

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM PLACA EM CÃES E GATOS

LETÍCIA GUTIÉRREZ DE GUTIÉRREZ

PORTO ALEGRE

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE VETERINÁRIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM PLACA EM CÃES E GATOS

Autora: Leticia Gutiérrez de
Gutiérrez

**Monografia apresentada à
Faculdade
de Veterinária como requisito
parcial para
obtenção da Graduação em
Medicina Veterinária**

Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Meller Alievi

Coorientador: Pós graduanda do
programa de ciência veterinária-
UFRGS Paula Cristina Sieczkowski
Gonzalez

PORTO ALEGRE

2012

DEDICATÓRIA

Aos meus Pais e irmãos,
Pelo exemplo que são em tudo e pela confiança.
Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Serei eternamente grata a muitas pessoas, em especial a minha família, ao meu pai Claudio Antônio Weyne Gutiérrez, muito obrigada por toda a dedicação, paciência e ajuda financeira; a minha mãe Martha Z. Cabrera Gutiérrez, por sua paciência, amor, dedicação e carinho; aos meus irmãos Claudio Tito Gutierrez, pelo exemplo de profissional e caráter, Nicolás Pedro Gutierrez, pelo grande coração, e a melhor irmã que poderia existir, Carolina Gutierrez, pelo exemplo de garra e lutadora, e por todo amor e carinho a mim dedicado. Amo muito vocês e serei eternamente grata por tudo.

Aos amigos que a capoeira me deu, como meu professor “Sorridente”, instrutor “Tupy”, professor “Perninha” e mestre “Perna”, exemplos de dedicação e amor pela arte da capoeira, e sempre quando me sentia triste, ou desanimada, mandavam mensagens de apoio e perseverança, muito obrigada. Em especial aos amigos de treino “Ritinha” e “Mosca”, pelas horas e dias de risadas nos momentos de descontração, e pelas horas e dias de choros nos momentos de desespero, irmãos que a vida me deu, tenho certeza.

Aos amigos que a veterinária me deu, as colegas de aula e de estágio Mariana Z. Boos e Luciana Zang, que por durante quatro anos mantiveram-se ao meu lado, mesmo nas horas ruins e cansativas, e que durante esses anos me ensinaram muito; as colegas de aula Gabriela Werlang, Camila Luz, Laura Arnt, Lídía Sbaraini, Nicole Lângaro, Juliana Peruca e o colega Pedrão, muito obrigada pela paciência e horas de estudos.

Aos grandes veterinários que passaram na minha vida, como a Dr. Mariana Neuls e Dr. Alexandre Craveiro, da clínica “Fertivida”, primeiro lugar que fiz estágio; como a Dr. Anelise Bonilla, que foi a primeira veterinária com quem fiz meu primeiro plantão noturno; aos veterinários Lucila e Thadeu, os capixabas da minha vida e Verônica “Peruana”, muito obrigada pelo carinho, principalmente no início vida acadêmica. Aos antigos residentes do hospital, que desde 2008/01, quando comecei o estágio de nutrição, desde então me “suportam” na rotina do HCV, e aos atuais residentes, que me ensinam e me orientam nesta jornada, em especial Letícia Fratini, Simone Passos Bianchi, Fabiana Regginatto, Luciana Andreatta e Amanda Siviero, muito obrigada por tudo.

Aos veterinários Dr. Valério, Dr. Ana Maria, Dr. Lisi e Dr. Leo pelos ensinamentos de dois anos de estágio na clínica “Dog Cat”. Ao meu irmão mais velho que a veterinária me deu, Renato Barbosa, mais conhecido como Renatão, muito obrigada pela confiança, ensinamentos, amizade e alegrias nas várias horas de cirurgias, Raios-X das ovelhas e muitas “cervejadas”. As amigas e professoras que a veterinária me ofertou, Doutorandas “Simonão”

e “Alinão”, e aos mestrados Kauê e Lenise, muito obrigada pela força e por tudo que me ensinaram. A todos os funcionários do HCV, principalmente ao motorista Amarildo, secretária Lurdinha, Simone da farmácia, técnicos veterinários Piuí, Eglete, Nina, Irene, Lú, Dai, muito obrigada por tudo que me ensinaram e pela paciência com minhas brincadeiras.

Aos professores Daniel, Ana Cristina e Carlos Afonso, pela paciência, dedicação e exemplos de profissionais. Em especial ao professor Marcelo Meller Alievi, por toda paciência do mundo, pelas horas de cirurgias nas terças-feiras, no acompanhamento do Serviço de Ortopedia e traumatologia do hospital de veterinária da UFRGS, pela paciência quando ligava fora do horário de aula para esclarecimento de dúvidas, muito obrigado pelo carinho, amizade e principalmente paciência.

Por último, porém muito especial, a melhor amiga que a veterinária poderia ter me ofertado, a mestrandia Paula Cristina Sieczkowski Gonzalez, não tenho palavras para agradecer por tudo que me ensinou, e que tenho certeza que irá ensinar ainda. Acredito que a tua amizade foi um dos melhores presentes que a vida me deu, saibas que és meu maior exemplo de pessoa, profissional e caráter, e que sem você ao meu lado seria muito mais difícil que foi, serei eternamente grata por tudo; e ao “agregado”, um irmão uruguayo, André Dalto, muito obrigada pelas horas de gargalhadas e descontração.

RESUMO

Os atendimentos de animais com afeções e lesões ortopédicas em medicina veterinária têm aumentado significativamente. Atualmente, os animais domésticos passam por um processo denominado “humanização”, no qual são tratados por seus proprietários como se fosse membro da família, o que tem valorizado as técnicas cirúrgicas em geral. Outro fator que tem colaborado com o aumento da casuística cirúrgica é a preocupação da sociedade com o bem estar animal, pois cada vez mais as pessoas se preocupam em propiciar condições adequadas para a recuperação dos mesmos. Técnicas que visam menores lesões teciduais são a atual demanda da sociedade. A osteossíntese é um procedimento que pode ser realizado por diversos métodos, os quais podem ser pouco ou muito invasivos. As técnicas utilizadas em medicina veterinária tem se espelhado nas técnicas em humanos e estão cada vez mais aperfeiçoadas, e para isso o total conhecimento da manobra cirúrgica a ser utilizada é de suma importância. Estratégias biológicas para reparo de fraturas têm sido desenvolvidas para provocar menores lesões teciduais. Nesse contexto, a osteossíntese minimamente invasiva com placa surge como técnica de fixação de fraturas que busca menores danos aos tecidos moles, além de proporcionar a diminuição do tempo cirúrgico, a menor contaminação trans e pós-operatória e retorno precoce da função do membro.

Palavras chaves: Osteossíntese; Placa; Fratura.

ABSTRACT

The number of animals suffering of orthopaedics injuries or conditions receiving veterinary care have increased significantly. Nowadays, many domestic animals are being treated like family members, this phenomenon is called “humanization”, and has improved the surgical techniques in general. Another factor that has contributed to the increase of surgical cases is the society’s concern about animal welfare, as more people became willing to provide adequate conditions for animals recovery. Techniques that aim to lower tissue injuries can match the current society’s demands. Osteosynthesis is a procedure that can be accomplished by several methods, which may be little or too invasive. The techniques used in veterinary medicine were adapted from human medicine techniques, and are becoming more refined. Knowledge of the surgical maneuver to be used is extremely important. Biological strategies for fractures repair have been developed to cause less tissue damage. In this context, the minimally invasive osteosynthesis with plate fixation technique appears to cause less damage to soft tissues, provides reduction in surgical time, decreases contamination during and after surgery and also provides early recovery of limb function.

Key words: *Osteosynthesis; Plate; Fracture*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Ilustração da estrutura de um osso longo.....	14
Figura 2-	Estrutura do tecido ósseo. De A à D, a representação esquemática de ampliações progressivas de um osso, mostrando a estrutura do tecido ósseo e uma célula jovem, o osteoblasto. No quadro, a fotomicrografia ao microscópio óptico de um corte transversal de osso, mostrando células ósseas adultas, os osteócitos (aumento de 350X).....	15
Figura 3-	Suprimento sanguíneo de um osso longo.....	16
Figura 4-	(A) formação de um hematoma; (B) substituição por tecido de granulação; (C) formação de um tecido conjuntivo; (D) mineralização da fibrocartilagem; (E) osso formado; (F) remodelamento ósseo.....	17
Figura 5-	(A) vascularização do osso normal; (B) vascularização do osso fraturado; (C) vascularização do osso consolidando.....	18
Figura 6-	Classificação das fraturas. (A) Fissura; (B) Transversa; (C) Obliqua; (D) Em espiral; (E) Cominutiva redutível; (F) Cominutiva não redutível; (G) Múltipla ou segmentada.....	20
Figura 7-	Placa óssea bloqueada (POB) e placa óssea de compressão dinâmica (PCD), respectivos parafusos Observe que a cabeça do parafuso rosqueante da POB é munido de rosca que se fixa no orifício circular da POB.....	26
Figura 8-	Esquema da abordagem cirúrgica para MIPO em fraturas de úmero. (A) porção proximal da inserção da placa após incisão dos músculos deltoide e braquial. (B) Abertura do túnel abaixo da pele com o auxílio de tesoura “Metzemaum” no sentido distal para próxima. (C) Inserção da placa do sentido distal para proximal.....	32

Figura 9-	Ilustração do acesso crânio-medial da técnica de MIPO em rádio e a inserção percutânea da placa.....	33
Figura 10-	Ilustração da abordagem cirúrgica de MIPO para fraturas de fêmur. (A) porção proximal após incisão da fáscia lata cranial 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.....	34
Figura 11-	Ilustração da abordagem cirúrgica de MIPO para fraturas de tíbia. (A) porção proximal com dissecação e retração dos músculos sartório, grácil e semitendíneo. (B) inserção percutânea da placa óssea de proximal para distal.....	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	Osso.....	13
2.1.1	Células ósseas.....	13
2.1.2	Estruturas anatômicas dos ossos longos.....	14
2.1.2.1	Ossos longos.....	14
2.2	Classificação de fraturas.....	18
2.2.1	Localização.....	19
2.2.2	Exposição óssea e lesões externas.....	19
2.2.3	Direção da linha de fratura.....	19
2.2.4	Influência da mecânica sobre as fases de reparo de fraturas.....	20
2.3	Fixadores internos.....	22
2.3.1	Parafusos e placas.....	23
2.3.1.1	Parafusos ósseos.....	23
2.3.1.2	Placas ósseas.....	24
2.3.1.3	Número de parafusos em uma placa.....	26
2.3.1.4	Influência da colocação de parafusos em relação ao local de fratura.....	26
2.3.2	Osteossíntese com fixação com placa.....	27
2.4	Tratamento de fraturas.....	27
2.5	A técnica cirúrgica de MIPO.....	28
2.5.1	Indicação da técnica de MIPO.....	29
2.5.2	Abordagem cirúrgica.....	30
2.5.2.1	Úmero.....	31
2.5.2.2	Rádio.....	33
2.5.2.3	Fêmur.....	33
2.5.2.4	Tíbia.....	34
3	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A técnica de osteossíntese com placa, como método de fixação óssea, tem sido utilizada desde 1800 (MICLAU; MARIN, 1997; HUDSON et al., 2009). Tentativas iniciais com placas ósseas resultavam em infecções, não união ou má união, com um retorno retardado da função do membro (SCHATZKER, 1995; HUDSON et al., 2009). Em 1958, um grupo suíço de cirurgiões ortopédicos humanos formou a “Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen”, conhecido com a sigla de “AO”, juntamente com a “Association for the Study of Internal Fixation” (ASIF), que visava o melhor entendimento sobre patologias ósseas e técnicas cirúrgicas. Suas pesquisas visavam rápida consolidação óssea, minimização da dor e retorno da função reparada (WAGNER; FRIGG, 2006).

Os princípios para o tratamento de fraturas desenvolvido pelo grupo “AO” ajudaram a padronizar os protocolos de osteossíntese entre a comunidade médica (PALMER, 1999). A aplicação desses princípios resultou em uma mudança de paradigma no que diz respeito aos objetivos e técnicas de osteossíntese, nos quais o grupo continuou a investigar e definir o padrão de atendimento para tratamento de fraturas (MICLAU; MARIN, 1997; HUDSON et al., 2009).

Inicialmente, os princípios da “AO” recomendavam a reconstrução anatômica da fratura com grande manipulação e alinhamento do foco de fratura, para obtenção de grande desempenho no uso de placa (SCHUTZ; SUDKAMP, 2003). Porém, para essa manobra é necessário extensa exposição cirúrgica e excessiva manipulação dos fragmentos ósseos fraturados e tecidos moles adjacentes, o que gera maior lesão tecidual. Os fragmentos da fratura eram estabilizados com fios de cerclagem, ou com parafusos intrafragmentares antes da colocação da placa óssea (SCHUTZ, 2003). Para obter uma fixação rígida, as placas devem ser compridas e firmemente aderidas ao perióstio. A fixação rígida e compressão interfragmentária promovem cicatrização óssea direta com mínima formação de calo ósseo (PALMER, 1999; SCHUTZ, 2003).

A contínua pesquisa na área de tratamento de fraturas levou a uma mudança nessa antiga filosofia de osteossíntese (PERREN, 2002). Em resposta a esta tendência, novas gerações de implantes foram desenvolvidas. A Placa Óssea Bloqueada (POB) consiste em um novo sistema de fixação interna destinado a limitar o contato entre o implante e o osso com objetivo de minimizar o prejuízo do suprimento vascular para o osso (FERRIGNO et al., 2011). Estudos demonstraram que quanto menor o contato e

atrito periosteal da placa, melhor consolidação e menor comprometimento vascular da cortical óssea (HUDSON et al., 2009). Desta forma, foram elaboradas as placas bloqueadas, nas quais não necessariamente seguem a angulação do osso, pois são retilíneas, mas o mais importante dessa placa é o fato de tanto na cabeça do parafuso, quanto no orifício de contato da placa, existem ranhuras que permitem o bloqueio do parafuso na placa. As placas bloqueadas são um tipo de fixação rígida que funciona como um fixador esquelético externo, entretanto internamente (HUDSON et al., 2009). As extremidades da placa têm formato cônico, que permite a introdução sob a musculatura, em procedimentos minimamente invasivos (FERRIGNO et al., 2011).

Parafusos tradicionais comprimem a placa ao osso, nas placas bloqueadas, não existe esta força e o encaixe da cabeça do parafuso à placa resulta em menores danos ao suporte vascular periosteal, importante para consolidação. A mínima distância entre a placa e o osso dificulta a formação de biofilme, diferença essa entre a placa bloqueada e a placa de compressão dinâmica. Desta forma, promove grande estabilidade e permite a consolidação mesmo em casos de infecções (FERRIGNO et al., 2011).

O manejo atual em fraturas está focado na osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO). Cirurgias ortopédicas que são realizadas com muitas manipulações, tanto no alinhamento do foco de fratura, quanto em manobras para tentar manter o mais anatómico possível à fratura, levam a lesões teciduais irreversíveis e de difícil consolidação. Esse trauma pode retardar a taxa de neoformação óssea e ainda desvitalizar fragmentos ósseos que poderiam ter permanecido viáveis caso não houvessem sido perturbados. A compreensão da importância da manutenção do hematoma primário e do abastecimento sanguíneo do local é a principal ideia da MIPO (PALMER, 1999).

Com a premissa dos princípios da “AO”, de um reparo que preserve a anatomia, manutenção do foco de fratura estável com preservação da biologia e vascularização do foco de fratura, a MIPO demonstra ser uma técnica de grande valia para a medicina veterinária, tendo como objetivo principal de alcançar uma redução e fixação interna adequada à reabilitação funcional do membro acometido com mínima interferência na biologia do foco de fratura.

O objetivo deste estudo é relatar os benefícios que a técnica pode trazer no pós-operatório do animal, como recuperação precoce do membro e diminuição dos traumas cirúrgicos. Além disso, o presente trabalho irá apresentar uma revisão bibliográfica a respeito da aplicação deste tipo de cirurgia ortopédica em cães e gatos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Osso

Os ossos fazem parte do sistema locomotor, com a ação de alavanca durante o movimento e resistência às pressões. Apresenta a função, também, de sustentar e proteger órgãos. Além da função mecânica, os ossos exercem uma função químico-metabólica importante, que proporcionam reservatório para a homeostase mineral (SLATTER, 2007).

Nas superfícies articulares encontramos a cartilagem articular, formada por tecido conjuntivo. Circundando o osso está uma estrutura membranosa, que leva o nome de perióstio. Envolvendo as cartilagens das articulações, e também as bainhas tendinosas, estão as membranas sinoviais, que proporcionam nutrição e lubrificação para a cartilagem articular ao mesmo tempo em que servem como barreira. A trama de osso esponjoso lamelar fica abaixo da fise em uma metafise, e o osso compacto cortical circunda uma cavidade medular na região diafisária (SLATTER, 2007).

2.1.1 Células ósseas

Existem três tipos principais de células em todos os ossos: osteoblastos, osteócitos e osteoclastos (SLATTER, 2007; MCKIBBIN, 1978). Os osteoblastos são as células ósseas responsáveis pela síntese da matriz óssea (osteóide) e são encontradas na superfície de regiões formadoras de ossos conhecidas como sistema de Havers, que circundam vasos sanguíneos dentro da matriz da trama óssea. Uma vez cercados por minerais, os osteoblastos tornam-se osteócitos, e comunicam-se por meio de longos processos com outras células cercadas por mineral e células não cercadas.

As grandes células multinucleadas com bordas enrugadas que ficam na superfície da matriz mineralizada são os osteoclastos (MCKIBBIN, 1978). Essas células gigantes são responsáveis pela remoção de minerais e da matriz (reabsorção óssea). Os osteoclastos dissolvem o mineral mediante a secreção de ácidos e em seguida as enzimas (fosfatase ácida, colagenase, catepsina, proteases neutras) que digerem a matriz (SLATTER, 2007).

No osso sadio, as atividades dos osteoclastos e dos osteoblastos são acopladas (por fatores proteicos liberados pelo osso); sendo assim a reabsorção estimula a neoformação óssea (LERNER, 2000, apud SLATTER, 2007).

2.1.2 Estruturas anatômicas dos ossos longos

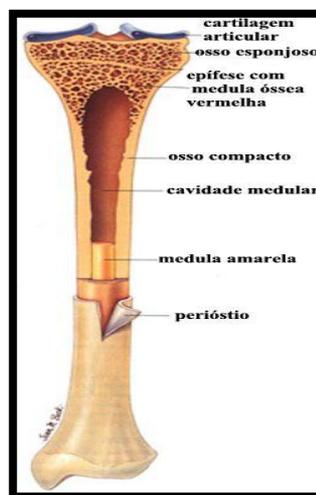
2.1.2.1 Ossos longos

Os ossos longos (Figura 1) possuem funções de sustentação corporal e alavanca para a locomoção. São estruturas cilíndricas que apresentam cinco centros de ossificação denominados: Diáfise (corpo do osso), duas epífises (extremidades do osso) e duas metáfises (DYCE, et al. 2004).

A forma do osso é determinada por uma bainha, ou córtex, de osso maciço, chamado de osso compacto. O córtex da diáfise do osso é espesso e à medida que se aproxima das epífises, torna-se mais fino. A superfície externa é lisa, porém existem irregularidades nos locais de inserção de músculos e tendões, essas irregularidades recebem diversas denominações, tais como linhas, tubérculos ou tuberosidades (PIERMATTEI et al., 2009).

A superfície interna da diáfise limita a cavidade medular e as epífises do osso são constituídas de osso esponjoso, em ambos os casos preenchida com medula óssea, porém na diáfise a concentração de medula é mais abundante (DYCE, et al. 2004).

Figura 1- Ilustração da estrutura de um osso longo.



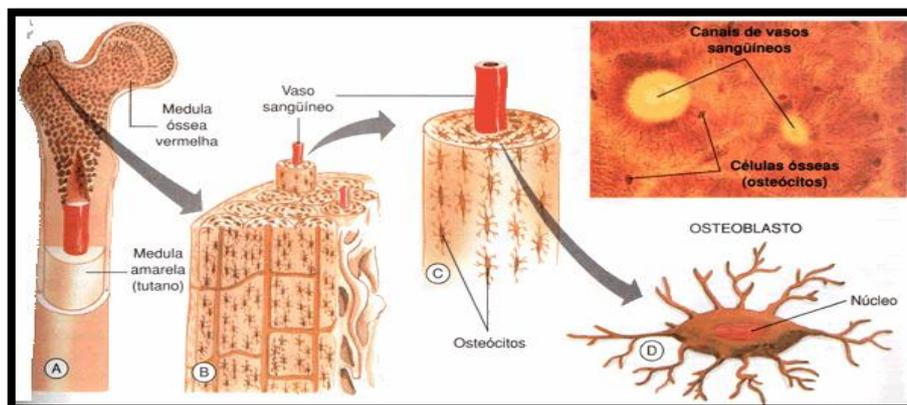
Fonte: Amabis; Marthos, 2004

O perióstio, que é uma membrana fibrosa resistente, tem a função de recobrir a face externa dos ossos, com exceção, das superfícies articulares (MCKIBBIN, 1978; BANKS, 1998; DYCE, 2004). Durante o desenvolvimento as células osteogênicas desse envoltório aumentam de diâmetro na diáfise, enquanto que nos animais adultos tem a função de manutenção da superfície óssea, remodelação e atividades de reparação de

fraturas promovendo a neoformação óssea periosteal (BANKS, 1998). As superfícies articulares servem de áreas de contato com ossos adjacentes, e são revestidas por cartilagem articular hialina, que permitem a execução dos movimentos relacionados às articulações (DYCE, 2004).

O suprimento sanguíneo apropriado é necessário para que o osso realize sua função fisiológica normal. Clinicamente, os maiores problemas vasculares surgem nos ossos longos (PIERMATTEI et al., 2009). O suprimento sanguíneo desses ossos é derivado de três fontes básicas: (1) o sistema vascular aferente, (2) o sistema vascular intermediário do osso compacto e (3) o sistema vascular eferente. O sistema aferente que conduz sangue arterial e consiste na artéria nutriente principal, nas artérias metafisárias e nas arteríolas periosteais nas junções musculares (Figura 2). As arteríolas periosteais são os componentes secundários do sistema aferente e suprem as camadas mais externas do córtex nas proximidades das firmes junções faciais ou musculares (PIERMATTEI et al., 2009).

Figura 2- Estrutura do tecido ósseo. De A à D, a representação esquemática de ampliações progressivas de um osso, mostrando a estrutura do tecido ósseo e uma célula jovem, o osteoblasto. No quadro, a fotomicrografia ao microscópio óptico de um corte transversal de osso, mostrando células ósseas adultas, os osteócitos (aumento de 350X).



Fonte: Amabis ; Marthos, 2004.

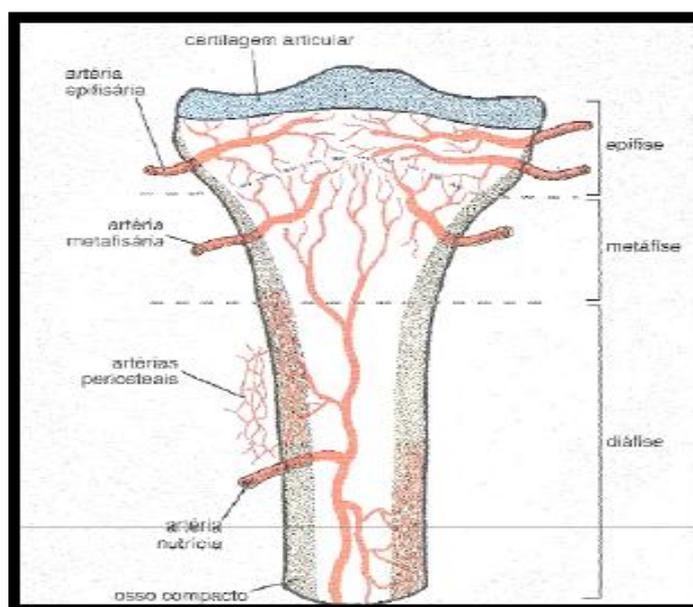
Os vasos nos ossos compactos são intermediários entre os sistemas aferente e eferente e funcionam como treliças vasculares onde ocorre a troca crítica entre o sangue e o tecido vivo ao redor. Esse sistema consiste nos canais corticais de Havers e Volkmann e nos canaliculos minúsculos que transportam nutrientes aos osteócitos (PIERMATTEI et al., 2009). Os canais de Volkmann proporcionam irrigação para os

ossos compactos e os canais de Havers, que possuem uma única arteríola, vênula, capilar, irão irrigar o periósteo e o endósteo (ROSS; PAWLINA, 2008).

A drenagem venosa (sistema eferente) do osso cortical ocorre na superfície periosteal. O fluxo sanguíneo pelo córtex é essencialmente centrífugo, da medula para o periósteo. Embora outras drenagens venosas da cavidade medular estejam presentes, isso está ligado à atividade hematopoiética da cavidade medular (PIERMATTEI et al., 2009).

Existe uma artéria nutrícia que penetra na diáfise do osso por meio de um orifício denominado forame nutrício, e assim alcança a medula óssea (DYCE, 2004; ROSS; PAWLINA, 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 3) (DYCE, 2004).

Figura 3- Suprimento sanguíneo de um osso longo.



Fonte: ROSS; PAWLINA, 2008.

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

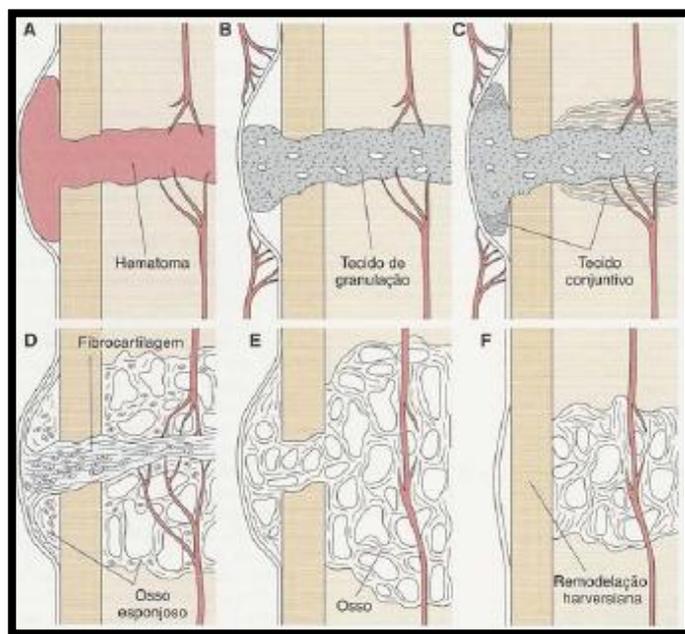
Os ossos longos não apresentam vasos linfáticos em seu interior (DYCE, 2004; ROSS; PAWLINA, 2008). A principal forma de drenagem da medula é feita por veias,

que acompanham as artérias principais e acabam por emergir dos mesmos orifícios (DYCE, 2004). O periósteo é a única parte do osso que apresenta drenagem linfática (ROSS; PAWLINA, 2008).

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

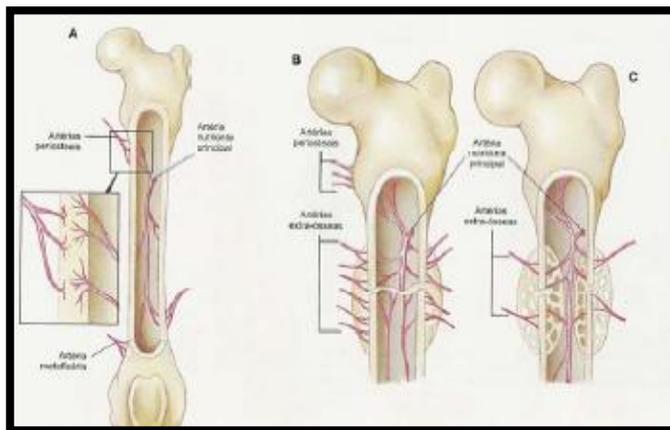
A primeira fase da cicatrização ocorre logo após o episódio da fratura, ou seja, nesse momento irá se desenvolver um hematoma (Figura 4) (FOSSUM et al., 2008). No momento da fratura, o aporte vascular é estimulado e responde com hipertrofia, aumento tanto em número, quanto no diâmetro dos vasos (PIERMATTEI et al., 2009). Há o desenvolvimento de um aporte sanguíneo extra ósseo de consolidação a partir dos tecidos adjacentes para nutrir o calo periosteal (Figura 5) (FOSSUM et al., 2008; PIERMATTEI et al., 2009).

Figura 4- A, Formação de um hematoma; B, Substituição por tecido de granulação; C, formação de um tecido conjuntivo; D, mineralização da fibrocartilagem; E, osso formado; F, remodelamento ósseo.



Fonte: FOSSUM et al., 2008

Figura 5- (A) Vascularização do osso normal; (B) vascularização do osso fraturado; (C) vascularização do osso consolidando.



Fonte: FOSSUM et al., 2008

Nos casos de redução fechada, observamos uma menor lesão aos tecidos moles adjacentes e conseqüentemente do aporte sanguíneo recém-formado (FOSSUM et al., 2008). 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).

2.2 Classificações de fraturas

As fraturas são rupturas da cortical óssea que podem ser completas, quando envolvem ambas corticais, ou incompletas, quando apenas uma das corticais é afetada. Normalmente, vem acompanhada de comprometimento da função locomotora do membro e de aporte sanguíneo e lesões dos tecidos moles adjacentes (PIERMATTEI et al., 2009).

As fraturas podem ser classificadas em muitas bases, e todas são úteis na sua descrição (MCKEOWN; ARCHIBALD, 1978 apud PIERMATTEI et al., 2009). São inicialmente classificadas de acordo com sua localização anatômica em diafisária (proximal, medial e distal), metafisárias, fisárias ou fiseais, epifisárias, condilares e intercondilares; segundo deslocamento dos segmentos ósseos; direção e número de linhas de fraturas; possibilidade de reconstrução do arcabouço ósseo e segundo o grau de exposição ao meio externo, expostas (abertas) ou fechadas (FOSSUM et al., 2008). As fraturas abertas apresentam maior grau de contaminação, complicações e retardo ósseo, se comparadas com as fechadas (PIERMATTEI et al., 2009).

Os ossos longos estão sujeitos às forças fisiológicas geradas pela sustentação de peso, contração muscular e atividade física associada, e ainda pelas forças não fisiológicas como, por exemplos, 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 causadoras de enfraquecimento ósseo ou lesões por esforço repetitivo (PIERMATTEI et al., 2009).

2.2.1 Localização

As fraturas são inicialmente classificadas de acordo com sua localização anatômica, como ditas anteriormente. 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 Exposição óssea e lesões externas

Podemos denominar as fraturas como expostas (abertas), ou não expostas (fechadas), de acordo com sua comunicação com o meio externo. As fraturas expostas podem ser classificadas em três tipos, de acordo com a gravidade da lesão:

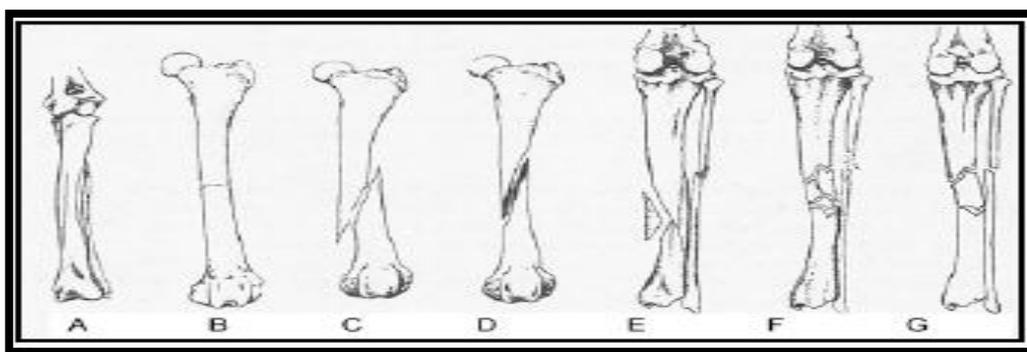
A fratura exposta do tipo I geralmente é causada pela penetração da extremidade óssea fraturada, de dentro para fora, através da superfície cutânea, com discreta lesão dos tecidos moles adjacentes (PIERMATTEI et al., 2009). Nas fraturas expostas tipo II, as lesões dos tecidos moles ocorrem de fora para dentro, causados por corpo estranho, podemos observar lacerações teciduais, mas sem grandes perdas (PIERMATTEI et al., 2009). As fraturas expostas tipo III, a contaminação, infecção e lacerações de tecidos são mais graves, pois ocorrem lesões extensas dos tecidos moles adjacentes, formação de retalhos teciduais e diferentes graus de necrose (PIERMATTEI et al., 2009).

2.2.3 Direção da linha de fratura

Através da avaliação radiográfica podemos classificar as fraturas de acordo com a direção da linha de fratura: transversas, oblíquas, em espiral (helicoidal), cominutiva

(redutível e não redutível) e múltipla (segmentada) (Figura 6) (PIERMATTEI et al., 2009).

Figura 6- Classificação das fraturas. (A) Fissura; (B) Transversa; (C) Obliqua; (D) Em espiral; (E) Cominutiva redutível; (F) Cominutiva não redutível; (G) Múltipla ou segmentada.



Fonte: PIERMATTEI et al., 2009

Os graus de complicações associados às fraturas cominutivas são devido aos maiores números de linhas de fraturas, levando, na grande maioria das vezes, a não possível redução anatômica dos fragmentos e a associação a lesões aos tecidos moles adjacentes (PIERMATTEI et al.,2009).

2.2.4 Influência da mecânica sobre as fases de reparo de fraturas

Atualmente, os estudos relacionados à fixação de fraturas visam à biologia e mecânica do osso, não as vendo separadamente no processo de consolidação de ossos fraturados. Esse novo processo caracteriza-se pela aplicação da “mecanobiologia” e deve se tornar mais importante à medida que técnicas cirúrgicas menos invasivas se tornem padrão no repertório do cirurgião (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009). O cirurgião precisa compreender como pode influenciar positivamente no processo de consolidação óssea da fratura, como o necessário manuseio cuidadoso dos tecidos moles para a preservação do suporte sanguíneo ao osso lesionado (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Como todos os mecanismos de reparo de tecidos, a fase inflamatória é obrigatória, de modo que fatores quimiotáticos e citocinas induzam as células de defesa do hospedeiro e o tecido de granulação de reparo altamente vascularizado a formar-se

ao redor das extremidades ósseas danificadas e necróticas (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009). Ocorre a proliferação de tecido fibrogênico para fornecer um “andaime” inicial entre as extremidades da fratura; essa fase começa nas primeiras 24 a 48 horas de lesão. O tecido de granulação pode tolerar tensão de 100%, e a mecânica não parece desempenhar um papel importante durante essa fase, mas a cirurgia deve desvascularizar esse tecido de reparo (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

O suporte sanguíneo medular para a diáfise é importante para a consolidação óssea, e o fluxo sanguíneo periosteal não pode alcançar o endóstio; e o calo endosteal pode ser inibido com alguns métodos de osteossíntese (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009). Sendo, desta forma, a fixação com placa à forma que preserva os vasos medulares e metafisários, bem como os vasos periosteais no lado oposto do local em que foi colocada a placa (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Na fase de ossificação intramembranosa e endocondral, à medida que a fase inflamatória passa, ocorre a diferenciação entre a cartilagem hialina e a fibrocartilagem. Esse processo começa dentro de 48 horas após a lesão e atinge o pico em 9 a 14 dias, dependendo da condição do tecido, seguindo ainda o pico de fluxo sanguíneo da fratura após duas semanas. Desta forma, fatores osteogênicos causam maior diferenciação de tecido condroide no osso, muito semelhante à formação de um centro de ossificação durante o crescimento normal (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

A ossificação intramembranosa ocorre como calo de fratura duro e longe do local de fratura, enquanto a ossificação endocondral ocorre como calo mole ao redor das extremidades da fratura. A estabilidade mecânica permite a metaplasia de cartilagem no osso (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009). Caso seja aplicado um movimento excessivo às extremidades ósseas, haverá vascularização aumentada e o tecido fibrogênico persistirá, resultando em falta de consolidação (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Na fase de consolidação de fratura, quando a deformação do tecido é inferior a 2%, toda a cartilagem calcificada se torna osso, contanto que existam fatores osteogênicos adequados. A consolidação começa já às seis semanas e pode durar até seis meses. Deformações entre 5 e 20 % resultará em ossificação limitada e persistência de tecido fibroso, levando à pseudoartrose fibrosa (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Na fase de remodelagem óssea, o osso esponjoso consolida e remodela apenas até a fase trabecular, que leva cerca da metade do tempo do osso cortical, que deve remodelar-se em uma estrutura harversiana complexa por meio de um processo lento. Implantes podem ser seguramente removidos uma vez que o processo de remodelamento esteja evidente no Raio-X, mostrando diferenciação corticomedular (recanalização) no local da fratura (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

O calo de fratura de cartilagem mineralizada forma-se entre as extremidades ósseas e é chamado de calo do traço; ao longo da cavidade medular (calo medular) e no córtex externo (calo periosteal). A importância do calo é fornecer rigidez inicial nas extremidades da fratura de modo que possa ocorrer a osteogênese. Se estabilidade absoluta for fornecida por implantes, não há estimulação para o processo de calo e ocorre consolidação direta, ou seja, consolidação de calo de traço. Nesse caso, o processo de consolidação é essencialmente desviado, passando direto para a fase de remodelagem (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Na consolidação indireta de fratura, o calo mais fraco é o calo do traço gerado entre as extremidades de fraturas bem reduzidas. Com implantes intramedulares, pode ser visto um calo extra cortical grande, enquanto o calo é mínimo devido à presença da haste. Na osteossíntese com placa, há calo medular abundante, e o calo periosteal também se forma no lado oposto a placa, especialmente no lado de compressão do osso (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

2.3 Fixadores internos

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; LEWIS, 2009). Muito importante, que, além disso, o cirurgião tenha total conhecimento da anatomia do local da fratura e abordagem técnica cirúrgica capaz de executar a cirurgia (HUDSON et al., 2009; POZZI; LEWIS, 2009), pois podemos ter o envolvimento de estruturas nervosas e vasculares importantes na região tanto perto do local a ser incisado, quanto do acesso ao foco de fratura. Sendo assim, deve-se mudar para uma abordagem cirúrgica ideal, melhorando a visualização e proteção de nervos e vasos (HUDSON et al., 2009).

2.3.1 Parafusos e placas

A utilização de parafusos e placas teve seu início por volta dos anos sessenta (1958), quando um grupo de médicos cirurgiões suíço formou a “AO” , e a “ASIF”. Até hoje esse grupo desenvolve recomendações para a utilização de implantes ortopédicos, os quais visam proporcionar melhorias no manejo das fraturas, assim como sucesso e menores casos de complicações relacionadas a esse manejo (JOHNSON, 2003; FOSSUM et al., 2008; HUDSON et al., 2009).

2.3.1.1 Parafusos ósseos

Existem dois tipos básicos de parafusos ósseos: esponjoso e cortical. Os parafusos ósseos são tipicamente empregados para fornecer estática interfragmentar ou compressão placa/osso, por meio do princípio dos parafusos compressivos. A compressão interfragmentar é produzida quando a cabeça do parafuso posiciona-se sobre a primeira cortical e as roscas do parafuso estão fixadas apenas a segunda cortical.

O ajustamento do parafuso converte a força de torção em compressão interfragmentar. Parafusos parcialmente rosqueados funcionam automaticamente como parafusos compressivos caso suas roscas não atravessem a linha de fratura. Parafusos totalmente rosqueados necessitam de técnica especial de inserção para funcionarem como parafusos compressivos interfragmentares. Parafuso totalmente rosqueados fornecem compressão placa/osso devido ao fato de as roscas não se fixarem à placa e estarem ancoradas apenas no osso, geralmente nas duas corticais (PIERMATTEI et al., 2009).

Outro modo de uso dos parafusos ósseos é fixar fragmentos ósseos em posição permanente sem a compressão interfragmentar, onde são chamados parafusos de posição. Os parafusos esponjosos são usados para comprimir fragmentos de osso epifisário ou metafisários. Este tipo de parafuso pode ser parcial ou completamente rosqueado, apresentam poucas roscas por unidade de comprimento; as roscas são bem profundas e as pontas das roscas são relativamente altas.

Os parafusos corticais foram projetados para serem primariamente utilizados em ossos diafisários densos. O parafuso é completamente rosqueado com mais roscas por unidade de comprimento que os parafusos esponjosos; as roscas são mais rasas e as pontas são mais chatas que nos parafusos esponjosos. Caso apropriadamente aplicados,

esses parafusos podem funcionar como parafusos compressivos. Visto que os pinos totalmente rosqueados possuem diâmetro uniforme em toda a sua extensão, não estão sujeitos ao efeito cumulativo de tensão.

Os materiais que são feitos os parafusos são ou de aço inoxidável 316L, ou DE titânio, podendo, ou não, serem auto rosqueáveis (SLATTER, 2007; FOSSUM et al., 2008). 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. Os parafusos para ossos esponjosos apresentam ponta e profundidade de rosca maior, otimizando a fixação no osso trabecular, e podem, ainda, ou conter roscas em toda a sua extensão, ou em apenas em sua extremidade, produzindo um efeito compressivo (SLATTER, 2007; FOSSUM et al., 2008; HUDSON et al., 2009).

Os parafusos apresentam tamanhos padrões, que são de 1,5 mm, 2,0 mm, 3,5 mm, 4,5 mm, 5,5 mm e 6,5 mm de diâmetro, sendo que seus comprimentos variam para cada diâmetro (SLATTER, 2007; FOSSUM et al., 2008). A escolha do parafuso deve ser feita tendo em base a 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 se encontra inserido.

2.3.1.2 Placas ósseas

Um dos principais objetivos no tratamento das fraturas é o retorno prematuro da função completa do membro lesado (HARARI, 2002; FOSSUM et al., 2008; HUDSON, 2009, PIERMATTEI et al., 2009, POZZI, 2009). As placas ósseas são ideias para a realização desse objetivo, pois possuem o potencial de restaurar a estabilidade rígida de um osso fraturado, quando aplicadas de maneira apropriada. (PIERMATTEI et al., 2009).

As placas resistem às forças que atuam nos ossos fraturados como as forças axiais, de dobramento e de torção. A principal problemática, no uso de placas, está nos orifícios, onde se concentra o estresse, o que pode ocasionar falhas (quebra) nesses locais (FOSSUM et al., 2008; HUDSON et al., 2009). A decisão de utilizar placas como método de estabilização necessita de conhecimento anatômico, dos princípios das forças atuantes nas fraturas, das características dos instrumentais utilizados e da seleção da melhor abordagem cirúrgica, reconhecendo os padrões de consolidação (PIERMATTEI et al., 2009).

Assim como os parafusos, a maior parte das placas utilizadas é confeccionada em aço inoxidável 316L (SLATTER, 2007; FOSSUM et al., 2008). Há placas de titânio, que são mais resistentes à fadiga, e apresentam melhor biocompatibilidade, porém, seu material não é tão resistente quanto o de aço inoxidável. Esse tipo de fixação apresenta-se em diversos tamanhos, formatos e, principalmente, são fabricadas por empresas de material cirúrgico humano, mas alguns desses sistemas estão disponíveis especificamente para medicina veterinária (SLATTER, 2007, SCHOMÖKEL et al., 2007; HUDSON et al., 2009; GUIOT; DEJARDIM, 2010).

O principal sistema de placa óssea é a de compressão dinâmica (SLATTER, 2007), essa denominação advém do desenho do orifício do parafuso que, corretamente utilizado, resulta na compressão dos fragmentos da fratura. O contorno da porção sólida da placa possui uma depressão entre os orifícios para que a força de pressão não fique concentrada no orifício do parafuso. As depressões da porção inferior da placa reduzem a área de contato direto com o osso e, portanto, tem menor efeito deletério na vascularização do que uma placa de compressão dinâmica.

Existe um sistema de fixação interna que vem sendo muito utilizado em medicina veterinária, que são as placas ósseas bloqueadas (POB), onde a placa apresenta orifícios duplos, um liso para compressão e outro rosqueado para fixação do parafuso que se fixa à placa. Promove grande estabilidade à fratura, sendo possível associar parafusos neutros e compressivos (FERRIGNO et al., 2011).

Parafusos tradicionais comprimem a placa ao osso, nas placas bloqueadas não existe esta força e o encaixe da cabeça do parafuso à placa resulta em menores danos ao suporte vascular periosteal (Figura 7). Apresenta custo elevado, mas confere estabilidade rígida do foco de fratura e minimiza a possibilidade de perda prematura da interface parafuso e osso, diminuindo a possibilidade de instabilidade precoce e soltura do implante (FERRIGNO et al., 2011).

Figura 7- Placa óssea bloqueada (POB) e placa óssea de compressão dinâmica (PCD), respectivos parafusos. Observe que a cabeça do parafuso rosqueante da POB é munido de rosca que se fixa no orifício circular da POB.



Fonte: FERRIGNO et al., 2011.

2.3.1.3 Número de parafusos em uma placa

No uso da técnica de banda de tensão, na fixação com placa, o parafuso mais distante é mais carregado do que os próximos do local da fratura durante a flexão. Há uma diminuição na magnitude de carga em cada parafuso, mantendo o comprimento da placa constante, com o aumento do número de parafusos (TONG e BAVONRATANAVECH, 2009). Apesar disso, mais parafusos enfraquecem o osso; portanto, é preciso usar um número balanceado de parafusos.

2.3.1.4 Influência da colocação de parafuso em relação ao local de fratura

A placa se ajusta à superfície do osso porque os parafusos permitem assim minimizar a distância entre os mais próximos em cada lado dos fragmentos ósseos (também chamado comprimento de trabalho) aumenta a rigidez na fratura, reduzindo o movimento no foco (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009). Quando os parafusos internos estão mais distantes do local de fratura, o comprimento de trabalho da placa é maior, permitindo a deformação do osso e a abertura do foco, mas há melhor distribuição de estresse na placa. Por tanto, os parafusos mais distantes determinam o uso efetivo do comprimento da placa e contribuem para a estabilidade do foco de fratura (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

Quando são colocadas placas longas não só é estabilizada totalmente a fratura, como também reduz o estresse interno da placa, com menos probabilidade de falha por fadiga (TONG; BAVONRATANAVECH, 2009).

2.3.2 Osteossíntese com fixação com placa

Independente do tipo que seja a fixação da fratura, o principal objetivo do uso de um implante é de:

- Transferir as cargas (tensão, flexão e torção) a partir de uma extremidade de um osso quebrado para outro.
- Promover consolidação óssea e fornecer fixação estável inicial com uma tensão compressiva de não mais que 2%.
- Prevenir osteopenia por proteção, permitir o máximo estresse no osso circundante sob carga normal durante o processo de consolidação.

Fatores que controlam a consolidação de fratura:

- O grau de contato entre os fragmentos ósseos
- O alinhamento dos fragmentos ósseos
- Controle do micromovimento no local da fratura
- Bom suprimento sanguíneo no local da fratura
- Ausência de falha do implante

Problemas com fixação com placa incluem:

- Afrouxamento dos parafusos
- Efeitos locais sobre a vascularização do córtex sob a placa
- Falha do implante por aspectos de qualidade
- Equipamento metálico de mais ou insuficiente

2.4 Tratamento de fraturas

Devemos levar em considerações diversas características na escolha de qual o melhor tratamento cirúrgico para a fratura, por exemplo, considerar a idade do animal, tipo de fratura, o grau de contato com o meio externo, as condições do proprietário, os custos, o envolvimento e o tempo para poder dar a devida atenção ao tratamento correto do animal. Identificação do melhor dispositivo inclui o local e o tipo de fratura, uma vez

que o alinhamento inadequado ou possível mobilidade no local da fratura após o procedimento retardam a consolidação (HARARI, 2002).

No caso de alguns animais jovens, apenas a coaptação externa pode gerar uma cura rápida e sem complicações, em contra partida, animais mais velhos podemos encontrar dificuldades com esse tratamento, devido ao suprimento sanguíneo ser menor e a consolidação mais retardada (HARASEN, 2002).

Para cães de grande porte, dificilmente se utiliza a fixação esquelética externa como única opção, uma vez que o peso suportado é maior. Desta forma, uma escolha por fixação interna, como por exemplo, placa óssea, demonstra ser mais resistente, evitando o rompimento no local da fratura (HARASEN, 2002). A escolha da técnica mais recomendada pode significar um pós operatório com consolidação adequada. Nesse contexto, princípios de reparo biológico das fraturas tem fornecido uma nova perspectiva e novas abordagens cirúrgicas têm sido planejadas (HARARI, 2002; HARASEN, 2002; GUIOT; DEJARDIM, 2010). Essas técnicas visam uma preservação do suprimento sanguíneo do local da fratura, assim como dos tecidos moles envolvidos, e a estabilização mecânica utilizando métodos de redução fechada (HARARI, 2002; GUIOT; DEJARDIM, 2010).

Em estudos mais recentes defendem uma técnica inovadora denominada osteossíntese minimamente invasiva com placa (MIPO) (SCHMÖKEL et al., 2007; POZZI; LEWIS, 2009; HUDSON et al., 2009; GUIOT; DEJARDIM, 2010). Inicialmente essa técnica apresenta os mesmos princípios dos estudos anteriores buscando, mesmo que em técnicas abertas, ao máximo não manipular o foco de fratura, levando em conta a abordagem “abra, mas não toque” (POZZI; LEWIS, 2009). Porém, 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 riscos 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 dispositivo de fixação.

2.5 A técnica cirúrgica de MIPO

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; e a fixação é feita usando técnicas menos invasivas (POZZI; LEWIS, 2009). As técnicas de abertura indireta para a redução de fraturas tais como o “abra, mas não toque”, são exemplos da aplicação dos princípios da fixação biológica (POZZI; LEWIS, 2009).

A osteossíntese minimante invasiva com placa (MIPO) consiste em um método de fixação interna biológica por meio de aplicação de placas ósseas através de pequenas incisões de pele no aspecto proximal e distal ao foco de fratura (POZZI; LEWIS, 2009). A placa desliza por meio de um túnel criado entre a superfície periosteal óssea e a fáscia muscular sobrejacente, conectando as duas incisões de pele.

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). Podemos usar a técnica em fraturas diafisárias de ossos longos em cães e gatos devido ao comprimento suficiente dos ossos proximais e distais da fratura que permite a aplicação adequada da placa (HUDSON et al., 2009). Apesar dos resultados obtidos por alguns autores, são poucos os estudos similares com utilização de MIPO em pequenos animais (POZZI; LEWIS, 2009).

A escolha apropriada e seleção dos casos são critérios essenciais para obtenção de sucesso com a utilização da MIPO, devendo ser levado em consideração que nem todas as fraturas são passíveis de estabilização utilizando-se placas, e embora a MIPO seja aplicável para fraturas cominutivas diafisária ou metafisárias, a técnica também pode ser utilizada para algumas fraturas transversas simples (HUDSON et al., 2009).

2.5.1 Indicação da técnica de MIPO

Há muitos anos a técnica de MIPO é utilizada em pacientes humanos, 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).

Em cães e gatos, a técnica pode ser indicada para fraturas diafisárias de ossos longos, devido ao comprimento suficiente dos ossos proximais e distais da fratura que permite a aplicação adequada da placa (HUDSON et al., 2009). Como ocorre com qualquer técnica, nem todas as fraturas são passíveis de estabilização utilizando-se placas.

Como qualquer procedimento cirúrgico, o sucesso da execução da MIPO depende diretamente do pré cirúrgico, pois precisamos, anterior a cirurgia, planejar o procedimento. Por isso, é essencial que se obtenha radiografias ortogonais bem posicionadas da fratura e dos segmentos contralaterais intactos (HUDSON et al., 2009). Através dessas imagens podemos mensurar o tamanho da placa que será utilizada (POZZI; LEWIS, 2009; HUDSON et al., 2009) 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 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 antissepsia minimizam os riscos de contaminação (FOSSUM et al., 2008), associado com antibioticoterapia profilática. A utilização de antibióticos está indicada para todos os procedimentos ortopédicos limpos envolvendo a implantação de materiais com tempo cirúrgico maior que noventa minutos (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).

2.5.2 Abordagem cirúrgica

O cirurgião deve ter total conhecimento de anatomia, pois nenhuma estrutura neuromuscular deve ser prejudicada (SLATTER,2007; HUDSON et al., 2009). As incisões devem ser feitas nos locais proximal e distal sobre a pele e tecidos moles, assim formando um túnel pelo qual a placa será inserida. Os orifícios das incisões devem ter tamanhos suficientes para que se exponha o osso subjacente e permita a manipulação da placa na superfície óssea. Após as incisões, é construído entre a musculatura e o periósteo um túnel de comunicação entre as incisões, com o auxílio de tesouras rombas e elevador de periósteo, (WILLIAMS e SHENCK, 2008; HUDSON et al., 2009; POZZI; LEWIS, 2009). A placa desliza acima da superfície do osso, comunicando os

orifícios, vale salientar a importância de evitar a retirada em excesso do perióstio, pois a placa deve estar diretamente superficial a esse (HUDSON et al., 2009).

O resultado para ser positivo no uso da MIPO depende da familiaridade do cirurgião com a técnica e o cuidado na manipulação do foco de fratura, evitando o rompimento do hematoma primário no momento da colocação da placa, fator essencial para o sucesso na consolidação, pois o foco de fratura nunca deve ser exposto (POZZI; LEWIS, 2009). A abordagem da técnica depende do tipo de fratura, quais as estruturas neuromusculares e osso envolvido (POZZI; LEWIS, 2009).

2.5.2.1 Úmero

O animal deve estar em decúbito lateral, e a abordagem da técnica cirúrgica deve ser crânio lateral ao úmero, pois permite a identificação do tubérculo maior do úmero e da tuberosidade deltoide através da palpação. Esse tipo de abordagem é indicado para fraturas diafisárias e metafisárias de úmero (POZZI; LEWIS, 2009).

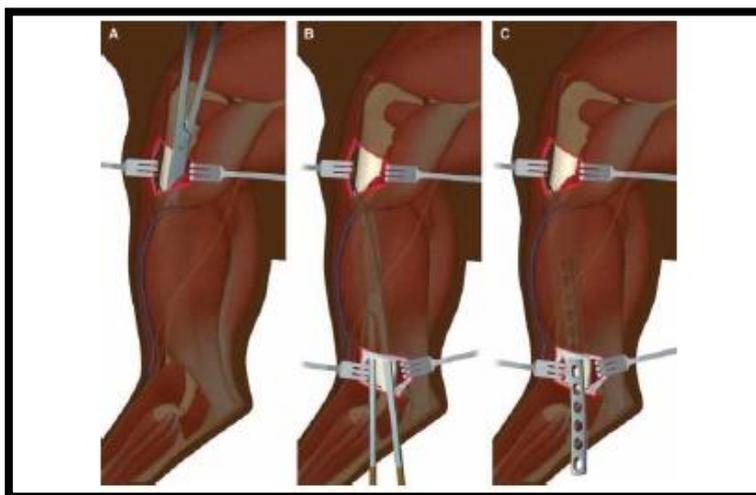
Após identificação do tubérculo maior do úmero e da tuberosidade deltoide, é realizada uma incisão de 3 a 5 cm ao longo do tubérculo maior, cranial à cabeça acromial do músculo deltoide (POZZI; LEWIS, 2009). Na sequência, a pele e o tecido subcutâneo são afastados e na fáscia é realizada uma incisão ao longo da borda lateral do músculo braquicefálico. A porção acromial do músculo deltoide é incisada e elevada distalmente permitindo a introdução de uma tesoura Metzembbaum para a abertura do túnel de passagem da placa de proximal para distal (Figura 8) (POZZI; LEWIS, 2009).

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

Para evitar lesões ao nervo radial, que se encontra na face lateral distal do úmero, o instrumento que forma o túnel deve passar cranial ao úmero, e sempre mantendo o contato com o córtex do osso. Algumas dificuldades são encontradas durante a passagem proximal do instrumento devido à mistura íntima das fibras dos

músculos e radial e deltóide ao longo da lateral do túnel. Se necessário, é feita a incisão proximal destas fibras musculares permitindo que o instrumental passe facilmente formando o túnel e evitando lesionar o nervo radial (POZZI; LEWIS, 2009).

Figura 8- Esquema da abordagem cirúrgica para MIPO em fraturas de úmero. (A) porção proximal da inserção da placa após incisão dos músculos deltoide e braquial. (B) Abertura do túnel abaixo da pele com o auxílio de tesoura “Metzembaum” no sentido distal para próxima. (C) Inserção da placa do sentido distal para proximal.



Fonte: POZZI; LEWIS, 2009.

2.5.2.2 Rádio

A abordagem cirúrgica do rádio é crânio medial e o decúbito deve ser dorsal, iniciando a incisão na região proximal do osso, de 2 a 3 cm. O membro é estendido caudalmente durante a cirurgia, assim facilitando a dissecação dos tecidos e a redução da fratura (POZZI; LEWIS, 2009). A fáscia é incisada entre o músculo extensor radial do carpo e o pronador redondo. A execução da técnica apresenta risco relacionado à veia cefálica (POZZI; LEWIS, 2009). As indicações para esse acesso são em fraturas diafisárias e metafisárias distais de rádio (POZZI; LEWIS, 2009).

Após a incisão proximal, é realizada a incisão distal de 2 a 4 cm no antebraço, com o afastamento da pele e do tecido subcutâneo. Após, essa incisão é feita na fáscia do músculo antebraquial, entre os músculos do tendão extensor radial do carpo e o tendão digital comum, desta forma formando o túnel de distal para proximal e a inserção do implante de maneira semelhante ao úmero (Figura 9) (POZZI; LEWIS, 2009).

Figura 9- Ilustração do acesso crânio-medial da técnica de MIPO em rádio e a inserção percutânea da placa.



Fonte: POZZI; LEWIS, 2009.

O mais indicado na colocação da placa é de distal para proximal, porém a placa deve ser inserida mais cranialmente, para seguir a anatomia do osso do rádio, e sempre cuidar para que a placa não colida com um fragmento da fratura (POZZI; LEWIS, 2009).

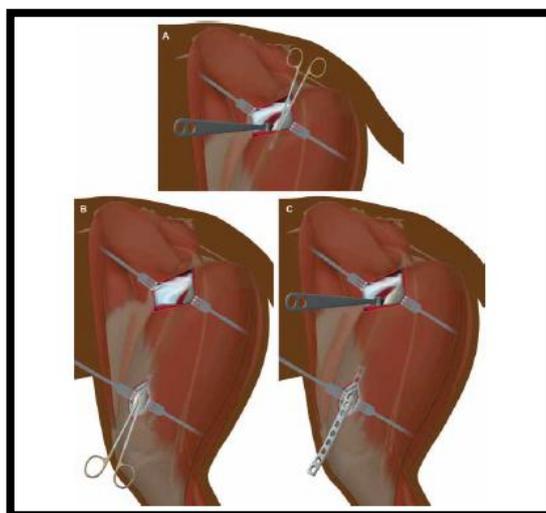
2.5.2.3 Fêmur

Segundo POZZI e LEWIS (2009), o decúbito indicado para MIPO em fraturas de fêmur é o lateral, abordando o trocânter maior e a região subtrocantérica do fêmur. A indicação para essa abordagem inclui fraturas diafisárias proximais e metafisárias distais. O autor alega que para manter a fratura estabilizada, o indicado é colocar entre os membros posteriores uma almofada, assim mantendo o membro fraturado alinhado com o quadril.

Uma incisão de 3 a 5 cm deve ser feita distal ao trocânter maior do fêmur, após a pele e subcutâneo são divulsionados e uma incisão na fáscia lata na borda cranial do músculo bíceps femoral é feita (POZZI; LEWIS, 2009). O músculo vasto lateral é exposto, com a retração da fáscia lata, e em seguida é retraído com o auxílio de um afastador de Hohmann (POZZI; LEWIS, 2009).

A crista lateral da tróclea e patela são identificadas, e assim é feita uma incisão de 2 a 4 cm na pele e subcutâneo, se estendendo proximalmente, 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, e o septo intramuscular dos músculos vasto lateral e bíceps femoral são incisados expondo a porção distal do fêmur, permitindo a inserção da placa (Figura 10) (POZZI; LEWIS, 2009).

Figura 10- Ilustração da abordagem cirúrgica de MIPO para fraturas de fêmur. (A) porção proximal após incisão da fáscia lata cranial ao músculo bíceps femoral. (B) abertura da janela distal após incisão da fáscia lata que une os músculos vasto laterla e bíceps femoral. (C) inserção percutânea da placa óssea.



Fonte: POZZI; LEWIS, 2009.

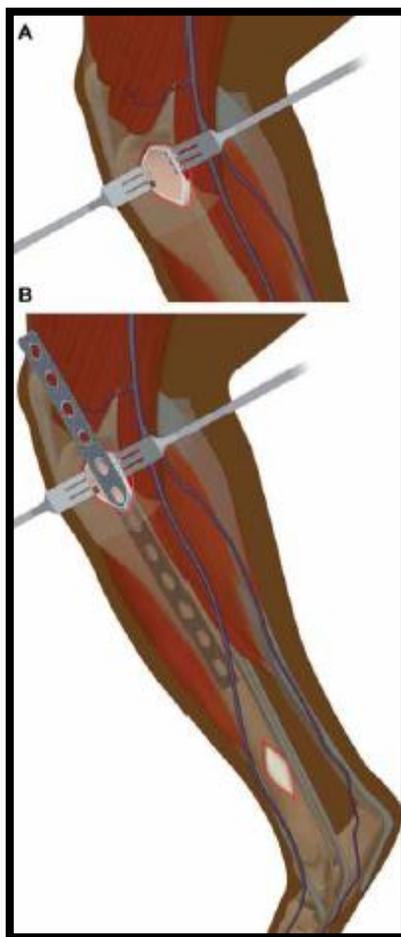
2.5.2.4 Tíbia

Para o acesso da tíbia, o cão deve ser posto em decúbito dorsal, e as incisões devem ser feitas na porção medial do membro, incluindo fraturas diafisárias e metafisárias de tíbia (POZZI; LEWIS, 2009). Com a identificação do côndilo medial da tíbia, uma incisão de aproximadamente 3 cm é feita abaixo do mesmo, estendendo-se distalmente.

Com o intuito de obter o acesso medial da tíbia, os músculos sartório, grácil e semitendinoso são afastados e elevados caudalmente, através do túnel proximal. Um túnel epiperiosteal é desenvolvido cuidando atentamente das artérias e veia safena

medial. Uma incisão de 2 a 4 cm é feita na porção medial distal da tíbia. O túnel deve ser feito com uma tesoura Metzembbaum de distal para proximal, sendo a placa óssea colocada de proximal para distal (Figura 11) (POZZI; LEWIS, 2009).

Figura 11- Ilustração da abordagem cirúrgica de MIPO para fraturas de tíbia. (A) porção proximal com dissecação e retração dos músculos sartório, grácil e semitendíneo. (B) inserção percutânea da placa óssea de proximal para distal.



Fonte: POZZI; LEWIS, 2009.

3 CONCLUSÃO

É importante saber os parâmetros corretos de cada método cirúrgico, para que se possa optar pelo melhor tratamento. Cada paciente apresenta um tipo e localização de fratura para o qual existe um melhor método de fixação a ser utilizado. A escolha do método deve levar em consideração a cooperação do proprietário, em realizar de forma correta o pós-operatório, a idade do animal e temperamento.

A estabilização de fraturas de úmero, rádio, fêmur e tibia através da técnica de MIPO é simples e permite a segura fixação e inserção da placa através de túneis periosteais comunicando duas incisões, uma proximal e uma distal, sem expor o foco de fratura. Assim como em toda cirurgia ortopédica a MIPO necessita de uma preparação pré-cirúrgica para obtenção de resultados positivos no pós-operatório e o conhecimento anatômico por parte do ortopedista é importante.

Todas as abordagens cirúrgicas citadas requerem atenção, porém vale salientar que a envolvendo fratura de rádio requer maior habilidade e destreza do cirurgião, pois envolve estruturas que se lesadas são irreversíveis, como por exemplo, o nervo radial. Portanto, o conhecimento prévio da técnica, avaliação de qual a placa ideal para o tamanho do osso, tempo de fratura, são pontos precisos que devem levar em consideração antes da utilização da técnica. Enquanto MIPO é mais aplicável a fraturas ou múltiplas, ou cominutivas, de ossos longos, existem grupos científicos que alegam ser possível a utilização da técnica em fraturas transversas.

Durante a manobra de redução não é possível afirmar o alinhamento do foco de fratura sem imagem radiográfica, sendo essa a pior desvantagem da técnica, porém o fato de preservar o ambiente biológico da fratura auxilia na rápida consolidação óssea, volta da função do membro e menor contaminação óssea.

REFERÊNCIAS

- AMABIS, J. M.; MARTHOS, G. R. **Fundamentos da biologia moderna**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1992. 650 p.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 813p.
- FERRIGNO, C. R. A.; et al. Resultados clínicos e radiográficos de placas ósseas bloqueadas em 13 casos. **Brazilian Journal Veterinary Research And Animal Science**, São Paulo, v. 48, n. 6, p. 512-518, nov. 2011.
- FOSSUM, T. W; et al. **Cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 950-957 p.
- GUIOT, L. P.; DEJARDIN, L. M. Prospective evaluation of minimally invasive plate osteosynthesis in 36 nonarticular tibial fractures in dogs and cats. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 40, p. 171-182, Jan. 2010.
- HARARI, J. Treatments for feline long bone fracture. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. Philadelphia, v. 32, n. 4, p. 927-947, July 2002.
- HARASEN, G. Biologic repairs of fractures. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v.43, p. 299-301, Apr. 2002.
- 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**, Florida, v.3, n.22, p.175-182, Apr. 2009.
- JOHNSON, A. L. Current concepts in fracture reduction. **Veterinary and Comparative Orthopaedics And Traumatology**, Stuttgart, v. 16, p. 59-66, Mar. 2003.
- LAFLAMME G. Y.; et al. Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. **Journal of Orthopaedic Trauma**, New York, v. 22, n. 3, p. 153- 158, June 2008.
- MCKIBBIN, B.; The biology of fracture healing in long bones. **The Journal of Bone And Joint Surgery**, Boston, v. 60-B, n. 2, p. 150-162, May 1978.
- PALMER, RH. Biological osteosynthesis. **The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 29, n. 5, p.1171–1185, Sept.1999.
- PERREN, SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. **The Journal of Bone And Joint Surgery**, Boston, v. 84, n.8, p. 1093–1110, Nov. 2002.

- PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L.; DECAMP, C. E. **Ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2009. 29-40 p.
- POZZI, A.; LEWIS, D. D. Surgical Approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopedics And Traumatology**, Stuttgart, v.4, n. 22, p. 316-320, June 2009.
- ROSS, M. H.; PAWLINA, W. **Histologia texto e atlas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 908 p.
- SCHMÖKEL, H. G.; et al. Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v.48, 157-160, Mar. 2007.
- SCHUTZ, M.; SUDKAMP NP. Revolution in plate osteosynthesis: new internal fixator systems. **Journal of Orthopaedic Science**, Tokyo, v. 8, n. 2, p. 252–258, Oct. 2003.
- SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2007. 1779-1792 p.
- TONG, G. O.; BAVONRATANAVECH, S. **Manual de tratamento de fraturas da AO - osteossíntese com placa minimamente invasiva**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 25- 96 p.
- WAGNER, M., FRIGG, R. **AO manual of fracture management, internal fixators: concepts and cases using LCP and LISS**. Clavadelstrasse: AO Publishing, 2006. p. 1–57.
- WILLIAMS, T.H.; SHENCK, W. Bridging-minimally invasive locking plate osteosynthesis: Technique description with prospective series of 20 tibial fractures. **Injury**, Bristol, v. 39, n. 10, p. 1198-1203, Oct. 2008.
- ZHIQUAN, A.; et al. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. **Journal of Orthopaedic Trauma**, New York, v. 21, p. 628-633, Mar. 2007.