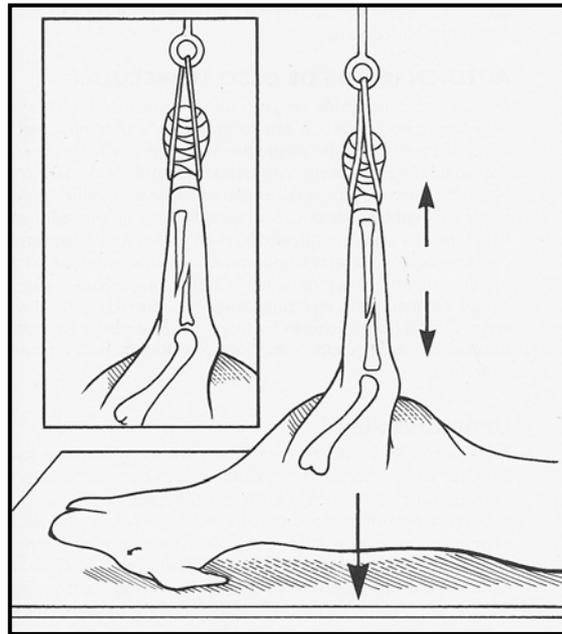
Nos casos de utilização de imobilização externa como gessos e talas, a utilização da redução fechada é obrigatória. Esse método apresenta maiores taxas de sucesso em gatos e cães de raças de pequeno porte e com membros longos do que em cães de raças grandes, condrodistróficos ou animais com musculatura desenvolvida (PIERMATTEI et al., 2009).

As reduções abertas são abordagens cirúrgicas a segmentos e fragmentos ósseos que possuem o mesmo objetivo das reduções fechadas, mas apresentam vantagens como visualização e contato direto com o foco da fratura, possibilidade de aplicação direta de implantes e colocação de enxertos ósseos (FOSSUM, 2008).

2.8.2.1 Técnica de tração

A técnica consiste em colocar o animal em decúbito dorsal e aplicar uma fita, gaze ou corda macia ao redor da extremidade distal do membro acometido fixando-a em um suporte para tração (FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009). Ao suspender a corda ou abaixar a mesa cirúrgica vagarosamente, parte do corpo será sustentada e o peso do corpo do animal irá auxiliar na tração e no alinhamento da fratura (Figura 14) (FOSSUM, 2008; HUDSON et al., 2009; PIERMATTEI et al., 2009). A tração deve ser realizada durante 10 a 30 minutos para conferir fadiga aos músculos (PIERMATTEI et al., 2009).

Figura 14 - Suspensão de um membro fraturado. Ao abaixar a mesa cirúrgica ou elevar a corda suspensa, o corpo do animal auxilia o alinhamento. Em detalhe, o momento antes do movimento.



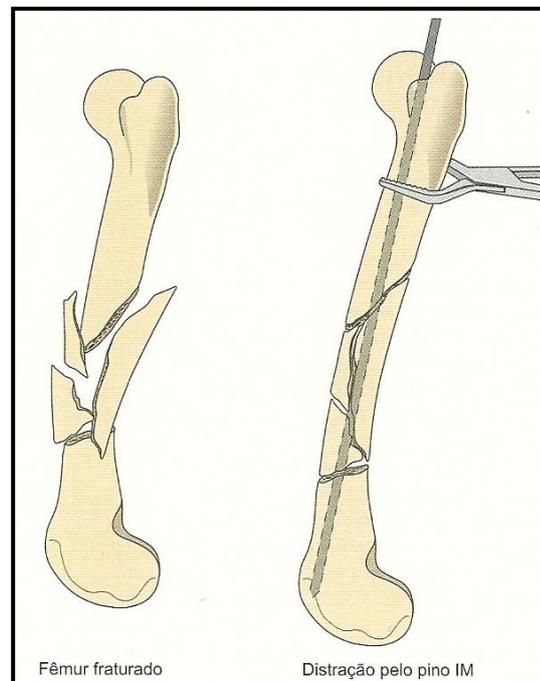
Fonte: Fossum, 2008

2.8.2.2 Pino de Steinmann como método de distração

Pinos intramedulares (pinos de Steinmann) podem ser implantes eficazes no alongamento e restauração do comprimento do membro (HUDSON et al., 2009). Resistem à força de flexão e devem ser inseridos distalmente aos segmentos das fraturas para permitir maior força de distração e alinhamento do membro auxiliando a implantação do método definitivo de fixação interna (Figura 15) (HUDSON et al., 2009; PIERMATTEI et al., 2009).

Raramente os pinos intramedulares são utilizados como método único de fixação, pois grande parte das fraturas apresentam variados tipos de força de tensão atuando sobre o foco de fratura, que incorre na necessidade da combinação de métodos de estabilização tais como fios, fixadores externos, ou uso de placas para uma fixação mais estável (SLATTER, 2007). Os pinos intramedulares podem ser mantidos como método de fixação auxiliar ou retirados após a colocação das placas que irão assegurar a fixação dos segmentos ósseos principais (DENNY e BUTERWORTH, 2006; HUDSON et al., 2009).

Figura 15 - Utilização de pino intramedular para promover o alinhamento do membro fraturado. Nesse método, o pino afasta o seguimento distal do proximal.



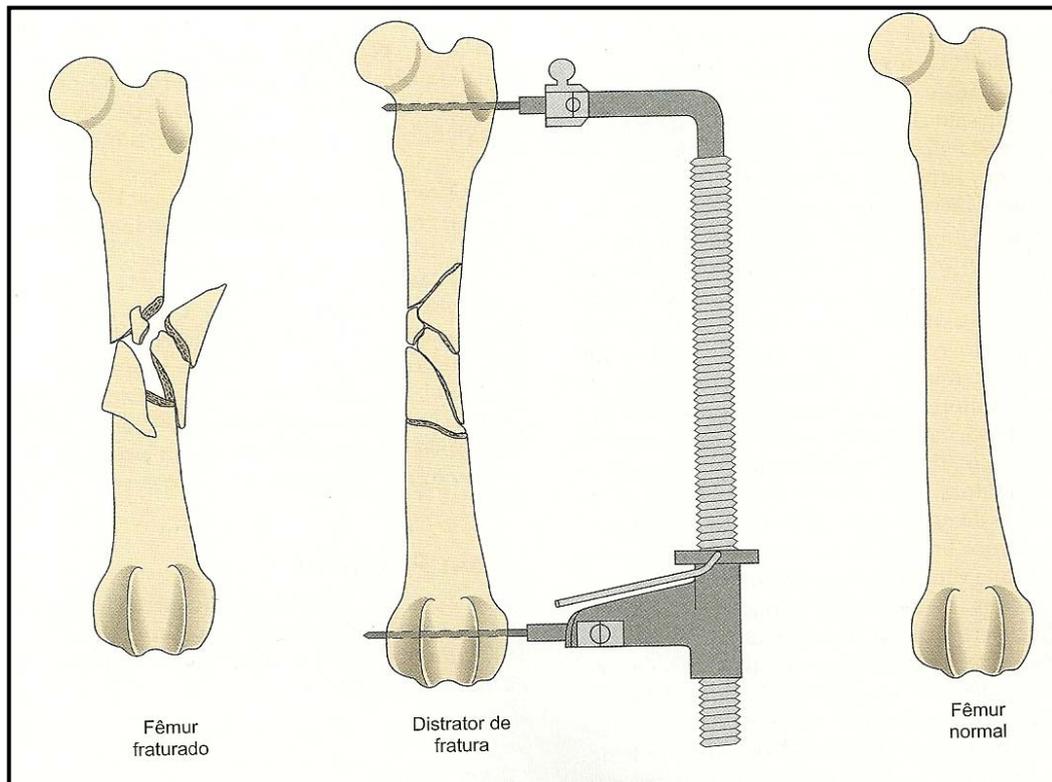
Fonte: Fossum, 2008

2.8.2.3 Distratores de fratura

Os distratores são instrumentos conectados perpendicularmente às metáfises ósseas adjacentes ao local da fratura através de pinos de fixação. A aplicação do equipamento facilita o afastamento dos fragmentos proximal e distal, permitem redução fechada e estabilização com fixadores externos ou placas (FOSSUM, 2008)

Os pinos de fixação são colocados e em seguida o aparelho é acoplado e travado (Figura 16). Com o afastamento do braço distal do distrator obtém-se a redução do foco de fratura e realinhamento do membro fraturado (FOSSUM, 2008).

Figura 16 - Na utilização dos distratores, os aparelhos são fixados por pinos nas metáfises perpendicularmente.



Fonte: Fossum, 2008

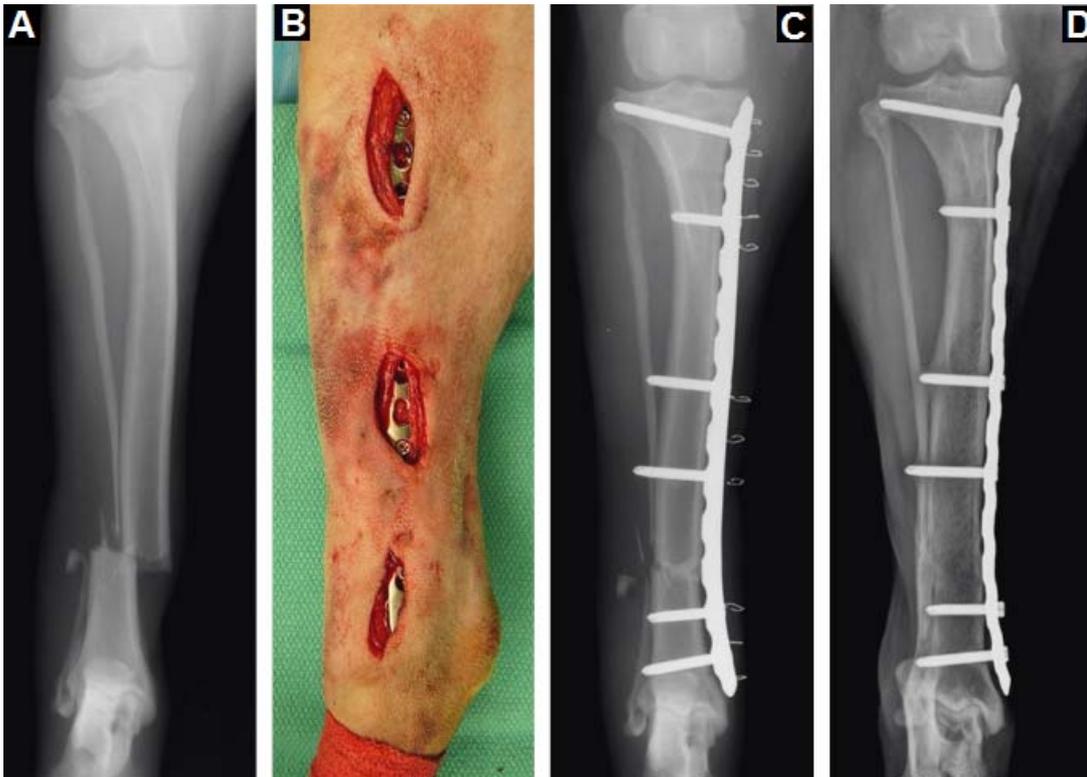
2.8.3 Abordagem Cirúrgica e aplicação da placa na técnica de osteossíntese minimamente invasiva

A anatomia deve ser conhecida para que no momento da abordagem cirúrgica nenhuma estrutura neuromuscular seja prejudicada (HUDSON et al., 2009; SLATTER, 2007).

As incisões devem ser feitas nos locais proximais e distais sobre a pele e tecidos moles por onde a placa será inserida e devem ter tamanhos suficientes para que se exponha o osso subjacente e permita a manipulação da placa na superfície óssea. Após as incisões, túneis são construídos entre a musculatura e o periósteo com o auxílio de tesouras rombas e elevadores de periósteo (HUDSON et al., 2009; POZZI et al., 2009; WILLIAMS e SHENCK, 2008). O periósteo não deve ser retirado em excesso e cuidados devem ser tomados prevenindo ao máximo os danos iatrogênicos. Por fim, o túnel estará concluído ao possuir comunicação com as duas incisões da inserção da placa e deve estar diretamente superficial ao periósteo (HUDSON et al., 2009). As placas são inseridas e fixadas com parafusos através de incisões adicionais nos locais de inserção na placa (POZZI, 2009). A utilização de

osteossíntese com placa minimamente invasiva permite a colocação de menos parafusos através de pequenas incisões proximais ou distais, mas caso seja necessário, incisões adicionais podem ser feitas para colocação de outros parafusos (figura 17) (POZZI, 2009). Entretanto, a utilização de placas longas com número limitado de parafusos, demonstrou maior capacidade de suportar cargas do que placas curtas, com parafusos em todos os orifícios (SANDERS et al., 2002).

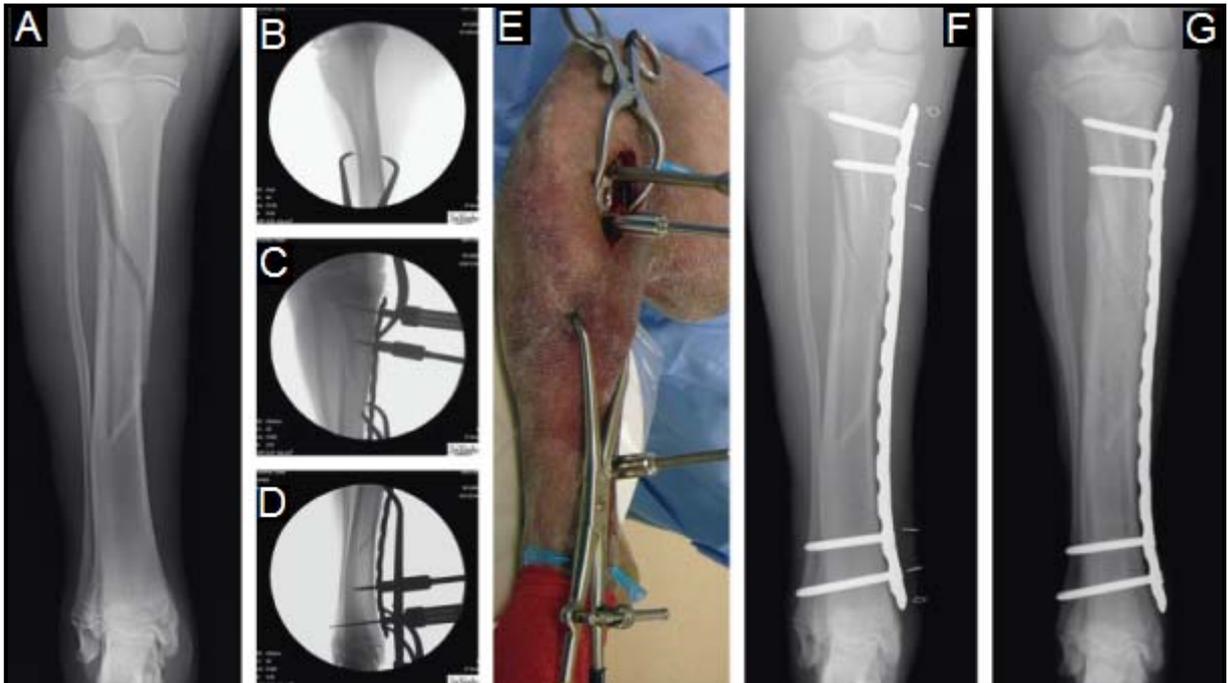
Figura 17 – utilização de MIPO em tíbia de um cão. A, Radiografia pré-operatória; B, trans-cirúrgico após fixação da placa; C, Radiografia do pós-operatório imediato; D, Radiografia após três anos.



Fonte: Guiot e Dejardim, 2010.

A utilização da fluoroscopia (Figura 18) também pode auxiliar cirurgiões na redução correta e colocação dos implantes em pequenos animais, pois permite a visualização interna das estruturas, apesar de aumentar o tempo cirúrgico e exposição à radiação da equipe cirúrgica e do paciente (SCHMOKEL et al., 2007; HUDSON et al., 2009).

Figura 18 – Auxílio de fluoroscopia para a aplicação da técnica de MIPO. A, radiografia do pré-operatório; B, C, D, Fluoroscopia intra-operatória; E, transoperatório; F, Radiografia do pós-operatório imediato; G, Radiografia após 20 dias.



Fonte: Guiot e Dejardim, 2010.

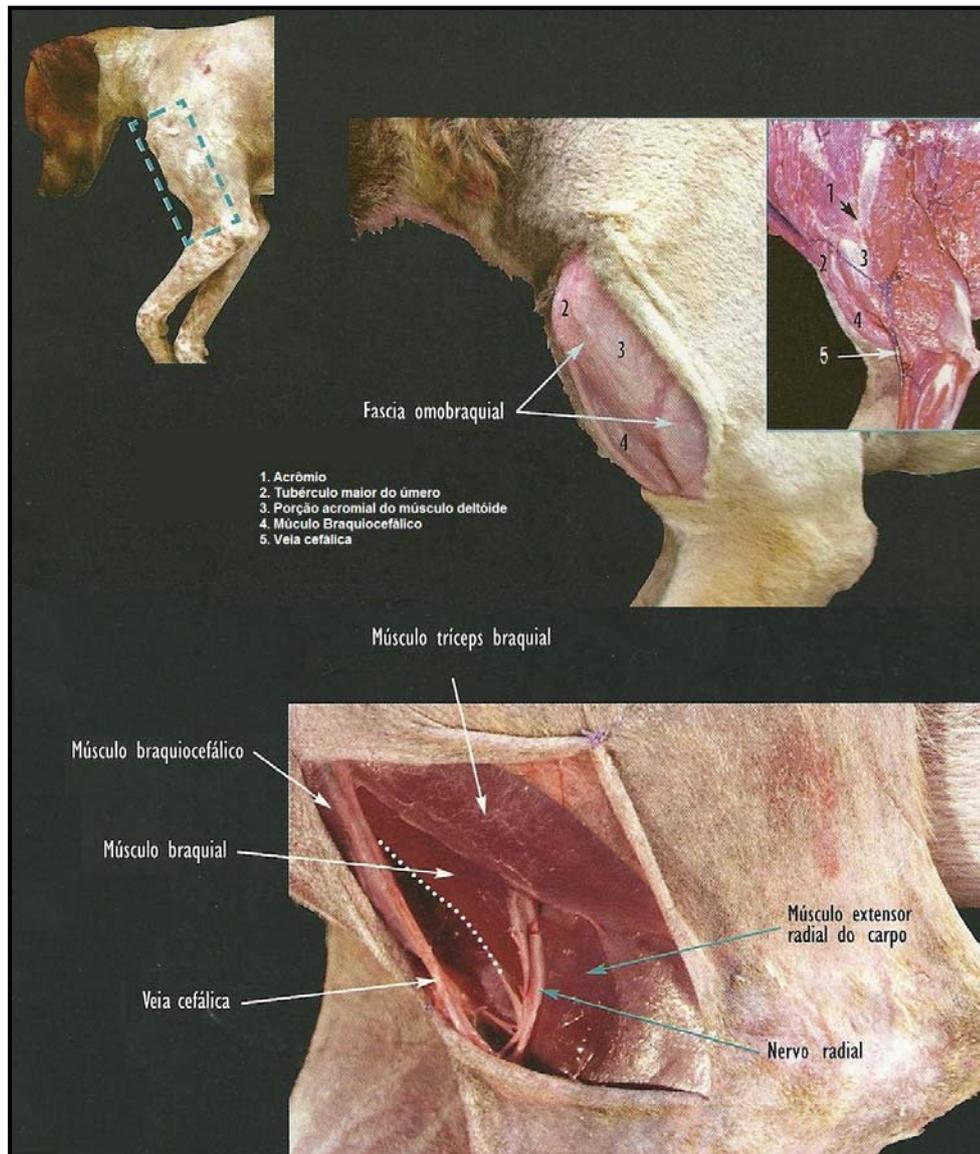
2.9 TÉCNICA CIRÚRGICA

Em todas as técnicas que serão descritas a placa deve ser posicionada externamente ao membro e os locais de inserção dos parafusos devem ser marcados na pele (POZZI, 2009).

2.9.1 Úmero

O cão deve ser inicialmente posicionado em decúbito dorsal facilitando radiografias intra-operatórias e em seguida reposicionado em decúbito lateral para a dissecação e inserção das placas ósseas (Figura 19) (POZZI e LEWIS, 2009).

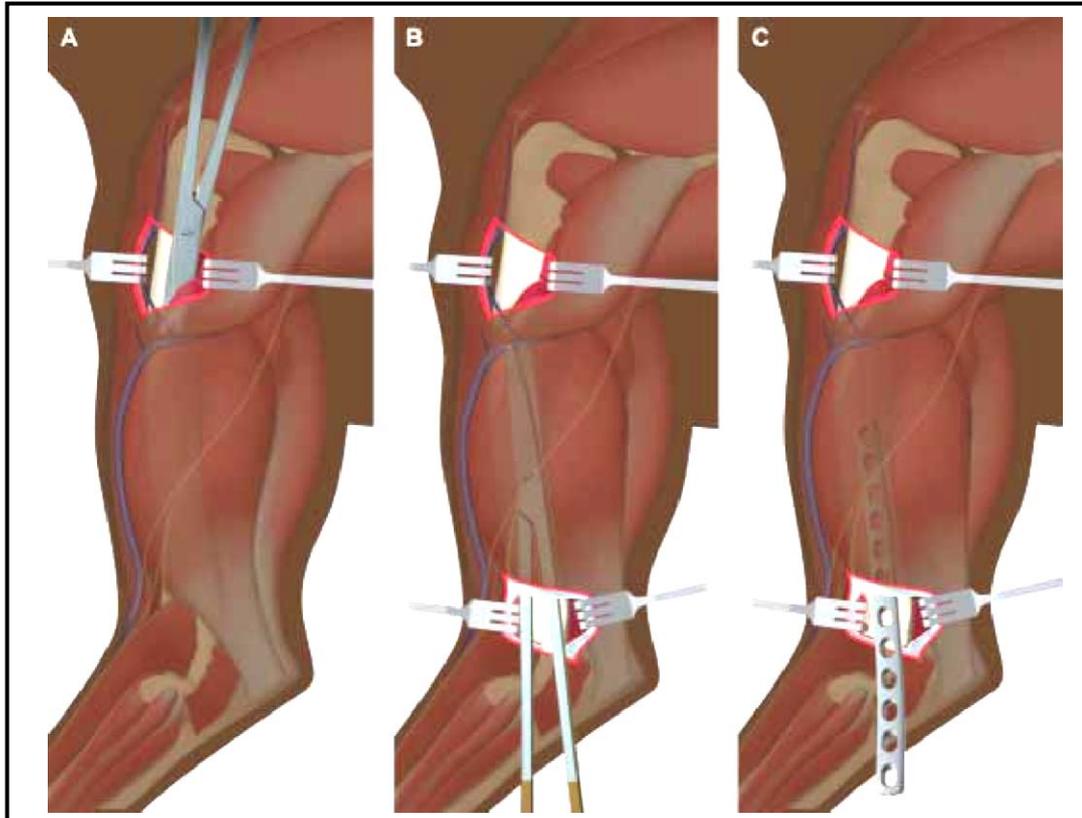
Figura 19 – Incisões cutâneas e musculares demonstrando as estruturas relacionadas à técnica do úmero.



Fonte: Latorre et al., 2008

Uma abordagem crânio lateral permite a identificação do tubérculo maior do úmero e da tuberosidade deltóide através da palpação. Ligeiramente cranial à porção acromial do músculo deltóide sobre o tubérculo maior, é realizada uma incisão de aproximadamente 3 a 5 cm. Em seguida, a pele e o subcutâneo são afastados e na fáscia é realizada uma incisão ao longo da borda lateral do músculo braquiocefálico. A porção acromial do músculo deltoide é incisada e elevada distalmente permitindo a introdução de uma tesoura metzembaum para a abertura do túnel de passagem da placa de proximal para distal (Figura 20) (POZZI e LEWIS, 2009).

Figure 20 - Esquema da abordagem cirúrgica do úmero. A, porção proximal da inserção da placa após incisão dos músculos deltóide e braquial. B, Abertura do túnel sob a pele com o auxílio de tesoura Metzemaum do sentido distal para proximal. C, Inserção da placa do sentido distal para o proximal.



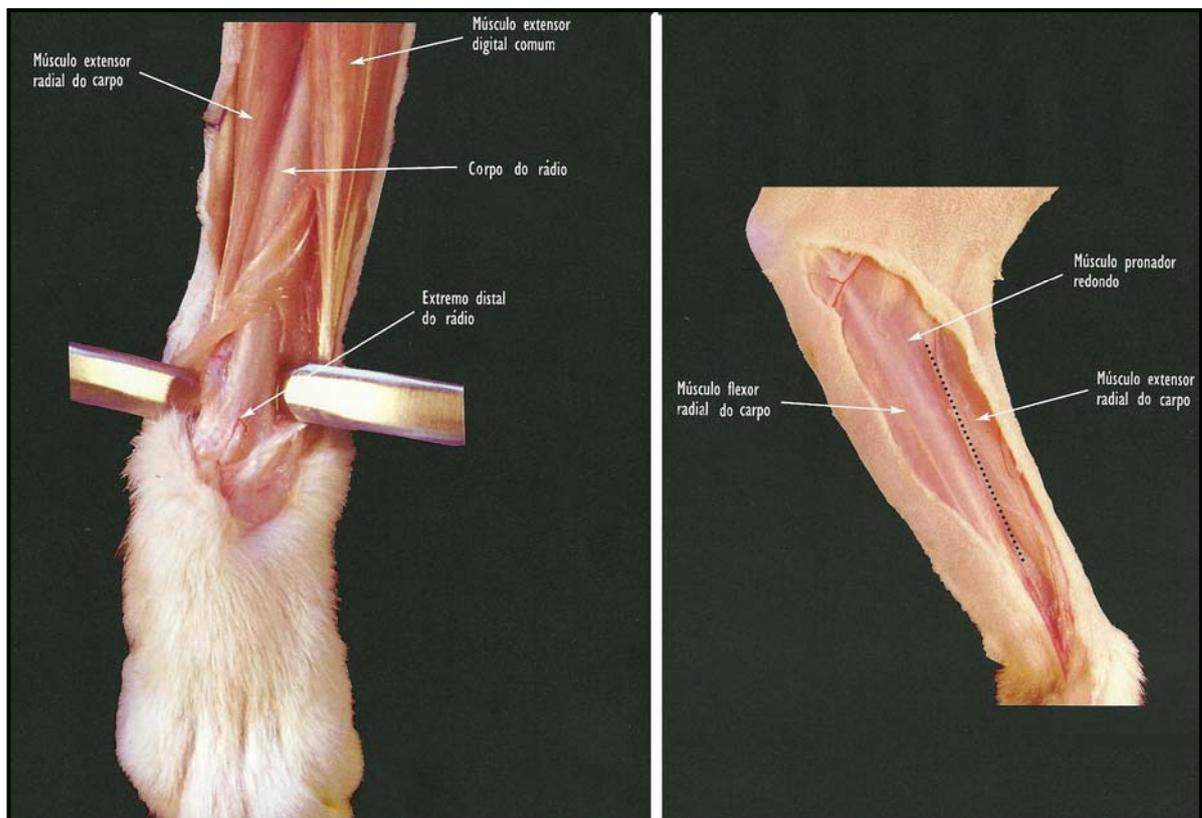
Fonte: Pozzi e Lewis, 2009.

Para a abertura distal, o epicôndilo lateral é identificado e uma incisão de 2 a 4 centímetros é feita estendendo-se proximalmente a partir do mesmo. Após retração da pele e do subcutâneo, é feita uma incisão na fáscia da borda cranial do músculo tríceps, expondo a região supracondilar do úmero. O túnel será criado com o auxílio de uma tesoura metzemaum longa ou um elevador de periósteo que será inserido profundamente ao músculo braquial da incisão distal para a proximal. Incisões adicionais poderão ser necessárias no músculo braquial e/ou aspecto lateral do túnel para permitir a passagem do instrumento. (POZZI e LEWIS, 2009).

2.9.2 Rádio

O decúbito dorsal está mais indicado para essa técnica, sendo importante abordagem crânio-medial. Esse posicionamento permite que uma incisão de 2 a 3 centímetros seja realizada ao nível dos dois orifícios proximais da placa. A fáscia é incisada entre o músculo extensor radial do carpo e o pronador redondo (Figura 21).

Figura 21 - Incisões cutâneas e musculares demonstrando as estruturas relacionadas à técnica do rádio.

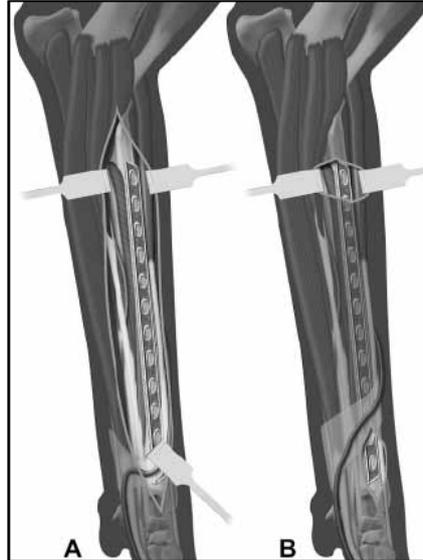


Fonte: Latorre et al, 2008.

A execução da técnica em rádio apresenta um pequeno risco relacionado à veia cefálica, apesar de as técnicas parecerem mais seguras do que as técnicas empregada em membros proximais (POZZI e LEWIS, 2009).

Em seguida, é realizada uma incisão distal de 2 a 4 centímetros no antebraço. Com o afastamento da pele e do subcutâneo, uma incisão é feita na fáscia ante braquial entre os músculos do tendão extensor radial do carpo e o tendão digital comum para confecção de um túnel de distal para proximal e a inserção do implante de maneira semelhante à descrita anteriormente (Figura 22) (POZZI e LEWIS, 2009).

Figura 22 - Esquema da abordagem cirúrgica do rádio. A, projeção de aplicação de placa pelo método aberto; B, Método de aplicação da placa pelo método de MIPO.

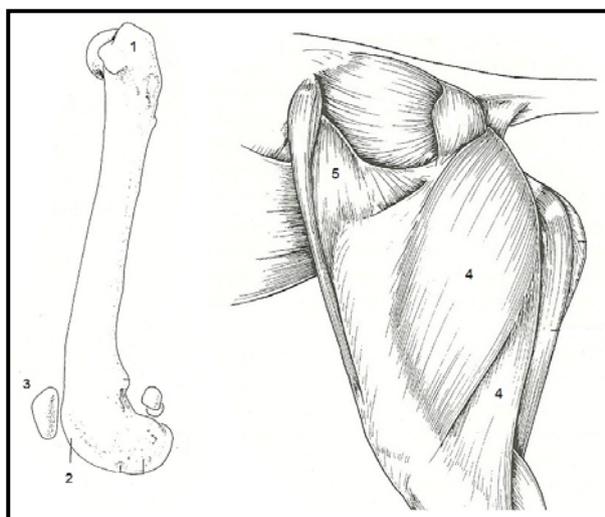


Fonte: Hudson et al., 2009.

2.9.3 Fêmur

Durante o procedimento, o paciente é posicionado lateralmente permitindo uma incisão de 3 a 5 centímetros distalmente ao trocânter maior. Após o afastamento da pele e divulsão do subcutâneo, uma incisão é feita na fáscia lata na borda cranial do músculo bíceps femoral (Figura 23). Com a retração da fáscia lata, o músculo vasto lateral é exposto e em seguida é retraído com o auxílio de um afastador de Hohmann (POZZI e LEWIS, 2009).

Figura 23 - Vista lateral do fêmur de um cão. 1, Trocânter maior. 2, Crista troclear. 3, Patela. 4, Músculo bíceps femoral. 5, Tensor da fáscia lata

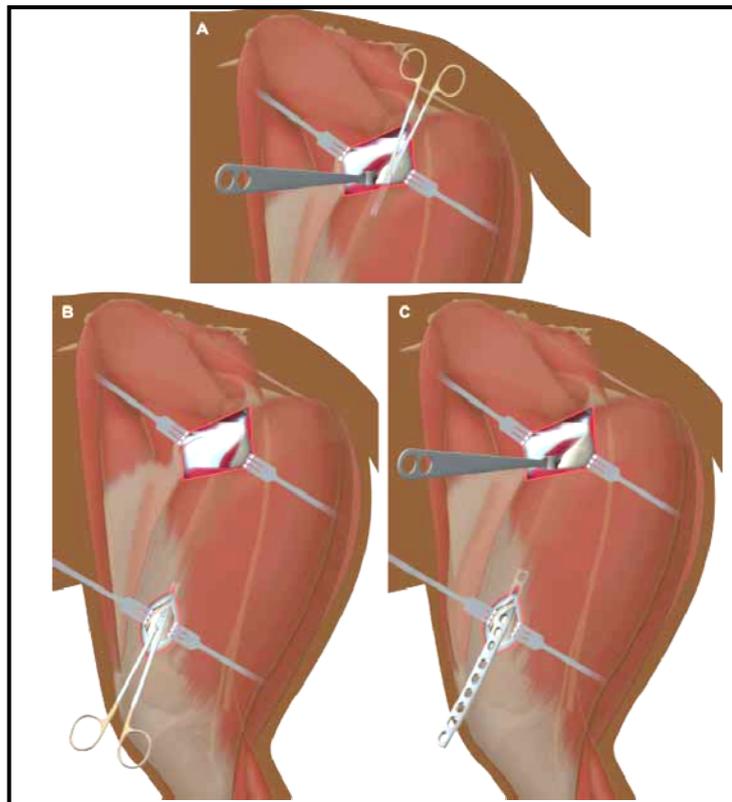


Fonte: Dyce, 2004.

Identificados à patela e a crista lateral da tróclea, uma incisão de 2 a 4 centímetros é realizada na pele e na linha subcutânea, se estendendo a partir da

superfície patelar. Ao longo da borda cranial do músculo bíceps femoral é realizada uma incisão na fáscia lata que permite um afastamento caudal desse músculo. Além disso, o septo intermuscular dos músculos vasto lateral e bíceps femoral é incisado expondo a porção distal fêmur e permitindo a inserção da placa (Figura 24) (POZZI e LEWIS, 2009).

Figura 24 – Esquema da abordagem cirúrgica do fêmur. A, Porção proximal após incisão da fáscia lata cranialmente ao músculo bíceps femoral. B, Abertura da janela distal após incisão da fáscia lata que une os músculos vasto lateral e bíceps femoral. C, Inserção percutânea da placa óssea.



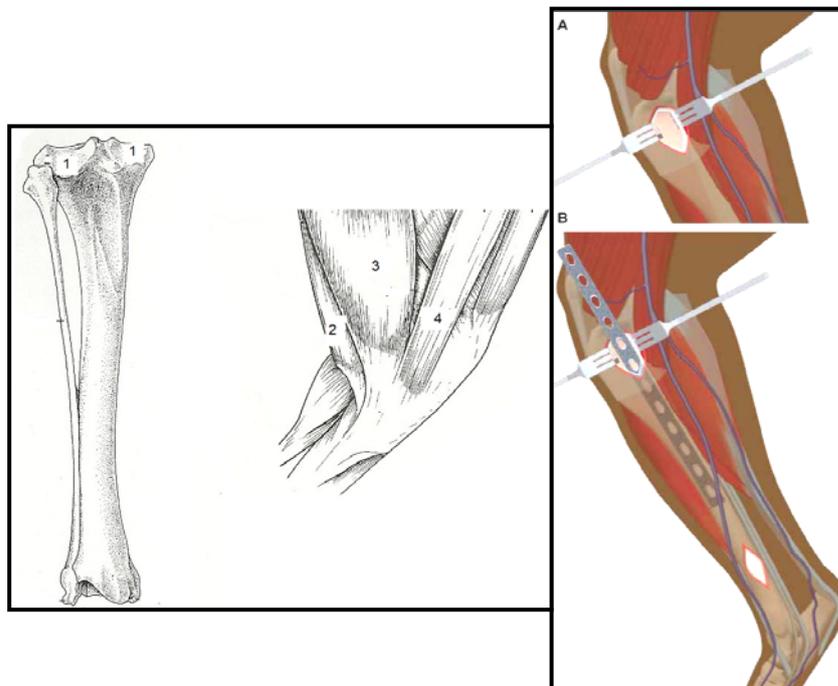
Fonte: Pozzi e Lewis, 2009

2.9.4 Tíbia

Para o acesso da tíbia, o cão deve ser posicionado em decúbito dorsal, pois a melhor abordagem cirúrgica é realizada medialmente. Após identificar o côndilo medial da tíbia uma incisão de aproximadamente três centímetros é iniciada um centímetro abaixo do côndilo, estendendo-se distalmente (Figura 25).

Em seguida, são incisadas e elevadas as inserções dos músculos sartório, grácil e semitendinoso e com o afastamento destes é possível observar a face medial proximal da tíbia. No acesso distal uma incisão de 2 a 4 centímetros é obtida sobre a pele (POZZI e LEWIS, 2009).

Figure 25 - Vista caudal da tíbia e vista media do fêmur. 1, Côndilos. 2, Músculo semitendinoso. 3, Músculo grácil. 4, Músculo sartório. A, incisão proximal da tíbia; B, Inserção da placa do sentido proximal para o distal.



Fonte: Dyce, 2004 e Hudson et al., 2010.

2.10 COMPLICAÇÕES

Os cuidados pós-operatórios são importantes para determinar o sucesso da cirurgia e esses envolvem uma preocupação com controle da dor e reconhecimento precoce das complicações (SLATTER, 2007; FOSSUM, 2008).

O suporte nutricional é um fator importante na recuperação do animal devido ao aumento da demanda metabólica por proteínas importantes para consolidação adequada (FOSSUM, 2008). A consolidação óssea também depende diretamente da resposta vascular após a redução da fratura (PIERMATTEI et al., 2009). Com relação às placas e parafusos, estes requerem manutenção pós-operatória mínima, necessitando de uma preocupação com a dor e restringindo as atividades do paciente a caminhadas e reabilitação física. Os exames radiológicos devem ser repetidos após duas a seis semanas, e depois, a cada 6 semanas (FOSSUM, 2008).

Complicações pós-operatórias podem ocorrer com maior frequência em casos onde houve interferência direta como o local do traumatismo, doenças concomitantes que interfiram no processo de reparo ou as próprias características dos implantes que de certa forma interferem no suprimento sanguíneo (PIERMATTEI

et al., 2009), especialmente os pinos intramedulares e a associação placas e parafusos.

As complicações iatrogênicas advêm do descuido ou manuseio cirúrgico impróprio dos tecidos moles, redução inadequada, estabilização inadequada dos fragmentos ósseos que podem impedir uma resposta vascular e comprometer a consolidação óssea (PIERMATTEI et al., 2009).

2.10.1 Complicações relacionadas à execução da técnica

Durante a dissecação do úmero, para a confecção do túnel de passagem da placa, o nervo radial se encontra vulnerável a lesões de modo que se recomenda a utilização de afastadores de Senn para prevenir essas lesões. Além disso, sugere-se a inserção da placa cranialmente ao longo do úmero para evitar o deslocamento caudal da placa, que ocorre provavelmente devido à incisão realizada na cabeça lateral do músculo tríceps (POZZI e LEWIS, 2009).

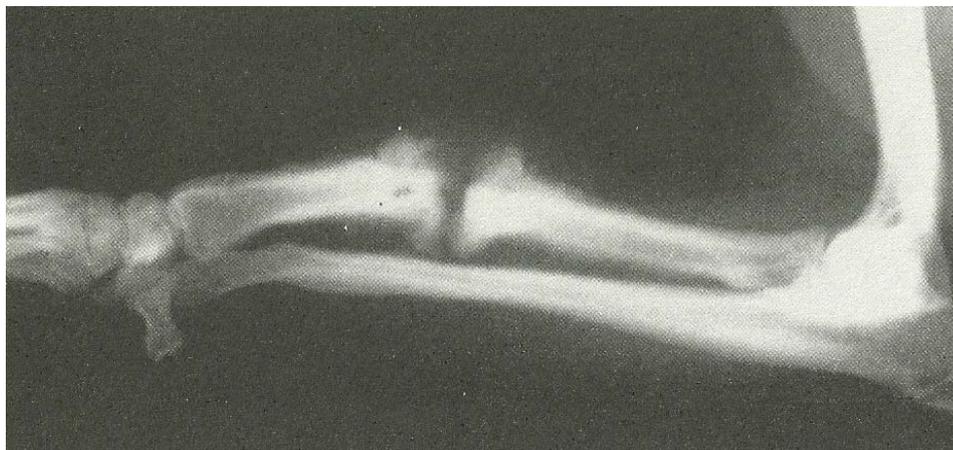
Lesões das veias safenas e cefálicas podem ocorrer quando se realiza osteossíntese com placa minimamente invasiva em tíbia e rádio, respectivamente. Entretanto, estudos realizados relatam maior facilidade e segurança para as abordagens desses ossos (POZZI e LEWIS, 2009).

O realinhamento correto da fratura óssea é um desafio, pois a identificação da redução correta pode se tornar difícil com pequenas incisões, além de exigir técnica e experiência (HUDSON et al., 2009).

2.10.2 União Retardada

A união retardada ocorre quando não se obtém a consolidação no tempo esperado (SLATTER, 2007; FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009;) e a causa mais comum é a fixação inadequada dos fragmentos (PIERMATTEI et al., 2009). No exame radiográfico pode ser observada linha de fratura evidente e mínima formação de calo ósseo (Figura 26) (FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009), sendo que em avaliações subseqüentes é possível que haja evolução favorável.

Figura 26 - União retardada no rádio. Na região central da figura é possível observar calo ósseo. De acordo com o autor, radiografias posteriores demonstraram consolidação. (SLATTER, 2007)



Fonte: Slatter, 2007.

O tempo esperado para o início da cicatrização ocorre por volta de 8 semanas (FOSSUM, 2008), mas fatores intrínsecos como idade e raça, localização e extensão da lesão, presença de defeitos ósseos e escolha do método de fixação colaboram para um atraso da recuperação (HENRY, 2007; SLATTER, 2007). Caso observe-se frouxidão ou migração dos implantes recomenda-se a remoção e nova estabilização da fratura (HENRY, 2007).

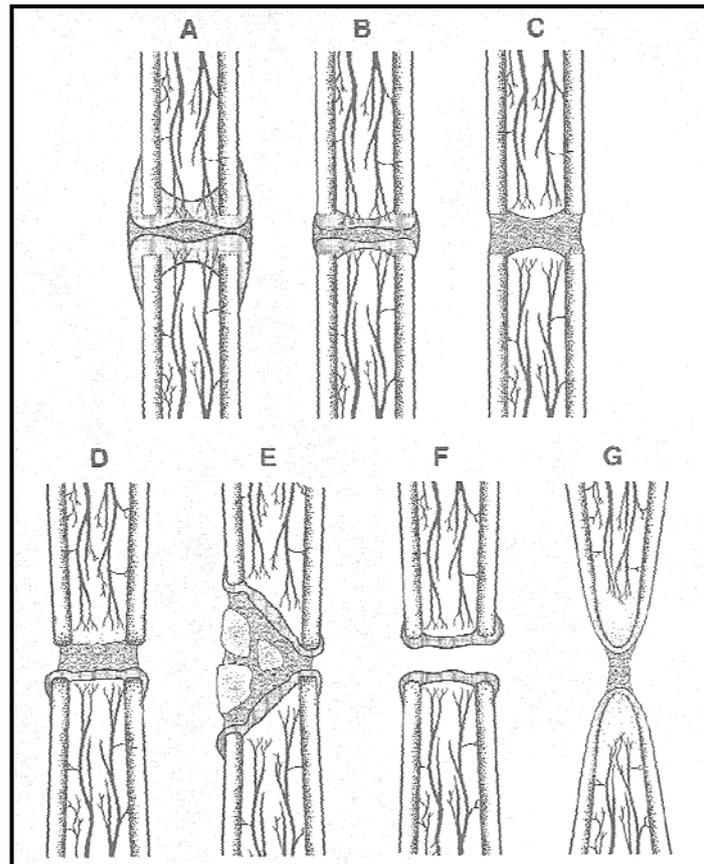
2.10.3 Não União

A não união pode ser diagnosticada em fraturas em que se observa ausência de atividade osteogênica, movimentação no foco de fratura e a consolidação só podem ocorrer mediante nova intervenção cirúrgica (HENRY, 2007; FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009). Nesses casos pode haver formação de pseudoartrose caracterizada por ausência na consolidação óssea na qual a resolução é altamente improvável, que podem progredir para formação de uma “falsa” articulação com fechamento do canal medular e formação de tecido articular (BORJAB, 2005). Essa classificação pode ser subdividida em não união hipervasculares e avasculares. De maneira geral, as não uniões hipervasculares caracterizam-se por calo exuberante e hipertrófico, mas sem calcificação (Figura 27) (PIERMATTEI et al, 2009).

As não uniões avasculares apresentam resolução difícil (FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009) devido ao mau suprimento sanguíneo na extremidade dos fragmentos, fechamento do canal medular e distanciamento entre os fragmentos. O tratamento consiste na retirada do implante e novo procedimento cirúrgico, com

abertura dos canais medulares para permitir a vascularização (FOSSUM, 2008). Os tecidos fibrosados das extremidades devem ser removidos promovendo um sangramento (PIERMATTEI et al., 2009).

Figura 27 - Classificação das fraturas segundo Weber e Cech. A, Calo em ponte exuberante; B, Calo menos intenso que a anterior; C, Calo ausente ou mínimo; D, Um ou os dois lados das fraturas estão desvitalizados; E, não união necrótica; F, Não uniões com defeito; G, Não uniões atróficas. (PIERMATTEI, 200)



Fonte: Piermattei, 2009.

2.10.4 Má união

A má-união (Figura 28) corresponde a fraturas consolidadas em que se observa desalinhamento ósseo. Essas deformidades podem levar a perda da função do membro e sobrecarregar articulações adjacentes, necessitando de tratamento por osteotomia corretiva (FOSSUM, 2008).

Figura 28 - Fêmur de um cão demonstrando uma má-união.



Fonte: Slatter, 2007.

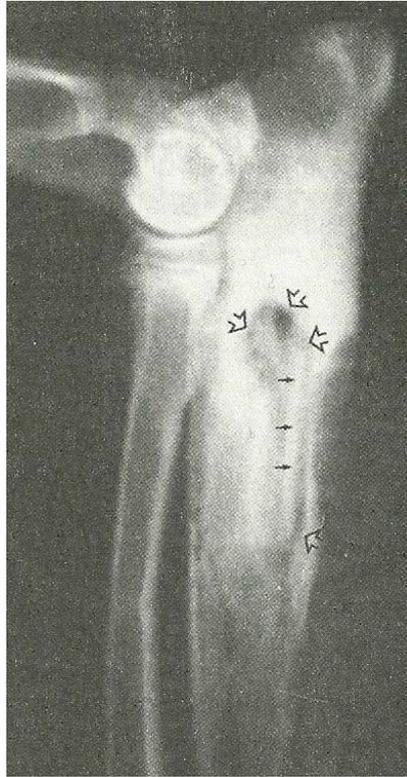
2.10.5 Infecções ósseas

A inflamação óssea que envolve os espaços haversianos, os canais de Volkmann, a cavidade medular e o periósteo denominam-se osteíte ou osteomielite (PIERMATTEI et al., 2009). Normalmente essas alterações estão associadas às fraturas exposta, contaminação de implantes metálicos ou doenças sistêmicas concomitantes (FOSSUM, 2008; PIERMATTEI et al., 2009).

A maioria das infecções ósseas é causada por bactérias, entretanto, fungos e vírus também podem ser responsáveis pela osteomielite (Figura 29). Em ordem de ocorrência, podemos dizer que as contaminações diretas no momento do trauma ou durante o transoperatório são as maiores responsáveis pelas infecções. Além disso, tecidos moles adjacentes ou a corrente sanguínea infectados também podem ser responsáveis, porém menor grau de ocorrência (PIERMATTEI et al., 2009). O tratamento das osteomielite consiste na administração de antibióticos sistêmicos de

amplo espectro por cerca de 60 a 90 dias, retirada dos e estabilização da fratura com aplicação de novos implantes (FOSSUM, 2008).

Figura 29 - Radiografia lateral de ulna de um cão. As setas fechadas evidenciam um sequestro ósseo e as setas abertas um invólucro demonstrando uma osteomielite



Fonte: Slatter, 2007.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a população de cães e gatos crescendo cada vez mais é possível notar um aumento no número de casos de fraturas nessas espécies.

Inicialmente os tratamentos eram baseados na reconstrução anatômica obtida com ampla exposição do foco de fratura antes da colocação dos instrumentos de fixação. Essas abordagens abertas aumentam o tempo cirúrgico, rompem o hematoma da fratura bem como o fornecimento sanguíneo e aumenta a probabilidade de infecção trans cirúrgica. Além disso, traumas iatrogênicos podem causar desvitalização de fragmentos e retardo na cicatrização óssea.

Apesar de não haverem muitos estudos relacionados à técnica em medicina veterinária é possível observar a necessidade de minimizar as desvantagens das abordagens abertas e priorizar reparações biológicas que favoreçam a consolidação e reduzam as complicações cirúrgicas e pós-operatórias. Diante desse contexto, a técnica de osteossíntese com placa minimamente invasiva tem demonstrado sua importância ao favorecer um retorno precoce a função dos membros com fixação estável de fraturas, preservar ao máximo o aporte sanguíneo local e evitar a exposição dos focos de fraturas, entretanto, exige técnica e materiais adequados para sua aplicação.

A utilização da técnica de osteossíntese com placa minimamente invasiva pode ser restrita devido à necessidade de prática e conhecimento por parte dos médicos cirurgiões. Além disso, as desvantagens implicam em certo receio por parte dos médicos, pois durante as manobras de redução não é possível afirmar alinhamento do foco de fratura, necessitando de aparelhos de radiologia que permitam radiografias trans-operatórias ou de fluoróscopios, que aumentam o tempo de exposição do paciente e da equipe cirúrgica ao raios-x. Entretanto, as vantagens parecem superar as desvantagens ao promover um retorno precoce da função do membro e diminuir o tempo operatório, além das infecções trans-cirúrgicas.

Por fim, os estudos demonstram que a técnica pode ser amplamente utilizada em ossos longos, porém é contra-indicada para outros ossos e para utilização em animais que possuem problemas sistêmicos associados que possam interferir na contaminação e recuperação do animal, considerando que dados clínicos são necessários a fim de avaliar as vantagens em relação aos outros métodos de fixação biológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1992. 650p.
- BEALE, B. Orthopedic clinical techniques femur fracture repair. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.19, n.3, p.134-150, 2004.
- BOJRAB, M.J., **Técnicas atuais em cirurgias de pequenos animais**. 3 ed. São Paulo: Roca, 2005. 896p.
- CHANDLER, J.C., BEALE, B.S. Feline orthopedics. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.17, n.4, p.190-203, 2002.
- DENNY, H. R., BUTTERWORTH, S. J. **Cirurgia ortopédica em cães e gatos**. 4 ed. São Paulo: Roca, 2006. 496p.
- DYCE, K.M., SACK, W.O., WENSING, C.JG. **Tratado de anatomia veterinária**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 813p.
- FOSSUM, T. W. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 3 ed. São Paulo: Roca, 2008. 1632p.
- GUIOT, L.P., DÉJARDIN, L. M. Prospective evaluation of minimally invasive plate osteosynthesis in 36 nonarticular tibial fractures in dogs and cats. **Veterinary Surgery**, Michigan, v. 40, 171-182p., 2010.
- HARARI, J. Treatments for feline long bone fractures. **The Veterinary Clinics Small Animal Practice**. Spocane, n.32, p. 927-947, 2002
- HARASEN, G. Biologic repairs of fractures. **The Canadian Veterinary Journal**, Regina, apr.2002, v.43, p. 299-301, 2002
- HENRY, G. A. Fracture Healing and Complications in THRALL, D. E. Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 5 ed. Philadelphia: 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 Orthopedics and Traumatology**, Florida, v.3, n.22, p. 175-182, 2009.
- JACKSON, L.C., PACCHIANA, P.D. Common complications of fracture repair. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.19, n.3, p.168-179, 2004.
- JOHNSON A. I. Current concepts in fracture reduction. **Vet Comp Orthop Traumatol** 2003; 16:59-66.
- JOHNSON, A. L., DUNNING, D., **Atlas of orthopedic surgical procedures of the dog and cat**. Philadelphia: Saunders, 2005. 247p.
- LAFLAME, G. Y., ROULEAU, D. M., BERRY, G. K., et al. Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. **Journal Orthop Trauma** 2008; v.22: 153–158.

LATORRE, R., et al. Atlas en Color sobre Abordajes Quirúrgicos a Huesos y Articulaciones en el Perro y el Gato. 1ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Chemie, 2008. 265p.

MEYER-LINDENBERG, A.; FEHR M.; NOLTE I. Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v.48, n.48, p.157-160, 2007.

MILOVANCEV, M.; RALPHS, S.C. Radius/ulna fracture repair. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.19, n.3, p.128-133, 2004.

PIERMATTEI, D. L., FLO, G. L., DECAMP, C. E., **Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. 4 ed. New York: Elsevier, 2006. 832p.

PIERMATTEI, D. L., JOHNSON, K. A. **An atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat**. 4 ed. Philadelphia: Saunders, 2004. 416p.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L.; DECAMP, C.E. **Ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**. 4 ed. São Paulo: Malone, 2009. 896p.

POZZI, A., LEWIS, D.D. Surgical Approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, Florida, v.4, n.22, p. 316-320, 2009.

ROSS, M. H.; PAWLINA, W. **Histologia Texto e Atlas**. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 908p.

SANDERS R., HAIDUKEWYCH G. I., MILNE T., et al. Minimal versus maximal plate fixation techniques of the ulnar: the biomechanical effect of number of screws and plate length. **J. Orthop Trauma** 2002; 16:166-171.

SCHMÖKEL, H.G., STEIN, S., RADKE, H., HURTER, K., SCHAWALDER. Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, Bern, mar. 2007, v.48, 157-160, 2007.

SEAMAN, J.A.; SIMPSON, A.M. Tibial fractures. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v.19, n.3, p.151-167, 2004.

SLATTER, D., **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2007. 2v. 2780p.

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

WILLIAMS, T.H., SHENCK, W. Bridging-minimally invasive locking plate osteosynthesis: Technique description with prospective series of 20 tibial fractures. **Injury** 2008; 39: 1198-1203.

ZHIQUAN, A., BINGFANG, Z., YEMING, W., et al. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. **Journal Orthop Trauma** 2007; v.21: 628–633