

SUSANA DE JESUS SILVA FRANCO

**OSTEOSSÍNTESE DE FRATURAS DIAFISÁRIAS DE
TÍBIA COM FIXAÇÃO EXTERNA:
CARACTERIZAÇÃO EM CANÍDEOS E FELÍDEOS**

Orientador: Professor Doutor David Ferreira

Co-orientador: Dr. Rui Onça

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2013

SUSANA DE JESUS SILVA FRANCO

**OSTEOSSÍNTESE DE FRATURAS DIAFISÁRIAS DE
TÍBIA COM FIXAÇÃO EXTERNA:
CARACTERIZAÇÃO EM CANÍDEOS E FELÍDEOS**

**Dissertação apresentada para obtenção do Grau de
Mestre em Medicina Veterinária no curso de
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
conferido pela Universidade Lusófona de
Humanidades e Tecnologias**

Orientador: Professor Doutor David Ferreira

Co-orientador: Dr. Rui Onça

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2013

Dedicatória

Em memória ao meu pai...

*Don't only practice your art, but force your
way into its secrets, for it and knowledge
can raise men to the divine.
(Ludwing van Beethoven)*

Agradecimentos

Ao meu orientador, professor Dr. David Ferreira, pela sabedoria e disponibilidade, ao meu co-orientador, Dr. Rui Onça, pela ajuda na recolha de dados, pela disponibilidade demonstrada e sempre pela presente boa disposição, ao Professor Mauro Bragança, pelo tempo despendido e pela ajuda no tratamento estatístico.

Ao Hospital Veterinário de Oeiras e a toda equipa, especialmente ao Dr. Carlo Vaudano, por me ter proporcionado estágio, pelo seu encorajamento e boa disposição durante o período de estágio, á Dr.^a Catarina Costa, Dr.^a Maria João, Dr.^a Inês Dias e às enfermeiras Catherine Fernandes e Mara, pelas enormes doses de companheirismo, amizade e boa disposição que ajudaram a passar estes meses de estágio tão rapidamente.

À Dr.^a Catarina Costa com quem partilhei muitas horas e pude aprender a ver e fazer o que mais gosto, um obrigado sentido pela amizade e carinho, por toda a disponibilidade e ajuda. Aprendi bastante com ela, e considero-a uma ótima profissional. Agradeço o saber transmitido durante e após o estágio.

À Dr.^a Maria João, pela amizade, confiança e pela transmissão de conhecimentos.

À enfermeira Catherine Fernandes, por tudo o que me ensinou, pela amizade e por ter sido uma pessoa bem-disposta todos os dias.

À Burkinha e à Ju, pela paciência que tiveram comigo...

Ao Bruno, pela paciência que teve comigo nas alturas mais complicadas, principalmente quando ficava dias fora de casa e com os horários, todos trocados. Além desta paciência, agradeço-lhe pela motivação, pelo constante apoio e por compreender a importância desta conquista e aceitar a minha ausência quando necessário. Para ti, o meu muito obrigado por seres a pessoa que és e por sempre teres estado comigo em todas as fases por que passei.

Aos meus pais e irmãos por quererem sempre o melhor para mim mesmo que isso implique sacrifício, por serem a minha âncora e o meu porto de abrigo.

Obrigado á minha mãe e ao meu pai, pela educação e pela transmissão de caráter que me deram e por toda a confiança que sempre depositaram em mim, que me fez crescer e ter responsabilidades bem cedo. Por esse fato me tornei a pessoa que sou hoje. Obrigado por terem acreditado em mim e por me terem apoiado nas minhas decisões. Fico eternamente grata. Obrigado por tudo.

Á minha mãe, pela luta constante na vida e pelo fato de ter feito o possível e o impossível para me puder ajudar sempre que precisava.

Ao meu pai, que apesar de residir num local melhor, agradeço-te por seres a minha motivação. Gostaria que tudo tivesse sido diferente. Sei que onde estiveres, estás a olhar por mim. Espero que tenhas orgulho na pessoa que sou hoje.

A toda a minha família, aos meus irmãos, cunhadas e cunhado, pela força, apoio e carinho que me deram.

Ao meu sobrinho, Rodrigo por me ter acompanhado durante estes 6 anos, por ter a paciência e estudar em conjunto comigo, mesmo não percebendo nada. Por me fazer rir nos momentos mais monótonos, por ser o meu grande companheiro e amigo, e por acreditar em mim incondicionalmente, pela boa disposição. Por ser a criança que é. Adoro-te.

Á minha sobrinha Melina, apesar de só ter acompanhado, esta ultima fase, não deixa de ser especial.

Aos meus amigos, o meu “núcleo duro”, que sabem quem são, por terem tornado esta caminhada mais fácil e divertida, mesmo que com altos e baixos e, por serem as pessoas fantásticas que são.

A ti, Flipa Manteigas, por teres estado sempre presente desde o início, pelo apoio, paciência, preocupação e constantes palavras de encorajamento. Por seres uma grande pessoa e amiga.

Agradeço á Filipa Bastos, que sempre me apoiou nos bons e menos bons momentos, pelas gargalhadas, pelo ombro amigo e pela amiga que foste e serás.

Á Joana Matias, apesar de a ter conhecido melhor a meio do curso, considero-a uma ótima pessoa, atenciosa e amiga.

À Ana Oliveira (Aninhas), pela boa disposição sempre presente, pelo companheirismo, e amizade.

Partilhámos muitos momentos, demos muitas gargalhadas, sofremos angústia com tantos trabalhos e exames para fazer. O curso nem sempre foi fácil, e o ter de estudar e trabalhar complicou bastante, mas houve pessoas que tornaram tudo melhor.

A todos, obrigada pelas lágrimas e sorrisos, pela paciência e compreensão e por todos vocês, eu espero ser sempre uma pessoa melhor, uma profissional melhor.

Resumo

A cicatrização óssea e o tempo decorrido até à união dos fragmentos de uma fratura dependem de múltiplos fatores.

A presente dissertação consta de um estudo retrospectivo baseado numa amostra de 47 animais, cujo objetivo passa por tentar caracterizar os fatores que possam influenciar a cicatrização óssea em fraturas de tíbia com a técnica de fixação externa em canídeos e felídeos.

A população foi analisada e distribuída segundo parâmetros intrínsecos, (espécie, o género, a raça e a idade) e extrínsecos (peso, a causa de fratura, a exposição do foco de fratura, o tipo de fratura, o tempo da lesão à cirurgia e o tempo de cicatrização óssea). Da análise observou-se que estas fraturas afetaram mais canídeos do sexo feminino, felídeos do sexo masculino e animais de idades mais jovens. Os acidentes rodoviários tiveram uma maior incidência em canídeos (72.4%), e o trauma por queda em felídeos (55.6%). Conclui-se que as fraturas fechadas e comunitiva foram as mais frequentes nas duas espécies.

Na sequência da análise estatística de relação do tempo de cicatrização óssea com as variáveis utilizadas, constatou-se que, apenas a idade e o tempo decorrido desde a lesão à cirurgia mostraram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$), podendo concluir-se que estas podem influenciar o tempo de cicatrização óssea.

Palavras-chave: fraturas, tíbia, canídeos, felídeos, cicatrização óssea.

Abstract

The bone healing and the time needed for the union of the fragments of a fracture depend on multiple factors.

This dissertation consists of a retrospective study based on a sample of 47 animals. The aim of this study was to characterize the factors that may influence bone healing in tibial fractures with external fixation technique in dogs and cats.

The population was analyzed and distributed according to intrinsic (species, gender, breed and age) and extrinsic parameters (weight, cause of fracture, the exposure of the fracture, the fracture type, time since injury until surgery and bone healing time).

Analysis of the total population showed that these fractures affect more female canines, male felines and younger animals. Road accidents had a higher incidence in dogs (72.4%) and trauma from fall in felines (55.6%). Closed and comunitive fractures were the most frequent type of fractures in both species.

Following the statistical analysis of time relation bone healing with variables used, it was found that in both species, only age and injury time to surgery showed statistically significant differences ($p < 0,05$). Thus, we can conclude that age and time between lesion and surgery may affect the time until adequate bone healing.

Key-words: fractures, tibial, canine, feline, bone healing

Índice de Abreviaturas, acrónimos, siglas e Símbolos

et al. (et aliae) – e outros (para pessoas)

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

IC - Intervalo de Confiança

Kg- Quilograma

MW - Mann-Whitney

PMMA – Polimetilmetacrilato

FE – Fixador externo

F. - Fratura

n- número

& - e

% – Por cento

>- Superior

< - Inferior

= - Igual

+/- - Mais ou menos

Índice Geral

I.Introdução	16
1.1.Introdução geral.....	16
1.2. Constituição e organização do tecido ósseo.....	17
1.2.1. Osteoblastos, osteócitos e osteoclastos	17
1.2.2. Perióstio e endóstio	18
1.2.3. Matriz óssea.....	18
1.2.4. Osso esponjoso e osso cortical.....	19
1.3. Considerações anatômico-cirúrgicas da tíbia e fíbula	20
1.3.1. Vascularização	21
1.4. Fenómenos de remodelação e ossificação	23
1.4.1. Tipos de ossificação	24
1.4.1.1.Ossificação primária.....	24
1.4.1.1.1.Ossificação membranosa.....	24
1.4.1.1.2.Ossificação endocondral	25
1.4.1.2.Ossificação secundária/Cicatrização óssea	27
1.4.1.2.1. Cicatrização óssea primária	28
1.4.1.2.2. Cicatrização óssea secundária	28
1.4.1.2.2.1.Fase inflamatória	29
1.4.1.2.2.2.Fase de reparação	30
1.4.1.2.2.3.Fase de remodelação	31
1.5.Fatores que influenciam o processo de cicatrização óssea	32

1.6.Fraturas.....	33
1.6.1.Definição	33
1.6.2.Classificação de fraturas	34
1.6.2.1.Causa de fratura.....	34
1.6.2.2.Exposição do foco de fratura	35
1.6.2.3.Quanto à extensão da lesão óssea ou severidade, número e posição das linhas de fratura pode ser descrito como se segue:	36
1.6.2.4.Direção da linha de fratura.....	37
1.6.2.5.Quanto à força aplicada na linha de fratura	38
1.6.2.6.Quanto à estabilidade	38
1.7.Fraturas diafisárias da tíbia e fíbula	39
1.8.Princípios biomecânicos de fraturas da tíbia.....	39
1.8.1.Tipos de força.....	40
1.8.1.1.Forças de tensão	40
1.8.1.2.Forças de tensão axial	41
1.8.1.3.Forças tangenciais	41
1.8.1.4.Forças de compressão axial.....	41
1.8.1.5.Forças de flexão	41
1.8.1.6.Forças de torção	42
1.8.2.Velocidade do Impacto	42
1.9.Tratamento das fraturas.....	43
1.9.1.Tratamento cirúrgico de fraturas diafisárias de tíbia	43
1.9.1.1.Fixação externa	44
1.9.1.1.1.Indicações.....	46

1.9.1.1.2.Tipos de fixadores externos	46
1.9.1.1.2.1.Fixador externo linear	46
1.9.1.1.2.2.Fixador externo circular	48
1.9.1.1.2.3.Fixador externo híbrido.....	49
1.9.1.1.3.Vantagens da fixação externa em relação a outras técnicas de osteossíntese	50
1.9.1.1.3.1.Vantagens da redução fechada em fixação óssea	50
1.9.1.1.3.2.Desvantagens da redução fechada em fixação óssea	51
1.9.1.1.4.Desvantagens da fixação externa em relação a outras técnicas de osteossíntese	52
1.10.Complicações de fraturas	52
1.10.1.União retardada	54
1.10.2.Não união	55
II.Objetivos.....	57
III.Material e Métodos.....	58
3.1.Caraterização da amostra em estudo	58
3.2.Metodologia	58
3.3.Critérios de inclusão.....	58
3.4.Critérios de exclusão	59
3.5.Registo de variáveis	59
3.6.Análise e tratamento estatístico.....	59
IV.Resultados	61
4.1.Caraterização da amostra	61
4.1.1.Género	61

4.1.2.Raça.....	62
4.1.3.Idade.....	62
4.1.4.Peso.....	63
4.1.5.Causa da fratura.....	63
4.1.6.Exposição foco de fratura.....	64
4.1.7.Tipo de fratura.....	64
4.1.8.Tempo lesão-cirurgia.....	65
4.1.9.Tempo médio de cicatrização óssea.....	65
4.1.10.Tempo à cicatrização óssea e a sua relação com o peso, idade e tempo lesão-cirurgia.....	66
4.1.11.Relação entre o género e o tempo de cicatrização óssea.....	66
4.1.12.Relação entre o tipo de fratura e o tempo de cicatrização óssea.....	66
4.1.13.Relação entre a exposição do foco de fratura e o tempo de cicatrização óssea.....	67
4.1.14.Relação entre a causa de fratura e o tempo de cicatrização óssea ...	67
V.Discussão.....	68
VI.Conclusão.....	73
Revisão Bibliográfica.....	75

Índice de Tabelas

Tabela 1- Fatores considerados na avaliação de uma fratura (Adaptado de Fossum et al, 2007). -----	33
Tabela 2 - Frequência do gênero afetado por fraturas diafisárias de tíbia na espécie canina e felina. -----	61

Índice de Gráficos

Gráfico 1- Percentagem da raça afetada por fraturas na espécie canina. -----	62
Gráfico 2- Percentagem da causa de fratura diafisárias de tibia em cães e gatos. -----	63
Gráfico 3- Percentagem da exposição do foco de fraturas de tibia em canídeos e felídeos.--	64
Gráfico 4- Percentagem do tipo de fratura em cães e gatos. -----	65

Índice de Figuras

Ilustração 1- Ilustração da estrutura do tecido ósseo (Adaptado de Weisbrode, 2007).	19
Ilustração 2- Seção longitudinal de um osso longo - Tíbia (Adaptado de Weisbrode, 2007).	20
Ilustração 3- Ilustração da vascularização de um osso longo. A) Vascularização de um osso normal; B) Vascularização de um osso imaturo; C) Vascularização de um osso fraturado; D) Vascularização de um osso ossificado (Adaptado de Fossum et al, 2007).	23
Ilustração 4 - Representação esquemática da ossificação membranosa (Adaptado de Ferreira et al, 2010).	25
Ilustração 5 - Ilustração das várias etapas da ossificação endocondral (Adaptado de Marieb e Hoehn, 2006).	26
Ilustração 6 - Esquema da ossificação secundária (Adaptado de Weisbrode, 2007).	31
Ilustração 7- Ilustração da classificação de fraturas com base na direção e no número de linhas de fratura. a) Fratura transversa; b) Fratura oblíqua longa; c) Fratura espiral; d) Fratura cominutiva redutível e) Fratura cominutiva irreductível (Adaptado de Fossum et al, 2007)	38
Ilustração 8- Esquema dos diferentes tipos de força que podem afetar o osso originando uma fratura característica. a) Tensão axial; b) e c) Compressão axial; d) Flexão; e) Torção (Adaptado de Fossum et al, 2007).	42
Ilustração 9 - Ilustração dos tipos de fixação externa lineares. A) Tipo Ia; B) Tipo Ib; C) Tipo II; D) Tipo III (Adaptado de Slatter, 2002).	48
Ilustração 10- Ilustração de fixadores externos. A) Fixador externo linear; B) Fixador externo circular; C) Fixador externo híbrido; D) Fixador externo acrílico (Adaptado de Yeadon, 2012).	49

I.Introdução

1.1.Introdução geral

Um dos avanços mais significativos em Ortopedia Veterinária na última década tem sido a promoção de estratégias “biológicas” na correção de fraturas. A osteossíntese biológica, tenta preservar ao máximo o ambiente envolvente da fratura, assim o cirurgião ortopédico adota as qualidades de um jardineiro, nomeadamente de preservar estruturas em detrimento das qualidades de um carpinteiro, cuja função é reconstruir (Harasen, 2002).

Bojrab (1996) cita que as fraturas de tíbia são mais comuns devido à sua estrutura anatômica particular e à pouca quantidade de tecido mole que recobre o osso, sendo a terceira localização mais comum de fraturas dos ossos longos, com uma incidência de 20%, as da diáfise são muito mais expressivas do que as restantes localizações (Seaman e Simpson, 2004; Piermattei et al, 2006). A reduzida cobertura tecidual nestes ossos, aumenta a incidência de contaminação em fraturas abertas, o que pode conduzir a complicações na cicatrização ou a infeção óssea (Egger, 2006).

As fraturas de tíbia tem frequentemente indicação para fixação externa (Meynard e Latte).

A Fixação externa é uma técnica menos traumática, que permite uma cicatrização e recuperação rápida com a manutenção da mobilidade e função do membro fraturado. O principal objetivo é promover a formação de calo ósseo e estimular a recuperação precoce da atividade muscular, mobilidade articular e transmissão de carga (Meynard e Latte, Piermattei et al, 2006).

Apesar da cicatrização de uma fratura progredir com sucesso na maioria das situações, complicações como uniões retardadas e não-uniões são problemas comuns na prática clínica. A incidência destes problemas em cães e gatos aumenta quando associados a fraturas diafisárias distais de tíbia (Remédios, 1999).

A maioria das complicações decorrentes da cicatrização óssea incompleta tem na sua origem três causas: um suprimento sanguíneo inadequado, uma instabilidade local e a presença de infeção (Weisbrode, 2007).

A cicatrização óssea e o tempo decorrido até à união dos fragmentos de uma fratura podem depender de vários fatores, tais como, a idade, o estado de saúde geral do animal, a

presença de doenças que influenciam a cicatrização óssea, a nutrição, a localização e configuração da fratura, o tempo entre a lesão e o tratamento inicial, sinais de infecção associados à lesão dos tecidos moles, e o tipo e grau de estabilização do método de fixação utilizado (Cavero e Fernández, 2005).

O que me levou a escolher esta temática foi sobretudo o interesse pela área de clínica cirúrgica de pequenos animais e porque existem poucos estudos com dados concretos, em relação aos fatores que influenciam a cicatrização óssea.

Esta dissertação é constituída por um primeiro capítulo, a revisão da literatura referente ao enquadramento teórico onde se descreve a evidência científica sobre a temática em estudo. Seguem-se os capítulos de materiais e métodos, apresentação de resultados e análise estatística, discussão, conclusão e principais limitações do estudo e bibliografia.

1.2. Constituição e organização do tecido ósseo

O tecido ósseo é uma forma especializada de tecido conjuntivo constituído por 70% de matéria mineral e 30% de matéria orgânica. A matéria orgânica inclui células osteogénicas – osteoblastos, osteócitos e osteoclastos - e matriz extracelular. A componente mineral é formada essencialmente por sais de fosfato de cálcio sob a forma de hidroxiapatite (Remédios, 1999).

1.2.1. Osteoblastos, osteócitos e osteoclastos

Os osteoblastos são as células responsáveis pela síntese e mineralização da parte orgânica da matriz osteóide através da deposição de colagénio tipo I e proteoglicanos, que em associação com os cristais de hidroxiapatite são responsáveis pela rigidez e resistência do tecido ósseo. Os osteoblastos, uma vez envoltos pela matriz, passam a designar-se osteócitos. Estes situam-se em cavidades no interior da matriz, possuindo uma função importante na sua manutenção. Os osteoclastos por seu lado, são células gigantes e multinucleadas que se encontram em depressões da matriz óssea (escavadas pela ação enzimática), também conhecidas como lacunas de *Howship*, participando nos fenómenos de remodelação óssea

através da sua capacidade de reabsorção de tecido ósseo (Remédios, 1999; Aughey e Frye, 2001; Weisbrode, 2007; Junqueira e Carneiro, 2008).

1.2.2. Perióstio e endóstio

A superfície interna e externa óssea é composta por uma combinação de células osteogénicas e tecido conjuntivo especializado, constituindo o endóstio e perióstio respetivamente, cujas principais funções são a nutrição do tecido e a formação de novos osteoblastos para o crescimento e recuperação do osso (Junqueira e Carneiro, 2008).

O perióstio é formado por duas camadas: uma camada superficial osteogénica, essencial para o crescimento do esqueleto imaturo e consolidação de fraturas, e uma camada profunda fibrosa que tem como função o suporte da rede vascular e nervosa até à superfície do osso cortical (Junqueira e Carneiro, 2008).

O endóstio é composto por uma camada de células osteogénicas achatadas que revestem as cavidades do osso esponjoso (Remédios, 1999; Junqueira e Carneiro, 2008).

1.2.3. Matriz óssea

A principal característica do tecido ósseo é a organização da matriz óssea mineralizada em camadas lamelares concêntricas, formando os sistemas de *Havers* – a unidade básica estrutural do tecido ósseo. Esta unidade é constituída por um longo canal cilíndrico, com uma orientação paralela ao eixo longitudinal do osso, por onde circulam vasos e nervos (Junqueira e Carneiro, 2008).

Os canais de *Havers* comunicam entre si, com a cavidade medular e a superfície externa do osso, através de canais transversais ou oblíquos, denominados de canais de *Volkman*. (Figura 1) (Junqueira e Carneiro, 2008).

Os canais de *Volkman* formam parte do aporte sanguíneo principal para o osso, que tem origem a partir de três fontes: o sistema vascular aferente, o sistema vascular intermédio do osso compacto e o sistema vascular eferente. A vascularização irá ser discutida noutra subcapítulo (Junqueira e Carneiro, 2008).

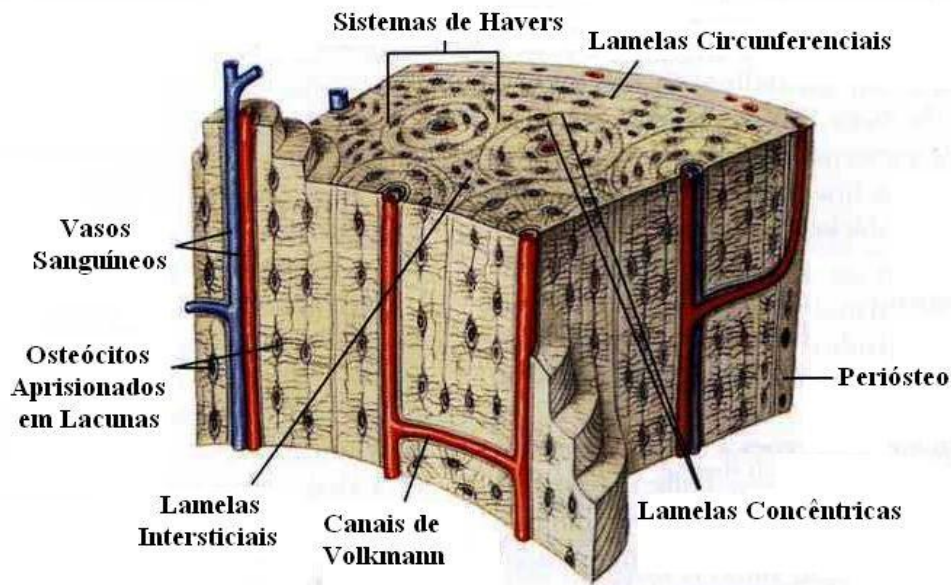


Ilustração 1- Ilustração da estrutura do tecido ósseo (Adaptado de Weisbrode, 2007).

1.2.4. Osso esponjoso e osso cortical

Macroscopicamente, o tecido ósseo pode ser classificado em osso cortical, se não possuir partes cavitárias visíveis, e osso esponjoso ou trabecular, se for formado por várias cavidades intercomunicantes, e ainda, em longo, curto, chato ou alongado (Remédios, 1999).

Nos ossos longos, as extremidades, designadas epífises, são constituídas maioritariamente por osso esponjoso, no qual se encontra envolto por uma fina camada de osso compacto ou, nos locais de articulação com outros ossos, por cartilagem hialina (Remédios, 1999; Aughey e Frye, 2001; Weisbrode, 2007).

Estas zonas encontram-se em contacto direto com as metáfises nos indivíduos adultos, mas nos jovens encontram-se separadas por linhas de crescimento designadas por fises ou placas de crescimento metafisárias, responsáveis pelo crescimento através do alongamento dos ossos (Remédios, 1999).

. As metáfises situam-se nos extremos da diáfise, região cilíndrica central situada entre as duas metáfises, e são constituídas por osso do tipo esponjoso. As diáfises, para além de serem constituídas quase na totalidade por osso compacto que forma o córtex, apresentam também uma pequena quantidade de osso esponjoso na sua porção mais interna, em torno da cavidade medular (Remédios, 1999; Aughey e Frye, 2001; Weisbrode, 2007).

O osso cortical da diáfise é espesso e á medida que se aproxima das epífises torna-se mais fino (Piermattei et al, 2006). (Figura2).

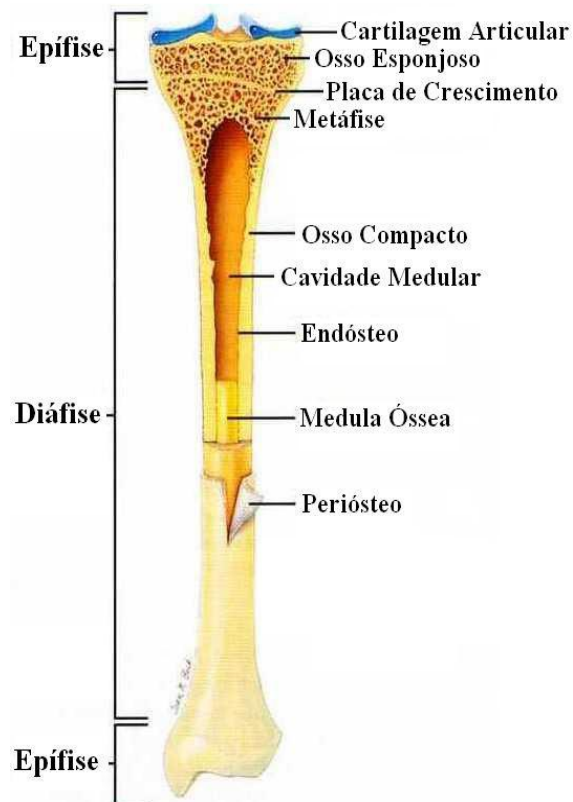


Ilustração 2- Seção longitudinal de um osso longo - Tíbia (Adaptado de Weisbrode, 2007).

1.3. Considerações anatómico-cirúrgicas da tíbia e fíbula

A perna é composta por dois ossos de resistência diferente: a tíbia, que é mais forte, e a fíbula, que é mais frágil. A fíbula situa-se lateral á tíbia e paralela a esta em toda a sua extensão (König et al, 2002).

A tíbia é um osso em linha reta com uma forma triangular no terço proximal e uma forma oval nos dois terços distais (Montavon et al, 2009).

A epífise tibial agrega estruturas ósseas na região proximal (meseta tibial, cabeça fibular e o tubérculo tibial) e distal (maléolos lateral e medial) composta essencialmente por osso esponjoso coberto por uma fina camada de osso compacto. Esta arquitetura limita o poder de fixação de implantes e por isso, a sua aplicação requer um cuidado especial. Devido

à ampla rede vascular e presença de osso esponjoso, as epífises manifestam uma ossificação rápida, pelo que a fixação destas estruturas não é prolongada (König et al, 2002; Egger, 2006).

Para além das forças resultantes do apoio do peso corporal, a diáfise da tíbia está sujeita a forças graves de torção e flexão (Egger, 2006). Trata-se de uma região formada por uma estrutura tubular, oca, com conformação sigmóide e revestida por uma camada espessa de osso compacto que maximiza a sua resistência às forças enunciadas. Este encurvamento em “S” faz com que o córtex lateral tenha um papel importante no suporte das forças exercidas sobre a tíbia (Seaman e Simpson, 2004; Egger, 2006).

Apesar da face tênsil da tíbia ser a superfície cranio lateral, a maioria das abordagens cirúrgicas é realizada medialmente porque o osso se encontra coberto por uma fina camada de tecido subcutâneo (Egger, 2006).

A pobre irrigação sanguínea do osso cortical diafisário traduz-se numa ossificação mais lenta e na necessidade de uma fixação rígida arrastada no tempo (Scott, 2005; Egger, 2006). A metade distal da tíbia tem uma cobertura muscular muito limitada, principalmente em pacientes felinos e cães de raça pequena, o que facilita a aplicação dos fixadores externos, mas complica o uso das placas de osteossíntese (Seaman e Simpson, 2004; Fitzpatrick, 2010). Esta particularidade é também um dos fatores responsáveis pelo aumento do risco de aparecimento de fraturas abertas (Denny e Butterworth, 2000).

A fíbula é muito fina em gatos e não contribui para a sustentação de peso, mas é importante para a estabilidade da articulação do joelho e do tarso, pois serve como o local de fixação dos ligamentos colaterais laterais de ambas as articulações (Montavon et al, 2009).

A anatomia óssea normal da tíbia e fíbula no gato imita a do cão (König et al, 2002).

1.3.1. Vascularização

O suprimento sanguíneo apropriado é necessário para que o osso realize a sua função fisiológica normal (Piermattei et al, 2006).

Clinicamente, os maiores problemas vasculares surgem nos ossos longos. O suprimento sanguíneo desses ossos é derivado de três fontes básicas: o sistema vascular aferente, o sistema vascular intermediário do osso compacto e o sistema vascular eferente (Piermattei et al, 2006).

O sistema aferente transporta sangue arterial através da artéria nutritiva principal, das artérias metafisárias e das arteríolas do periósteo junto às ligações musculares. As arteríolas periósticas são os componentes secundários do sistema aferente e suprem as camadas externas do córtex (Piermattei et al, 2006).

Os canais corticais de Havers, de Volkmann e os canalículos fazem o transporte dos nutrientes aos osteócitos. Os canais de Volkmann proporcionam irrigação para os ossos compactos e os canais de Havers irrigam o periósteo e o endósteo (Piermattei et al,2006).

A drenagem venosa (sistema eferente) do osso cortical realiza-se na superfície do periósteo. O fluxo de sangue através do córtex tem uma direção essencialmente centrífuga, desde a medula até ao periósteo (Piermattei et al, 2006).

A artéria nutritiva alcança a medula óssea através do forâmen nutritivo, fazendo a irrigação de toda a diáfise do osso (Piermattei et al, 2006; Junqueira e Carneiro, 2008).

Quando ocorre uma fratura há uma interrupção da vascularização ao nível dos topos dos fragmentos que, em parte, é responsável pela necrose da extremidade desses topos. Essa necrose pode ser mais ou menos importante. É mínima quando os fragmentos sofrem pouca deslocação, mas pode ser considerável quando essa deslocação é grande e quando há desvitalização dos tecidos moles (Onça e Pratas,2003).

A irrigação perióstica passa a ser a mais importante, sendo apoiada por um suprimento extra-ósseo vindo da musculatura circundante. Os fragmentos que não se encontram conetados ao sistema de vasos sanguíneos medulares, mas que continuam ligados aos tecidos moles circundantes, podem contribuir para a osteo-regeneração. Os fragmentos sem aderências não entrarão no processo de ossificação (Onça e Pratas, 2003). O calo perióstico que se forma, e que serve de ponte entre os dois topos da fratura, é inicialmente vascularizado pelo sistema extra-ósseo e só mais tarde o sistema medular é restaurado. A musculatura, através dos seus movimentos ativos, ajuda na perfusão sanguínea do osso, atuando como uma fonte extra de irrigação óssea (Onça e Pratas, 2003). (Figura 3)

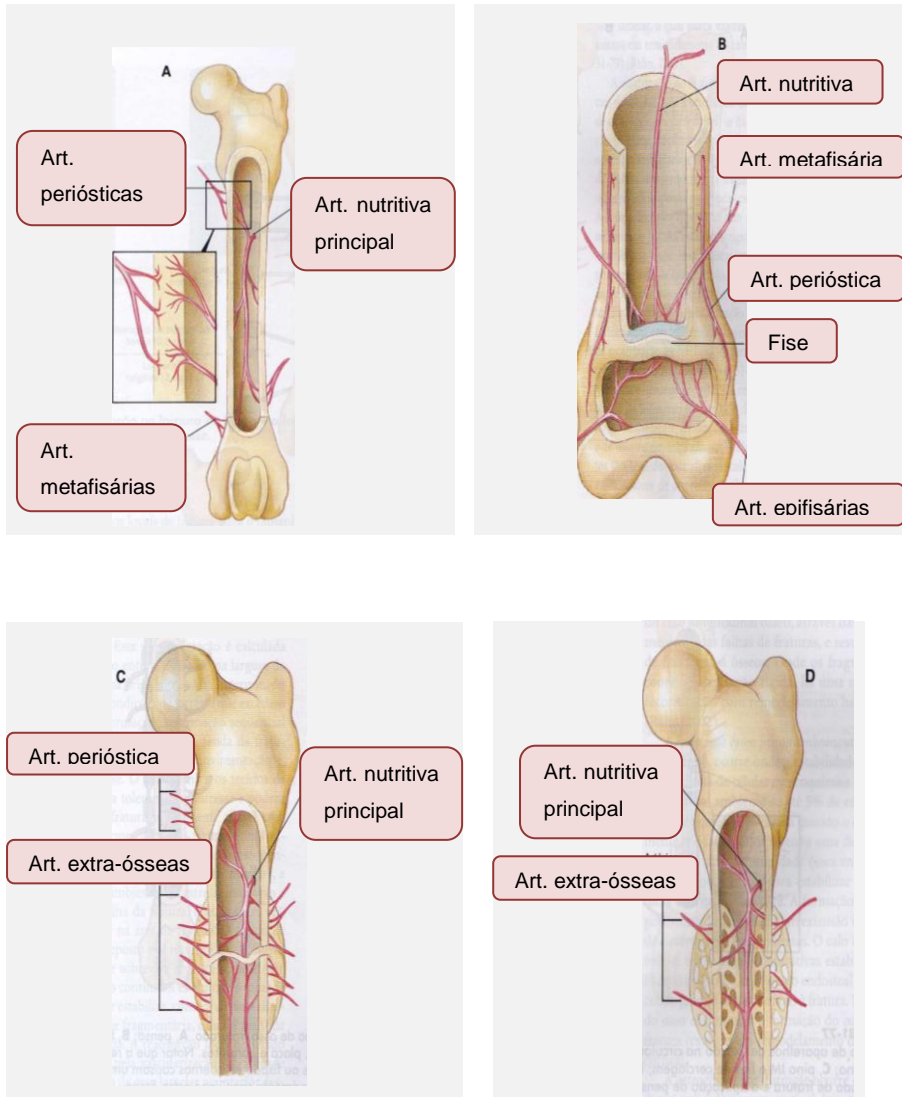


Ilustração 3- Ilustração da vascularização de um osso longo. A) Vascularização de um osso normal; B) Vascularização de um osso imaturo; C) Vascularização de um osso fraturado; D) Vascularização de um osso ossificado (Adaptado de Fossum et al, 2007).

1.4. Fenómenos de remodelação e ossificação

O osso é um tecido dinâmico caracterizado pela ação de fenômenos de remodelação lentos e constantes, que consistem na formação de um novo tecido ósseo associado a reabsorção parcial de tecido ósseo mais antigo, desta forma os ossos tem a capacidade de manter a sua forma durante o crescimento. (Weisbrode, 2007).

Segundo Weisbrode (2007), o número de locais ativos de remodelação óssea depende não só da informação genética do próprio indivíduo, como também da presença de forças mecânicas que exerçam compressão ou tensão sobre o osso, da interação entre os

osteoclastos e do binómio osteoblastos/células da medula óssea, que determinam o início e fim da atividade osteoclástica, e do controlo da homeostasia do cálcio e fosfato que tem repercussões ao nível da reabsorção óssea, uma vez que a reserva de cálcio tem uma atividade dinâmica (Greco e Stabenfeldt, 1999; Denny e Butterworth, 2000; Junqueira e Carneiro, 2008).

Através da ação da paratormona, produzida pela glândula paratiróide, esta vai atuar aos osteoclastos, e estimular a segregação de enzimas com o objetivo de provocar a erosão da matriz óssea, aumentando a reabsorção. Por outro lado, a calcitonina, tem um efeito inibidor sobre os osteoclastos, diminuindo a reabsorção óssea e a mobilização de cálcio (Greco e Stabenfeldt, 1999; Denny e Butterworth, 2000; Junqueira e Carneiro, 2008).

1.4.1. Tipos de ossificação

O tecido ósseo pode ser formado através de dois processos de ossificação diferentes: a ossificação primária ou imatura e a ossificação secundária. Os dois tipos de tecido possuem os mesmos constituintes, mas enquanto a ossificação primária apresenta as fibras de colagénio dispostas irregularmente sem orientação definida, na ossificação secundária as fibras organizam-se segundo um padrão lamelar (Junqueira e Carneiro, 2008).

1.4.1.1.Ossificação primária

Existem dois processos na ossificação primária que possibilitam o crescimento ósseo, a ossificação membranosa e a ossificação endocondral (Ferreira et al, 2010).

1.4.1.1.1Ossificação membranosa

Inicia-se, no interior de uma membrana de natureza conjuntiva através da diferenciação das células mesenquimatosas em osteoblastos. Estes, por sua vez, sintetizam osteode (matriz óssea recém-sintetizada), dando origem aos osteócitos. À medida que o osso é formado, ocorre a deposição de cristais de hidroxapatite na superfície ou no interior das

fibras de colagénio da matriz orgânica, em torno dos osteócitos. Por último, surge a diferenciação de osteoclastos, a partir de osteoblastos, que vão dar origem á remodelação óssea de acordo com as pressões e trações a que os ossos estão sujeitos durante o seu crescimento e fase adulta (Aughey e Frye, 2001; Ferreira et al, 2010). (Figura 4)

Enquanto decorre o crescimento ósseo, as células mesenquimatosas que rodeiam o núcleo de ossificação aderem-se á periferia, produzindo um crescimento radial do tecido ósseo. O crescimento ósseo termina com a junção dos dois núcleos de ossificação vizinhos.

A parte da membrana conjuntiva que não sofre ossificação passa a constituir o endóstio e o perióstio.

Este fenómeno contribui para a formação dos ossos da face e crânio: frontal, parietal, occipital, temporal, maxilar e mandibular (Denny e Butterworth, 2000; Weisbrode, 2007; Junqueira e Carneiro, 2008; Ferreira et al, 2010).

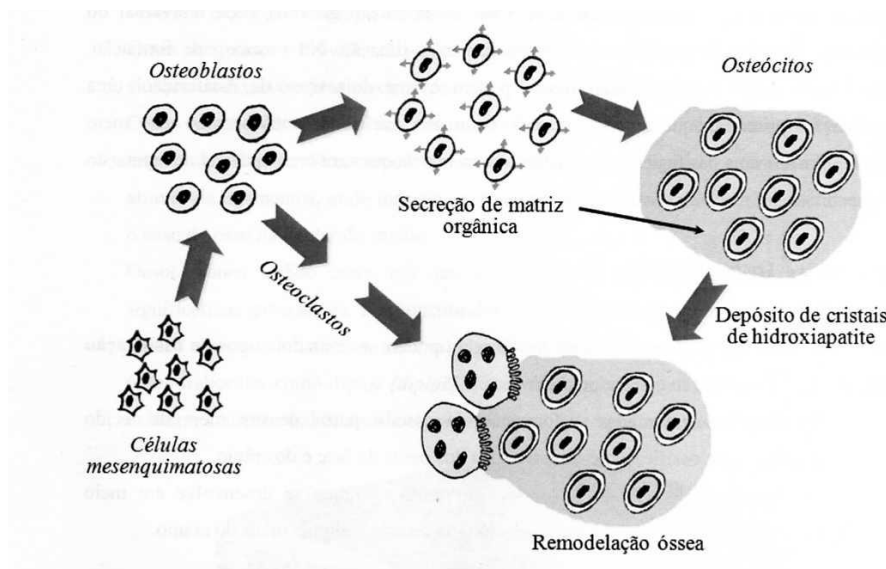


Ilustração 4 - Representação esquemática da ossificação membranosa (Adaptado de Ferreira et al, 2010).

1.4.1.1.2.Ossificação endocondral

É bastante mais complexa que a ossificação membranosa e ocorre na maioria nos ossos longos (Ferreira et al, 2010).

A ossificação endocondral tem início com a diferenciação das células mesenquimatosas em células cartilaginosas ou condroblastos. Em seguida ocorre a ossificação

da diáfise, que engloba uma ossificação membranosa, responsável pelo crescimento da espessura da diáfise, e uma ossificação endocondral, que é responsável pelo crescimento longitudinal dos ossos. Nesta última fase, verificam-se resumidamente os seguintes passos:

- Diferenciação de condroblastos em condrócitos.
- A cartilagem hialina sofre modificações, havendo hipertrofia dos condrócitos, redução da matriz cartilaginosa (permanece apenas uma matriz cartilaginosa trabecular), mineralização e morte dos condrócitos.
- As cavidades calcificadas são invadidas por capilares sanguíneos e células mesenquimatosas indiferenciadas. Essas células vão se diferenciar em osteoblastos e em tecido hematopoiético que ocupará a cavidade medular.
- Formação da cavidade medular por ação dos osteoclastos.

A ossificação da epífise só tem início quando a diáfise se encontra bastante avançada (Aughey e Frye, 2001; Junqueira e Carneiro, 2008; Ferreira et al, 2010) (Figura 5).



Ilustração 5 - Ilustração das várias etapas da ossificação endocondral (Adaptado de Marieb e Hoehn, 2006).

1.4.1.2.Ossificação secundária/Cicatrização óssea

A cicatrização óssea é um processo natural que permite a reconstituição dos tecidos orgânicos lesionados e a recuperação da função e forma do osso. Trata-se de um processo muito complexo, que envolve a diferenciação e proliferação de células inflamatórias, fibroblastos, osteoblastos e condroblastos, que sintetizam e libertam substâncias bioativas da matriz extracelular (fatores de crescimento, colagénio) (Garcia e Doblaré, 2003).

O padrão de cicatrização óssea varia de acordo com as forças mecânicas presentes na linha de fratura dependendo do tipo de redução e estabilização utilizada (Piermattei et al, 2006).

O calo ósseo em desenvolvimento é responsável pela estabilidade inicial da fratura, o que resulta numa união óssea clinicamente precoce, isto é, o momento a partir do qual o osso tem capacidade de suportar forças de carga corporal normais, sem depender de um fixador. Exceto nos animais em crescimento, o tamanho do calo ósseo é inversamente proporcional ao grau de estabilidade do foco fratura (Piermattei et al, 2006).

O osso esponjoso apresenta suprimento sanguíneo mais abundante e atividade celular intrínseca maior do que o osso cortical. Assim, fraturas que envolvem a epífise ou a metáfise óssea tendem a se consolidar mais rapidamente do que aquelas que envolvem a diáfise (Denny e Butterworth, 2000).

A formação do calo ósseo é essencial durante a reparação de fraturas altamente comunitivas ou fraturas abertas e apresenta-se com um formato irregular devido à presença de defeitos ósseos, ao traumatismo do perióstio e à presença de infeção antes de ser clinicamente controlada (Piermattei et al, 2006).

A cicatrização óssea e o tempo decorrido até à união dos fragmentos de uma fratura dependem de múltiplos fatores (são discutidos no subcapítulo seguinte). Deste modo, o tempo necessário para que ocorra a consolidação completa de uma fratura é difícil de determinar devido aos inúmeros fatores envolvidos neste processo (Cavero e Fernández, 2005).

No entanto, segundo Piermattei et al, e Flo e DeCamp (2006) foi estabelecido um tempo médio até à união óssea consoante a idade do animal e o método de fixação aplicado para estabilização da fratura. No caso da utilização de fixadores externos o tempo médio de cicatrização em animais com idade inferior a 3 meses é cerca de 2 a 3 semanas (14 a 21 dias), animais entre 3 e 6 meses é cerca de 4 a 6 semanas (28 a 42 dias), entre 6 a 12 meses pode ser

de 5 a 8 semanas (35 a 56 dias) e em animais com mais de 1 ano de idade é cerca de 7 a 12 semanas (49 a 84 dias).

Segundo o estudo retrospectivo de Palmer (1999), o tempo médio de formação de calo ósseo em canídeos foi cerca de 11.4 semanas (79.8 dias) e o tempo médio para a remoção do fixador externo foi de 14.7 semanas (102.9 dias).

No estudo de Özak et al (2009), o tempo médio de remoção total dos fixadores foi de 37 dias em cães e 29.5 dias em gatos. A tolerância do fixador e a cicatrização óssea foram melhor em gatos e cachorros, quando comparado com cães adultos.

1.4.1.2.1. Cicatrização óssea primária

A cicatrização óssea primária, ou seja, a verdadeira regeneração com *restitutio ad integrum* do tecido original, inicialmente descrita por Danis (1949), caracteriza-se pela ausência de formação do calo ósseo e pelo desaparecimento gradual da linha de fratura. Esta união ocorre apenas nas fraturas estáveis e sem deslocamento dos fragmentos ósseos ou naquelas fraturas em que é possível uma redução anatômica perfeita. (Garcia e Doblaré, 2003; Viegas et al, 2005).

Este processo ultrapassa a maioria das fases descritas na cicatrização óssea secundária e avança diretamente para o processo de remodelação óssea, através da regeneração direta de tecido ósseo formado pelos sistemas de Havers secundários, sem a formação intermédia de tecido fibroso, cartilágneo ou mesmo tecido ósseo esponjoso. Este tipo de cicatrização óssea é vantajoso em relação à secundária, uma vez que confere ao osso capacidade de suporte do peso corporal prematuramente, prevenindo a degeneração músculo-esquelética. (Remédios, 1999; Viegas et al, 2005).

1.4.1.2.2. Cicatrização óssea secundária

A cicatrização óssea secundária ocorre frequentemente em situações de reparação de fraturas (Millis, 2002; Piermattei et al, 2006; Ferreira et al, 2010).

Este tipo de cicatrização desenvolve-se devido à existência de uma separação superior a 200/300 micromovimentos entre os fragmentos ósseos no foco de fratura.

Segundo Sande (1999) a cicatrização secundária é o tipo de cicatrização mais frequentemente observada nos pacientes veterinários. A sua elevada ocorrência é devida a diversos fatores tais como o afastamento dos topos ósseos da fratura, a excessiva lesão vascular, a presença de micromovimentos por estabilização incorreta e a ausência de forças de compressão sobre a linha de fratura. O calo ósseo aumenta, consoante for a instabilidade presente (Garcia e Doblaré, 2003; Doyle, 2004; Stiffler, 2004; Viegas et al, 2005; Shales, 2008).

McKibbin (1978, 1989a, 1989b), Perren (1979), Pauwels (1980), Frost (1983, 1989a, 1989b), Mayer e Wolf (1983), Ashhurst (1986), Reddi *et al.* (1987), Owen e Friedenstien (1988), Aro *et al.* (1990) e Einhorn (1991, 1998), fizeram vários estudos acerca dos processos biológicos e das várias fases fisiológicas do processo de cicatrização óssea secundária. Estes processos foram subdivididos em seis fases: hemorragia na zona de fratura, formação do coágulo, inflamação e edema, formação do calo ósseo mole, formação do calo ósseo duro e remodelação completa (Viegas et al, 2005). Esta sequência de acontecimentos resulta numa substituição progressiva do tecido da linha de fratura, transformando o tecido de granulação em tecido fibrocartilaginoso e este em cartilagem mineralizada, acabando por sofrer processos semelhantes à ossificação endocondral. Da mesma forma, a mineralização da matriz fibrosa leva à formação de tecido ósseo por ossificação membranosa. Por fim, o tecido ósseo imaturo desorganizado é substituído por tecido ósseo lamelar e este em tecido ósseo cortical. (Remédios, 1999; Skerry, 2006).

1.4.1.2.2.1.Fase inflamatória

Esta fase inicia-se cerca de uma hora após a agressão com o afluxo de polimorfonucleares neutrófilos que infiltram o coágulo a partir das margens da ferida e persiste por, aproximadamente, duas a três semanas (14 a 20 dias) após a lesão. A fratura leva á danificação do perióstio, á dispersão dos fragmentos e ao traumatismo de tecidos moles, dando origem a hematomas (Remédios, 1999; Skerry, 2006).

Na linha de fratura ocorre a rutura dos sistemas canaliculares, que provoca a morte dos osteócitos nas extremidades dos fragmentos, e liberta enzimas lisossomais iniciando o processo de destruição da matriz óssea. Desta forma, os tecidos moles, o perióstio e o conteúdo medular danificados transformam-se em fontes de material necrótico no qual provocam uma intensa reação inflamatória de fase aguda (Remédios, 1999).

A inflamação local associada à lesão provoca alterações na concentração de proteínas de fase aguda circulantes, que ativam as cascatas de enzimas proteolíticas através

das vias de coagulação: do sistema complemento, de quininas e das vias fibrinolíticas. A formação do hematoma proporciona a chegada de células ao local de fratura, tais como granulócitos, macrófagos e linfócitos (Remédios, 1999; Skerry, 2006).

Estes têm como objetivo destruir bactérias e libertar fatores de crescimento, de forma a aumentar a capacidade de regeneração do tecido ósseo. Os osteoclastos encontram-se numa fase primordial da inflamação e iniciam neste momento o processo de reabsorção depois de se unirem à superfície óssea (Remédios, 1999; Skerry, 2006). (Figura 6).

1.4.1.2.2.2.Fase de reparação

Esta fase dura entre 6 a 10 semanas (42 a 70 dias). E, de acordo com os cirurgiões, é a fase onde ocorre a verdadeira ossificação. Inicia-se a organização do hematoma através das plaquetas e deposição de fibrina e, juntamente com os fibroblastos, macrófagos e novos capilares sanguíneos, as células mesenquimatosas iniciam a formação do calo ósseo externo a partir do perióstio (Remédios, 1999). Em animais jovens este pode ser removido da camada cortical, enquanto em animais mais velhos torna-se parte integrante da cortical óssea. Para além deste, ocorre também a formação de um calo interno a partir do endóstio, não sendo identificável à imagem radiográfica. A formação do calo tem início em 5 dias após a lesão, contudo o denominado “calo ósseo” necessita de 10 a 12 dias de modo a adquirir a mineralização adequada para que seja visível ao raio-x (Remédios, 1999; Skerry, 2006).

A formação de novos vasos sanguíneos, transitórios e distintos das normais artérias periósticas, são formados a partir dos tecidos moles circundantes e representam o aporte sanguíneo extra-ósseo que alimenta o calo cartilaginoso e qualquer outro fragmento cortical, atingindo a taxa máxima de fluxo sanguíneo dez dias após a lesão. O calo indiferenciado começa, a partir deste momento, a sofrer um rápido processo de transformação e proliferação condrogénica (Remédios, 1999; Skerry, 2006).

Inicialmente são depositados três tipos de colagénio, tipo I, II e III, no entanto à medida que o processo progride, apenas se mantém o colagénio tipo I (Remédios, 1999).

Os cristais de hidroxapatite de cálcio são depositados na matriz e o calo cartilaginoso mineraliza-se e envolve as extremidades dos topos ósseos, induzindo uma maior estabilidade do foco de fratura. Aumentando a estabilidade, o aporte sanguíneo medular é reestabelecido e assume um papel principal no suprimento sanguíneo ao calo fibrocartilaginoso. A cartilagem é, então, gradualmente substituída por tecido ósseo imaturo, através de um processo idêntico à ossificação endocondral. Nesta fase atinge-se a

consolidação óssea, no entanto no local de fratura a estrutura histológica ainda não é igual à do tecido ósseo original (Remédios, 1999; Skerry, 2006) (Figura 6).

1.4.1.2.2.3. Fase de remodelação

Esta fase ocorre quando os osteoclastos, existentes nos topos ósseos da fratura, iniciam um processo de reabsorção do tecido ósseo imaturo, que seguidamente é substituído por tecido ósseo lamelar depositado pelos osteoblastos em torno de um canal cilíndrico central, formando os sistemas de *Havers* (Remédios, 1999).

Cerca de, 90 dias depois da redução anatómica da fratura, o calo ósseo deve encontrar-se já numa fase final de remodelação, em que pode ser visível um padrão ósseo esponjoso e nas margens corticais emergem perceptíveis o perióstio e o endóstio. O tamanho e forma do calo externo são determinados pela existência de movimento no foco de fratura, sendo que quanto maior o movimento, maior será o calo formado (Sande, 1999).

Esta fase pode durar anos, até que todos os sistemas sejam completamente reestruturados. Alguns estudos de radioatividade, elaborados através da utilização de radioisótopos em humanos, sugerem que a atividade de remodelação óssea num osso fraturado pode durar entre 6 a 9 anos, após o trauma inicial (Remédios, 1999). (Figura 6)

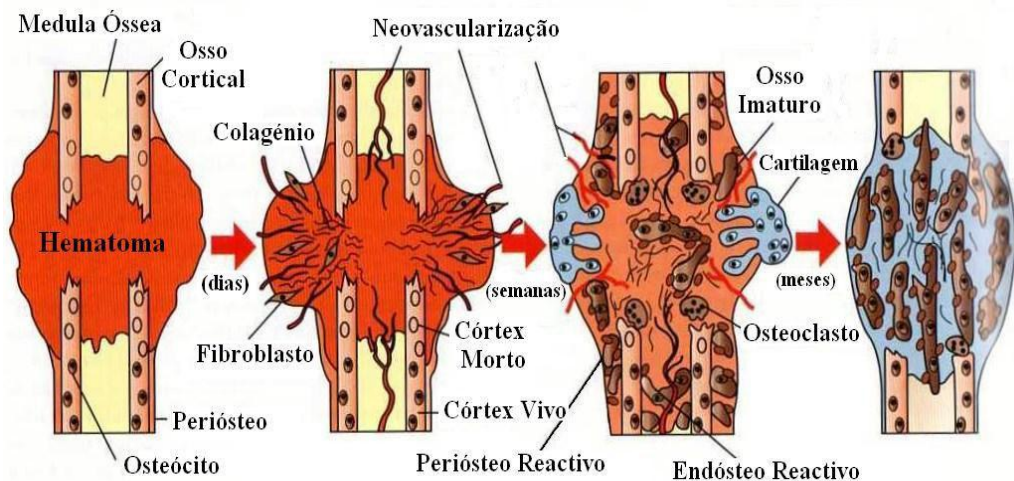


Ilustração 6 - Esquema da ossificação secundária (Adaptado de Weisbrode, 2007).

1.5. Fatores que influenciam o processo de cicatrização óssea

Existem diversos fatores que influenciam o tempo médio de cicatrização óssea, como por exemplo:

- Fatores mecânicos (número de membros lesionados, tamanho do paciente e atividade);
- Fatores biológicos (idade, estado de saúde do paciente, tipo de fratura, exposição do foco de fratura, redução aberta ou fechada). Os animais adultos têm um tempo médio de cicatrização óssea mais prolongado dos animais em crescimento. Outros fatores como o grau de lesão dos tecidos moles adjacentes e a sobreposição de tecido necrótico no espaço interfragmentário, podem também interferir no processo de cicatrização de uma fratura (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007)
- Fatores clínicos (disposição e capacidade dos proprietários em responder as necessidades pós-operatório do paciente, cooperação prevista do paciente após a cirurgia, função prevista do membro) (Hanasen, 2002; Fossum et al, 2007). (Tabela 1).

A maioria das complicações decorrentes da cicatrização óssea incompleta tem na sua origem três causas: um suprimento sanguíneo inadequado, uma instabilidade local e a presença de infecção (Weisbrode, 2007). As duas primeiras causas influenciam diretamente a diferenciação celular, desempenhando um papel importante no tipo de tecido que se irá formar no local da fratura. O excesso de movimento no foco de fratura irá comprometer a angiogénese e o desenvolvimento de novos vasos sanguíneos, diminuindo o grau de suprimento sanguíneo ao local (Denny e Butterworth, 2000).

Segundo Remédios (1999) as diferenças anatómicas do suprimento sanguíneo normal, nas diferentes raças, são um fator predominante no aumento da incidência das complicações mencionadas, nomeadamente em fraturas diafisárias distais, em canídeos de raças pequena e raças *toy* comparados com raças de porte maior.

Fatores Mecânicos	Fatores Biológicos	Fatores Clínicos
Tamanho do paciente Nível de atividade física Número de membros afetados Configuração e grau de redutibilidade da fraturas Distribuição da força entre implante e osso	Idade Saúde Grau de lesão dos tecidos moles Fratura aberta/fechada Redução aberta/fechada	Complacência do dono Cooperação do animal Remobilização precoce do Membro

Tabela 1- Fatores considerados na avaliação de uma fratura (Adaptado de Fossum et al, 2007).

1.6.Fraturas

1.6.1.Definição

O termo fratura define-se pela perda completa ou incompleta da continuidade do osso ou cartilagem, sendo geralmente acompanhada por diferentes graus de lesão dos tecidos moles adjacentes, com possíveis perturbações no suprimento sanguíneo e mesmo perda da função locomotora (Piermattei et al, 2006).

A necessidade de desenvolver métodos de classificação de fraturas ocorreu por vários motivos. Um método exato de descrição de fraturas permite aos cirurgiões discutir métodos de diagnóstico, tratamento e prognóstico, assim como acompanhar os resultados, o que proporciona uma comunicação verbal e escrita bastante mais fácil (Piermattei et al, 2006).

1.6.2. Classificação de fraturas

De modo a uniformizar a apresentação das fraturas, estas podem ser classificadas segundo: a causa de fratura, exposição do foco de fratura, localização no osso, severidade (extensão da lesão óssea), número de fragmentos, posição e direção das linhas de fratura, forças exercidas sobre a fratura, e estabilidade (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Shales, 2008).

1.6.2.1. Causa de fratura

- **Trauma direto:** Aplicado diretamente ao osso. (por exemplo, atropelamento, queda em altura (> 2 metros), projétil). As estatísticas indicam que, pelo menos, 75% a 80% de todas as fraturas são causadas por acidentes de carro ou de veículos motorizados (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

- **Trauma indireto:** A força é transmitida através de osso ou músculo a um ponto distante, onde ocorre a fratura (por exemplo, mau apoio, pequena queda) (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

- **Patologias ósseas:** Secundário a doenças ósseas de base, que causam destruição e enfraquecimento do osso (por exemplo, neoplasias, doença metabólica) (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Shales, 2008).

- **Stress repetido:** O osso é sujeito a um stress repetido de baixa intensidade que lhe provoca uma descontinuidade gradual incapaz de ser compensada pelos processos de cicatrização. Fraturas de fadiga em animais de pequeno porte são os mais frequentemente encontrados (por exemplo, em animais de desporto) (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Shales, 2008).

-

1.6.2.2.Exposição do foco de fratura

As fraturas podem ser classificadas como fraturas abertas (expostas) ou fraturas fechadas (não expostas), de acordo com a comunicação com o exterior.

- **Fratura aberta:** Existe comunicação da fratura com o exterior. Na maioria das vezes são fraturas que estão contaminadas, levando a uma difícil ou incompleta cicatrização óssea (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007). Este tipo de fratura pode ser classificado em IV graus:

Grau I – Possui uma abertura cutânea <1 cm causada pela perfuração da pele por um fragmento ósseo a partir do interior que geralmente se retrai de seguida e deixa de ser visível. A fratura é normalmente simples e existe uma lesão mínima dos tecidos.

Grau II – Existe perfuração da pele a partir de fora, provocando uma laceração geralmente > 1cm e com maior lesão de tecidos moles. Poderá existir material estranho no interior da ferida.

Grau III – O osso encontra-se visível, geralmente fragmentado devido a impacto de alta energia e com lesão grave dos tecidos moles.

Grau IIIa - Apesar da lesão extensa e da força do impacto, existem tecidos moles em quantidade suficiente para cobrir a ferida, não requerendo uma reconstrução cirúrgica significativa.

Grau IIIb – Existe uma perda extensa de tecidos moles, ausência de perióstio. Devido á pequena quantidade de tecidos moles viáveis é necessário a utilização de cirurgia plástica.

Grau IIIc – Apresentam compromisso arterial e nervoso das extremidades. Necessidade urgente de cirurgia vascular reconstrutiva.

Grau IV – Traumas que obrigam á amputação total ou parcial do membro (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

- **Fratura fechada:** Não existe comunicação da Fratura com o exterior (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Shales, 2008).

Para além deste tipo de classificação, as fraturas podem também ser classificadas quanto à localização, segundo um sistema específico desenvolvido por AO Vet, baseado num sistema utilizado por Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation (AO/ASIF) para classificação de fraturas em humanos (Piermattei et al, 2006).

A localização da fratura é caracterizada através da numeração de cada osso longo (1, úmero; 2, rádio/ulna; 3, fémur; 4, tibia/fíbula) e a sua divisão é feita por regiões em proximal (1), diafisária (2), distal (3) (Piermattei et al, 2006).

1.6.2.3.Quanto à extensão da lesão óssea ou severidade, número e posição das linhas de fratura pode ser descrito como se segue:

- **Fratura incompleta:** Possuem uma linha de fratura que abrange apenas uma das corticais ou uma pequena porção do osso, sem provocar a separação da estrutura óssea em dois ou mais segmentos. Uma fratura incompleta pode ser chamada de cana verde ou fissura (Figura 7)

Fratura de cana verde – Caracteriza-se pela fratura de um dos córtex, em que o oposto fica dobrado sobre si sem se partir. Surge apenas em animais jovens.

Fratura fissural - Este tipo de fratura apresenta fendas finas que penetram no córtex. As fissuras ósseas podem surgir a partir duma linha de fratura principal e, assim, aumentar a complexidade da osteossíntese inicial. Estão normalmente associadas a fraturas comunitivas (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Shales, 2008).

- **Fratura completa:** Consiste em fraturas que envolvem ambas as corticais. Uma fratura completa pode ser chamada de simples, segmentada ou comunitiva. (Figura 7)

Fratura simples – Consiste na presença de uma única linha de fratura que divide o osso em apenas dois fragmentos principais. (Figura 7)

Fratura segmentada – Consiste na presença de duas ou mais linhas de fratura que não comunicam entre si.

Fratura comunitiva - Também conhecidas como fraturas multifragmentadas. Consiste na presença de duas ou mais linhas de fratura que comunicam entre si e dividem o osso em três ou mais fragmentos. Este tipo de fratura está associado a traumas que libertam grandes quantidades de energia e, por consequente, conduzem também a lesões extensas dos tecidos moles. (Figura 7)

1.6.2.4.Direção da linha de fratura

As fraturas podem ser classificadas de acordo com a direção da linha de fratura em fraturas transversas, fraturas oblíquas e fraturas espirais.

- **Fratura transversa:** Refere-se a uma linha de fratura que atravessa segundo um ângulo não superior a 30 graus em relação ao eixo longitudinal do osso. (Figura 7)

- **Fratura oblíqua:** Uma fratura é considerada oblíqua quando a linha de fratura cruza o eixo maior do osso num ângulo inferior a 90°. A fratura oblíqua pode denominar-se oblíqua curta (se o ângulo se situar entre 45° e 90°) ou oblíqua longa (se a linha de fratura apresentar um comprimento 1.5 a 2 vezes maior que o diâmetro do osso, ou o ângulo criado com o eixo maior for inferior a 45°). (Figura 7)

- **Fratura espiral:** Consiste numa linha de fratura oblíqua curva que envolve o eixo maior do osso, criando uma linha de fratura tridimensional. Está normalmente associada a traumas provocados por forças de torção (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Shales, 2008).

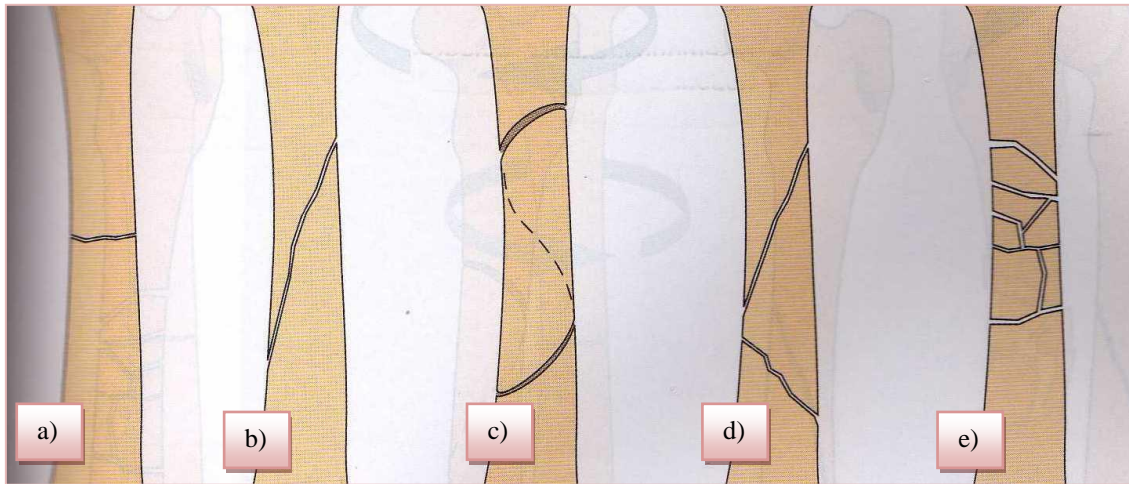


Ilustração 7-Ilustração da classificação de fraturas com base na direção e no número de linhas de fratura. a) Fratura transversa; b) Fratura oblíqua longa; c) Fratura espiral; d) Fratura cominutiva redutível e) Fratura cominutiva irredutível (Adaptado de Fossum, 2007).

1.6.2.5.Quanto à força aplicada na linha de fratura

As forças aplicadas podem ser de tensão, torção, flexão, compressão, translação. Irão ser descritas no subcapítulo seguinte, princípios biomecânicos de fraturas.

1.6.2.6.Quanto à estabilidade

As fraturas podem ser estáveis (quando os fragmentos se encontram justapostos uns nos outros, apresentando uma estabilidade intrínseca. A reparação de fratura torna-se compatível com aplicação de coaptação externa ou qualquer outra abordagem conservativa) ou instáveis (requer a interposição de sistemas de fixação que confirmam estabilidade, mantenham o comprimento e alinhamento ósseo e que previnam a rotação) (Piermattei et al, 2006)

1.7. Fraturas diafisárias da tíbia e fíbula

As fraturas de diáfise da tíbia são mais frequentes devido a trauma por atropelamento ou por queda. As fraturas diafisárias com padrão oblíquo ou espiralado são os tipos mais comuns de fraturas em todas as idades, enquanto as fraturas cominutivas e/ou abertas afetam com maior frequência os adultos (Piermattei et al, 2006; Fossum et al., 2007).

A ocorrência de fraturas expostas da tíbia é bastante elevada e normalmente são tratadas com fixação externa (Piermattei et al, 2006; Fossum et al., 2007).

Como a fíbula suporta uma pequena quantidade de cargas axiais, as suas fraturas não necessitam normalmente de correção ou podem ser apenas contidas de forma conservativa (Denny e Butterworth, 2000; Seaman e Simpson, 2004; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

Nas situações em que ambos os ossos estão fraturados, a redução e estabilização da tíbia irá contribuir para o realinhamento e proteção da fíbula durante a cicatrização. Quando a fíbula permanece ileso na presença de uma fratura tibial, o suporte conferido pela primeira irá também contribuir para o apoio da tíbia no período de reparação (Denny e Butterworth, 2000).

1.8. Princípios biomecânicos de fraturas da tíbia

O conhecimento das forças que causam as fraturas assim como o conhecimento dos princípios mecânicos usados para estabilizar uma fratura durante a cicatrização óssea permite que façamos uma escolha adequada e inteligente quando optamos por um tipo de fixação óssea para a estabilização da fratura (Radasch, 1999; Garcia e Doblaré, 2003; Stiffler, 2004).

Ao ser alvo de forças de baixa magnitude, o osso pode sofrer ligeiras alterações permanentes ou mesmo não sofrer qualquer alteração por capacidade de resistência à força, devido às suas propriedades elásticas, tendo a capacidade de retomar a sua morfologia inicial. Caso a intensidade da força aplicada supere o limite das capacidades elásticas do osso, esta irá provocar uma deformação permanente. O comportamento do osso perante a transmissão direta de uma carga energética depende de quatro fatores: da **natureza da força** (compressão, tensão, flexão, torção e cisalhamento/tangencial), da **magnitude e da velocidade de impacto**, das **propriedades estruturais** (tamanho e geometria) e dos **materiais do osso** (porosidade, composição e morfologia) (Radasch, 1999; Cavero e Fernández, 2005).

1.8.1. Tipos de força

Existem 5 tipos básicos de força: compressão, flexão, cisalhamento/tangencial, tensão axial e torção, que afetam o osso de maneira diferente, provocando um padrão de fratura característico. No entanto é de realçar que, a maioria das fraturas surge como resultado da combinação de várias forças que atuam em simultâneo. Deste modo o conhecimento de qual a força predominante que dá origem a um padrão de fratura, permite ao cirurgião decidir com maior segurança que método de osteossíntese será mais eficaz no paciente (Radasch, 1999).

As forças compressivas resultam de cargas de igual intensidade e com um sentido convergente que atuam ao longo do eixo longitudinal do osso, estando diretamente relacionadas com o esforço exercido sobre o membro afetado e com o peso corporal do paciente. O padrão tipicamente originando é o de uma fratura oblíqua curta ou por impatção (Radasch, 1999).

1.8.1.1. Forças de tensão

Este tipo de fraturas é usualmente observado em fraturas diafisárias de tibia.

A tensão interfragmentária tem uma enorme relevância na cicatrização óssea. Por exemplo, a formação de tecido de granulação pode suportar uma tensão de 100%, ou seja, o tamanho da fenda da fratura pode duplicar sem que a sobrevivência deste tecido esteja ameaçada; a formação de tecido fibroso tolera uma tensão de 20%, a de cartilagem 10% e a formação de osso apenas 2% (Onça e Pratas, 2003).

Se a tensão interfragmentária exceder os 2% não poderá haver formação de osso na fenda da fratura. Assim ao tentar reconstruir uma fratura deve-se ter em conta o espaço entre fragmentos, quanto maior for o espaço mais rígida necessitará de ser a estabilização para que a tensão interfragmentária não se torne incompatível com a formação de tecido ósseo. Caso se esteja perante uma fratura altamente instável ou se o sistema de fixação não permitir ao foco uma estabilidade elevada e duradoura, então a intenção de diminuir o espaço interfragmentário para o mínimo apenas vai servir para aumentar a tensão interfragmentária e prejudicar a cicatrização (Onça e Pratas, 2003).

1.8.1.2. Forças de tensão axial

As forças de tensão axiais consistem em forças divergentes que provocam a distração dos fragmentos ósseos como resultado da contração muscular ou das inserções ligamentosas e tendinosas, induzindo a formação de fraturas transversas (perpendiculares à direção da força aplicada) e fraturas por avulsão (típico de fraturas proximais de tibia) (Onça e Pratas, 2003; Piermattei et al, 2006). (Figura 8).

1.8.1.3. Forças tangenciais

As cargas energéticas são aplicadas paralelas ou tangencialmente às superfícies ósseas, provocando o deslizamento dos fragmentos um sobre o outro. Estas forças desenvolvem-se quase sempre em associação com as forças compressivas, originando por isso, fraturas semelhantes (Figura 8) (Piermattei et al, 2006; Fossum et al., 2007).

1.8.1.4. Forças de compressão axial

Estas forças são transmitidas ao longo do eixo do osso, resultando na diminuição de volume. O stress máximo ocorre perpendicular. A fratura propaga-se em direção oblíqua (Piermattei et al, 2006) (Figura 8).

1.8.1.5. Forças de flexão

Estas forças são causadas pela aplicação excêntrica de uma força compressiva na perpendicular á diáfise do osso, desenvolvendo uma compressão no lado côncavo do osso e uma tensão na face oposta. Dependendo da carga axial aplicada, haverá a formação de uma ou duas fissuras transversas no ponto de maior tensão do lado convexo, propagando-se posteriormente para o lado comprimido. Uma única linha de fratura terá um padrão oblíquo curto, enquanto na presença de duas linhas formar-se-á um fragmento solto (Piermattei et al, 2006; Fossum et al., 2007). (Figura 8)

1.8.1.6. Forças de torção

Este tipo de forças provoca uma rotação longitudinal, responsável pela produção de uma fratura em espiral. Na prática, as forças de torção consistem na combinação das forças tangenciais, compressão e tensão (Radasch, 1999; Roush e McLaughlin, 1999; Stiffler, 2004; Piermattei et al, 2006; Fossum et al., 2007) (Figura 8).

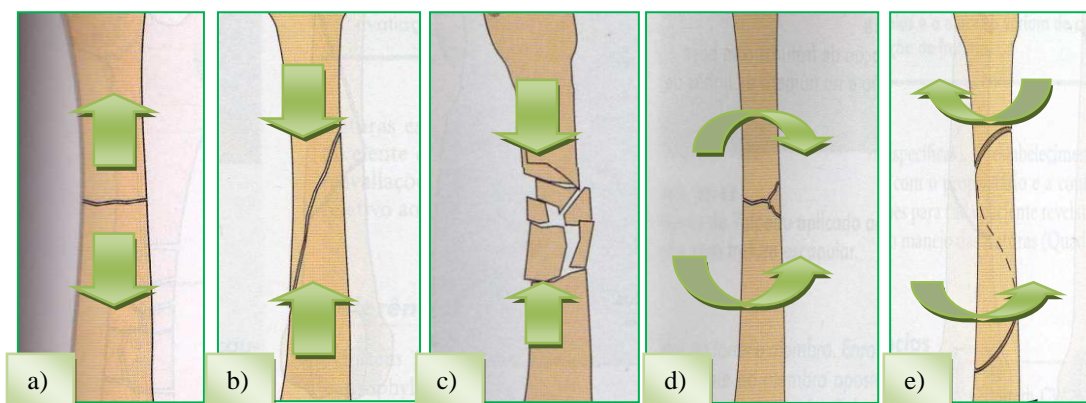


Ilustração 8-Esquema dos diferentes tipos de força que podem afetar o osso originando uma fratura característica. a)Tensão axial; b) e c)Compressão axial; d) Flexão; e) Torção (Adaptado de Fossum, 2007).

1.8.2. Velocidade do Impacto

Quando o osso é submetido a uma força de baixa velocidade, a energia sobre ele aplicada dissipa-se gradualmente sob a forma de pequenas fissuras. No momento em que ocorre a fratura, os tecidos envolventes sofrem apenas um ligeiro trauma e a estrutura óssea apresentará uma fratura simples. Por outro lado, se a força for de alta velocidade, resulta em fraturas cominutivas com propagação de alta energia dissipada levando a um elevado grau de lesão dos tecidos moles (Radasch, 1999; Fossum et al, 2007).

1.9.Tratamento das fraturas

Na maioria dos casos as fraturas não são consideradas como situações urgentes, pelo que as primeiras e mais importantes ações a implementar, consistem na avaliação clínica e radiológica cuidada das diferentes regiões e sistemas orgânicos do animal traumatizado.

É importante, que a gestão do doente deva concentrar-se primeiro na verificação de problemas colaterais que estejam a colocar em risco a sua vida, como a pesquisa de lesões torácicas e abdominais (pneumotórax, contusões pulmonares, ruptura do sistema urinário, etc.), e só depois se trabalhe na recuperação traumática das fraturas existentes (Matis, 2007; Shales,2008).

Uma vez estabilizado o paciente, a fratura será então o objeto de estudo. Em primeiro lugar, o membro afetado deve ser avaliado quanto à manutenção da perfusão sanguínea, através da medição da temperatura local e da força do pulso periférico. É igualmente relevante determinar possíveis lesões nervosas periféricas como as que resultam da compressão dos nervos (neuropráxia). A realização de radiografias, num mínimo de duas projeções, é fundamental para a confirmação do diagnóstico e para a determinação da configuração da fratura (Shales, 2008).

1.9.1.Tratamento cirúrgico de fraturas diafisárias de tibia

O tratamento de um animal de companhia com um osso fraturado requer uma série de procedimentos que envolvem a definição precisa da fratura, a seleção de um método adequado de fixação, e a correta aplicação do mesmo.

A decisão de optar ou não pela reconstrução anatómica depende das características da fratura, do ambiente que a rodeia (i.e. tecidos moles), do animal e do próprio cirurgião. O grande objetivo do tratamento de fraturas baseia-se fundamentalmente, na rapidez da cicatrização óssea, no retorno do membro fraturado à função normal, e na preservação das estruturas adjacentes ao trauma (Piermattei, 2006; Fossum et al, 2007; Altunatmaz et al, 2012).

De acordo com Gemmil (2007), existem apenas três sistemas de fixação aplicáveis para a estabilização de fracturas diafisárias – fixação externa (FE), cavilhas intramedulares e

placas de osteossíntese. Este subcapítulo recai sobre a fixação externa, visto o objetivo deste estudo ser baseado apenas numa técnica.

Apesar da estabilização interna rígida e a reconstrução anatômica continuarem a ser regra de ouro no que diz respeito a fraturas articulares e fraturas que ocorrem na vizinhança de uma articulação, o mesmo já não acontece nas fraturas diafisárias (Onça e Pratas, 2003).

Miller (2002), afirma que atualmente, numa fratura diafisária, não é grave deixar os fragmentos ósseos com uma maior distância entre si, assim como permitir uma ligeira perda de estabilidade, em favor de proporcionar ao foco de fratura uma resposta biológica ótima, pois esta assegurará com certeza bons resultados.

O calo ósseo deixa então de ser uma observação indesejável, reflexo de uma má osteossíntese, mas sim uma segurança que a cicatrização óssea está a progredir. Esta osteossíntese que favorece a preservação do potencial biológico em detrimento da reconstrução anatômica é referida como *osteossíntese biológica*. Existem diversos estudos em Medicina Humana e Veterinária sobre os resultados da osteossíntese biológica, alguns deles comparam mesmo os diferentes métodos de tratar fraturas cominutivas e abertas (Palmer, 1999; Miller, 2002).

1.9.1.1.Fixação externa

Segundo Hanasen (2002), a Fixação externa é a técnica mais utilizada em fraturas da tibia.

A escolha do material a ser utilizado é um passo muito importante para o sucesso da técnica. Fatores tais como a escolha das cavilhas (tipo, tamanho, número, localização e comprimento), o material das barras e a configuração do quadro (unilateral, bilateral e biplanar), afetam a rigidez do fixador (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

A estrutura básica da FE é constituída a partir da aplicação de cavilhas introduzidas percutaneamente atravessando as duas corticais ósseas, em posições proximais e distais ao foco de fratura. Estas encontram-se unidas, a barras conetoras externas, que as rodeiam por meio de dispositivos de conexão, formando uma estrutura única passível de produzir uma lesão mínima e controlar as forças que atuam sobre o foco de fratura (Canapp, 2004; Fossum et al, 2007). Também existem estruturas de material acrílico, o polimetilmetacrilato (PMMA), um componente valorizado pelo seu baixo custo, versatilidade, facilidade de aplicação e leveza. Para além destas vantagens, neste tipo de sistema não existe obrigatoriedade no

alinhamento das cavilhas no mesmo plano longitudinal (Canapp, 2004). As limitações da aplicação deste tipo de material relacionam-se maioritariamente com a dificuldade em manter a redução óssea antes da reação de polimerização por ausência de rigidez do sistema, com a libertação de vapores tóxicos durante a polimerização, e com a incapacidade de modificação do sistema durante a consolidação da fratura (Canapp, 2004; Cavero e Fernández, 2005; Özak et al, 2009).

Segundo o estudo de Özak et al (2009), o PMMA durante a fase de polimerização pode atingir temperaturas que variam entre 50° e 100°. Com este estudo, concluíram que temperaturas acima de 50° são suficientes para provocar necrose óssea. Assim, devido a este risco a distância PMMA-pele foi ajustada para 1 a 3 cm de acordo com a idade e peso do paciente. (Figura 10)

O diâmetro das cavilhas não deve exceder 30% do diâmetro do osso. Um diâmetro maior, irá provocar um aumento de fricção entre este e o osso, com um conseqüente aumento de temperatura e uma possível necrose do osso, (por aumento da temperatura ou por lesão da vascularização endóstica). É um fator especialmente importante no adulto. É preferível aplicar outros quadros à montagem que utilizar cavilhas muito espessas (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Meynard e Latte).

O diâmetro das cavilhas é determinado em função do peso e tamanho do animal. A rigidez do fixador e a distribuição das cargas fisiológicas entre cavilhas é diretamente influenciada pelo número de cavilhas dos fragmentos distais e proximais principais. Estas devem ser no máximo até 4 cavilhas e no mínimo 2 (de forma a evitar rotação), para além deste número não existe qualquer vantagem mecânica. Quanto maior for o número de cavilhas por fragmento, mais efetivo o fixador se torna para estabilizar a fratura e manter a integridade da interface cavilha-osso (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

Após a colocação de cavilhas, existe uma grande possibilidade de ocorrer inflamação dos tecidos moles à volta destes, e a distância entre o osso e a barra colateral deve ser cerca de 2 cm, de forma a existir uma separação da barra à pele. Esta distância facilita também na limpeza e mudança de penso. O grau de inflamação é proporcional à espessura dos tecidos moles que existe entre a pele e o osso. Se existir estabilidade suficiente não se deve utilizar montagens muito complexas, pois atrasam a cicatrização óssea. No caso de utilização, é aconselhável extrair as cavilhas por etapas para que o calo da fratura vá “absorvendo” progressivamente as cargas do suporte do peso corporal (Canapp, 2004; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007; Meynard e Latte).

1.9.1.1.1.Indicações

As indicações para o tratamento de fraturas de tíbia com fixação óssea permanecem consistentes ao longo de três décadas. A evolução e as melhorias das técnicas e equipamentos, ao longo deste tempo, levaram a uma diminuição de complicações com fixadores externos (Johnson e Schaeffer, 2008).

A fixação externa está particularmente bem adaptada às fraturas tibiais, uma vez que a tíbia é acessível de ambos os lados e a probabilidade de interferência com a musculatura adjacente é ínfima (Seaman e Simpson, 2004).

Esta técnica constitui uma boa estratégia terapêutica para fraturas expostas da diáfise, com perda óssea ou infecção, fraturas cominutivas, uniões retardadas e para não-uniões. Além do mais, a sua utilização implica um prejuízo mínimo para o foco de fratura, uma boa estabilidade, alinhamento dos membros, preservação do comprimento do osso, ou seja, permite obter uma fixação rígida sem prejudicar o suprimento sanguíneo nem invadir excessivamente os tecidos moles (Marcellin, 2002; Canapp, 2004; Garcia e Ortega, 2005).

1.9.1.1.2.Tipos de fixadores externos

As Fraturas de tíbia permitem a aplicação de todos os tipos de fixadores: lineares, circulares ou híbridos.

1.9.1.1.2.1.Fixador externo linear

Atualmente, o uso de fixação externa em traumatologia veterinária, é igual à que se utiliza em traumatologia humana.

O sistema de Kirshner-Ehmer é um dos fixadores externos mais utilizados por veterinários traumatologistas, principalmente nos Estados Unidos e no norte da Europa, seguido do fixador externo de Meynard (Serracanta, 1994; Targa e Vela, 2009).

O fixador externo de Meynard, foi desenhado por, J.A. Meynard em 1967, e apresentado nesse mesmo ano no congresso veterinário mundial de Paris, graças aos excelentes resultados clínicos, à facilidade de aplicação, às mínimas complicações e ao baixo

custo económico, tem sido um dos sistemas preferidos do sul da Europa, sobretudo em Portugal e Espanha. É constituído por rótulas simples, agulhas e barras conetoras. Todos os componentes são de aço inoxidável e estão disponíveis em várias dimensões. (Serracanta, 1994; Fossum et al, 2007; Targa e Vela, 2009).

A utilização de fixadores externos lineares unilaterais deve ser restrita a pacientes muito leves. Os biplanares unilaterais, uniplanares bilaterais e biplanares bilaterais podem ser usados em pacientes de diferentes pesos de acordo com a configuração da fratura e preferência do cirurgião (Marcellin, 1999; Slatter, 2002; Piermattei et al, 2006).

A configuração final de fixadores externos lineares, pode assumir três tipos diferentes de configurações e, conseqüentemente, três diferentes graus de rigidez:

Tipo I – Utiliza apenas a extremidade das cavilhas, a qual atravessa a pele, apenas de um lado do membro, e as duas corticais ósseas. As barras conetoras e os dispositivos de ligação são colocados apenas num dos lados do membro. Na configuração tipo Ib as cavilhas são ligadas a duas barras conetoras diferentes, separadas por um ângulo axial de 60 a 90 graus, por este motivo são denominadas de biplanares. Ao serem aplicados na superfície medial da tibia, os fixadores do tipo I ficam menos sujeitos a pressões externas, não têm a tendência a ficarem presos em objetos e não interferem com a locomoção. Contudo, estes podem ser colocados lateralmente ou cranialmente para evitar a lesão dos tecidos moles (Egger, 2006; Piermattei et al, 2006).

De um modo geral, as configurações do tipo Ia são mais fracas que as Ib, que por sua vez são menos resistentes que as configurações do tipo II. Os fixadores de tipo Ia não resistem devidamente a cargas axiais, já os do tipo Ib resistem à compressão axial, à flexão e à torção. Os fixadores do tipo Ia são apenas utilizados enquanto é possível a partilha de forças entre o fixador e a estrutura óssea, nomeadamente em fraturas simples ou segmentares de animais jovens. Os fixadores de tipo Ib e II são mais adequados quando a configuração da fratura cominutiva não permite a distribuição das forças pelo osso, ficando esta apenas assegurada pelo fixador (Canapp, 2004; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007) (Figura 9).

Tipo II – A cavilha perfura o osso de um lado ao outro ficando a parte central desta totalmente inserida no osso. As barras conetoras e os dispositivos de ligação são colocados medial e lateralmente ao membro. A estrutura deve ser constituída no mínimo, por uma cavilha em cada fragmento, proximal e distal. O número de cavilhas pode variar de modo a

criar diferentes graus de rigidez e estabilidade, sendo este o tipo de fixador mais utilizado. São muito utilizados em fraturas mais complexas da tíbia, porque promovem o dobro da rigidez e estabilidade relativamente ao tipo I, resistindo à compressão axial, flexão e rotação (Canapp, 2004; Piermattei et al, 2006 e Fossum et al, 2007) (Figura 9).

Tipo III – Este tipo de configuração utiliza uma combinação de várias cavilhas com tamanhos diferentes. É constituído por sistemas do tipo Ia e tipo II espaçados por um ângulo de 90°, cujas estruturas externas estão interligadas.

Os fixadores de tipo III são usados quando existe uma perda óssea extensa ao longo do foco de fratura por serem aqueles que promovem uma maior rigidez, sendo mais utilizados em fraturas cominutivas e/ou em cães de raça grande. Em doentes de tamanho reduzido esta configuração é excessivamente rígida e pode conduzir a não-uniões devido à sobreproteção do osso (Canapp, 2004; Scott, 2005; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007) (Figura 9).

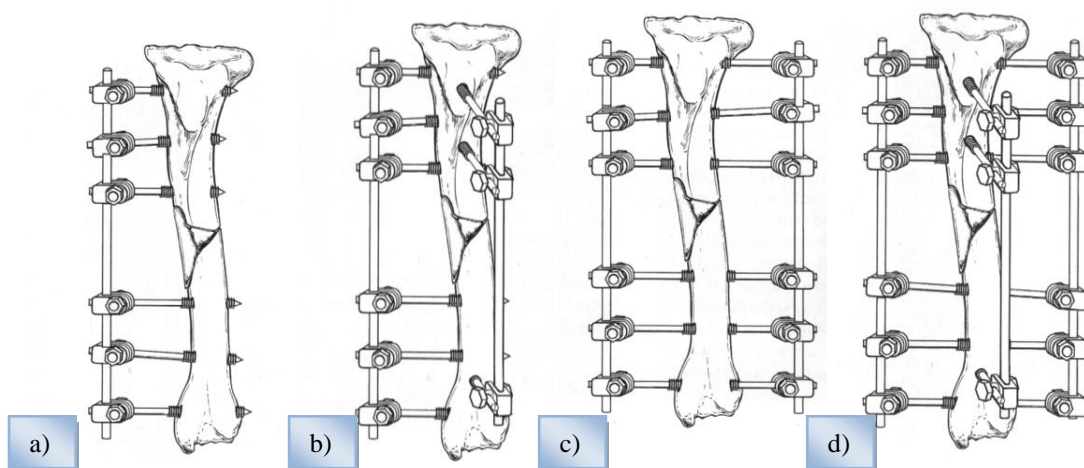


Ilustração 9 - Ilustração dos tipos de fixação externa lineares. a)Tipo Ia; b)Tipo Ib; c)Tipo II; d)Tipo III (Adaptado de Slatter, 2002).

1.9.1.1.2.2.Fixador externo circular

Ao contrário de outras estruturas que dependem da fixação rígida para promover uma estabilidade à interface osso-cavilha, o fixador externo circular, desenvolvido por Ilizarov, utiliza fios flexíveis de pequeno diâmetro, fios de Kirschner, como meio de fixação (Piermattei et al, 2006). São constituídos por fios de aço sob tensão, unidos a uma série de

anéis ou semi-anéis ligados entre si através de hastes telescópicas ou roscadas. De forma a obter uma estabilidade mecânica ideal, a estrutura deve compreender 4 anéis unidos a 4 pares de fios posicionados perpendicularmente, formando um ângulo de inserção de 90° ou ligeiramente menor, com o objetivo de evitar lesões nervosas periféricas, maximizando a estabilidade e minimizando as forças tangenciais (Clarke e Carmichael, 2006; Fossum et al, 2007).

Este tipo de fixador externo é utilizado para estabilizar fraturas, comprimir ou promover a distração de fraturas ou não-uniões, transportar fragmentos ósseos em fraturas com falhas segmentares e corrigir dinamicamente deformações angulares ou rotacionais (Seaman e Simpson, 2004; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

De acordo com Rahal et al., (2005) em cães de raça pequena a regeneração pode não ser bem-sucedida porque a sua capacidade osteogénica é menor comparativamente aos de raça grande, a necessidade de período de latência e o ritmo de transporte é mais lento. (Figura 10)

1.9.1.1.2.3. Fixador externo híbrido

É possível combinar a utilização de fixadores externos lineares com fixador externos circulares, denominando-se esta estrutura de fixador circular híbrido, que reúne as vantagens de ambos os sistemas e proporciona outra alternativa na reparação de fraturas diafisárias (Fossum et al, 2007). (Figura 10)

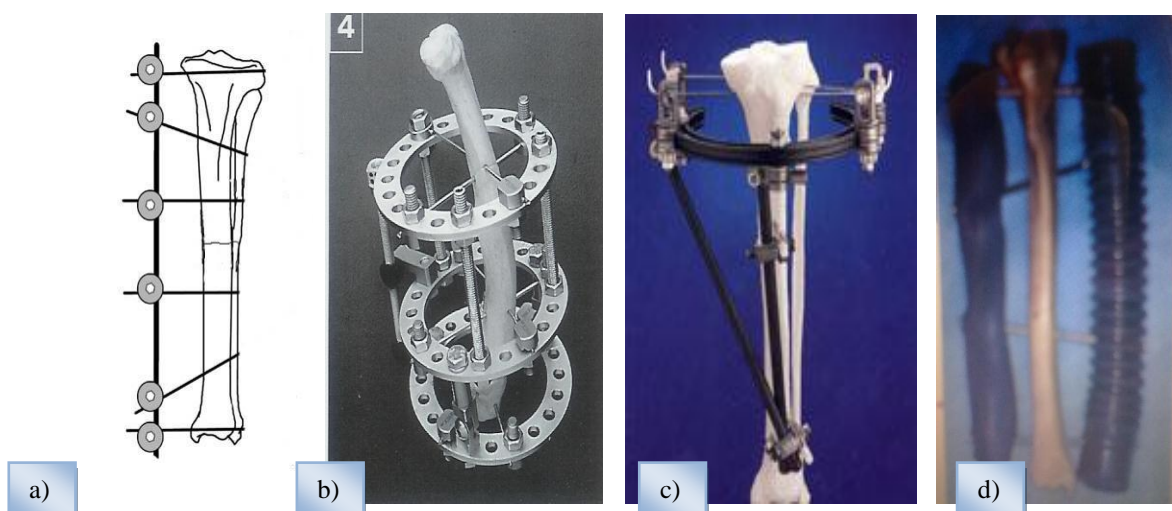


Ilustração 10- Ilustração de fixadores externos. a) Fixador externo linear; b) Fixador externo circular; c) Fixador externo híbrido; d) Fixador externo acrílico (Adaptado de Yeadon, 2012).

1.9.1.1.3.Vantagens da fixação externa em relação a outras técnicas de osteossíntese

A fixação externa destaca-se pelas suas vantagens de fácil aplicação, versatilidade, possibilidade de fixação de fraturas por redução aberta ou fechada, permite manipulação da ferida, compatibilidade com o uso de outros dispositivos de fixação interna, mantém o comprimento do membro na presença de defeitos ósseos segmentares, possibilidade de uso tanto em canídeos como felídeos, facilidade de remoção após consolidação da fratura e apresenta custos acessíveis (Rahal et al., 2005; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

Geralmente, resulta num dos métodos mais rápidos para conseguir uma redução e imobilização do osso fraturado, permitindo reduzir o tempo anestésico e o risco de contaminação por exposição prolongada do foco de fratura. Esta característica é muito importante, principalmente em animais politraumatizados. Em comparação com todos os outros métodos de estabilização de fraturas de tíbia, os aparelhos de FE podem, posteriormente ser ajustados e modificados de modo a proporcionar melhor uma estabilização durante e após a cirurgia (Rahal et al., 2005; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

1.9.1.1.3.1.Vantagens da redução fechada em fixação óssea

O princípio da reconstrução anatómica choca com o do acesso cirúrgico atraumático, ou seja, frequentemente para se efetuar a reconstrução total do osso é necessário efetuar manipulações cirúrgicas que se manifestam agressivas para o ambiente de cicatrização. A sua intensidade e duração prejudicam a vascularização do foco de fratura, sendo uma das grandes desvantagens da redução aberta (Onça e Pratas, 2003).

Numa redução aberta é necessário desnudar grande área de osso dos tecidos moles aderentes e frequentemente é um processo mais moroso, sabendo-se que a dessecação dos tecidos desvitaliza-os e favorece a infecção, tal não ocorre com a redução fechada. As manipulações cirúrgicas traumáticas podem agravar consideravelmente essa necrose. Assim, a exposição a fatores mórbidos é mais intensa e prolongada. Diminui também a preservação dos

tecidos moles, sendo um fator bastante importante para uma boa cicatrização óssea (Onça e Pratas, 2003).

Atualmente defende-se que a preservação do ambiente biológico natural do foco de fratura leva a uma redução do tempo de cicatrização óssea, e que todas as ações realizadas durante o tratamento devem ser canalizadas de modo a preservar o hematoma e as aderências dos tecidos moles e vascularização aos fragmentos ósseos (Hanasen, 2002; Gemmil, 2007).

Resumindo, a grande vantagem da redução fechada de uma fratura centraliza-se na preservação dos tecidos moles e vascularização, assim como na preservação do ambiente biológico do foco de fratura, acelerando o tempo de cicatrização, reduzindo o tempo operatório e diminuindo o risco de infecção (Palmer, 1999; Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

Foi efetuado um estudo com o objetivo de comparar os resultados do tratamento de fraturas cominutivas de tíbia em cães, usando dois métodos diferentes: o método da redução aberta e estabilização com placa e o da redução fechada e estabilização com fixação externa. O número de complicações graves foi significativamente menor nos casos tratados com redução fechada e fixação externa. As complicações que ocorreram foram principalmente de osteomielite, rotura e/ou fadiga dos implantes e não-uniões. O tempo médio da cirurgia foi também significativamente menor com os métodos biológicos: 86 minutos contra 157 minutos na resolução com placas ósseas. Este menor tempo anestésico é seguramente muito importante nos cães gravemente traumatizados (Millis, 2002)

Segundo o estudo de Dudley et al (1997), as fraturas resolvidas com fixação externa tiveram um tempo de cicatrização bastante inferior (69 dias contra 95 dias) em relação às fraturas resolvidas por redução aberta com placas de osteossíntese.

1.9.1.1.3.2.Desvantagens da redução fechada em fixação óssea

A maior desvantagem da redução fechada é a dificuldade em promover uma redução anatômica adequada dos fragmentos, em fraturas redutíveis. Na redução aberta os fragmentos são reduzidos anatomicamente sob observação direta, através de uma abordagem cirúrgica (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007, Balligand, 2011).

1.9.1.1.4.Desvantagens da fixação externa em relação a outras técnicas de osteossíntese

A cooperação do paciente é um fator clínico relevante após a cirurgia. Os pacientes hiperativos não são bons candidatos para sistemas de estabilização externos, visto que os níveis elevados de atividade aumentam a possibilidade de complicações. O ideal é tentar manter o animal em repouso e numa área vazia, evitando que o paciente principalmente nas primeiras semanas colida o fixador externo contra objetos. O que por vezes pode ser muito difícil nestes animais (Fossum et al, 2007)

Os sistemas de fixação variam em nível de conforto, dependendo da tolerância de cada paciente. Regra geral, as placas ósseas proporcionam um melhor nível de conforto pós-operatório (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

Segundo Balligand (2011), o peso e a dimensão dos fixadores, o cuidado acrescido no pós-cirúrgico são algumas das desvantagens na escolha da colocação de fixação externa.

O estudo de Özak et al, (2009) contraria Balligand (2011) em que explica que podem ser utilizados quadros de acrílico, sendo bastante mais leves, o que conduz a um retorno mais rápido da função normal do membro. Özak et al, concluiu que, a fixação externa acrílica pode manter uma estabilização eficaz em fraturas de ossos longos de cães e gatos.

1.10.Complicações de fraturas

As fraturas diafisárias da tíbia têm uniões mais demoradas em comparação com outras fraturas semelhantes no úmero ou fémur. Isto deve-se a pouca quantidade de tecidos moles que recobre o osso (Fossum et al, 2007).

A cicatrização óssea e o tempo decorrido até à união dos fragmentos de uma fratura dependem de múltiplos fatores: a idade, o estado de saúde geral do animal, a presença de doenças que influenciam a cicatrização óssea, a nutrição, a localização e configuração da fratura, o tempo entre a lesão e o tratamento inicial, sinais de infeção associados à lesão dos tecidos moles, e o tipo e grau de estabilização do método de fixação empregue (Cavero e Fernández, 2005).

O clínico deve ter conhecimento de todo o histórico do paciente, ter especial atenção a doenças que possam interferir na cicatrização óssea e que possam originar graves complicações. A osteopenia é uma das complicações mais comuns em pacientes diabéticos. Tem sido relatada em muitos estudos clínicos experimentais em animais e humanos (Moslemi, 2010)

Segundo o estudo de Moslemi (2010), a aplicação de hidroxiapatite tem efeitos positivos sobre o processo de consolidação de fraturas em animais diabéticos.

O método de reparação e a técnica cirúrgica desempenham um papel bastante importante no resultado final de uma intervenção cirúrgica, sendo vital que o clínico esteja atento às potenciais complicações consequentes da reparação de fraturas e que tome as decisões certas (Piermattei et al, 2006).

As complicações associadas á reparação de fraturas podem ser por infecção, afrouxamento e quebra de cavilhas, união retardada, não-união, e comprometimento das funções do membro. As causas destes problemas são provocadas por instabilidade, redução inadequada e contaminação da fratura. A infecção óssea geralmente está associada às fraturas abertas (Millis, 2002; Piermattei et al, 2006; Beale, 2010).

A osteomielite é definida como uma condição inflamatória, local ou generalizada, de todos os elementos do osso, canal medular, córtex e periósteo, que afeta maioritariamente os ossos longos, resultante de uma infecção (Fossum et al, 2007).

Os agentes etiológicos podem ser de origem hematogênea ou exógena. Na osteomielite hematogênea, o osso é infetado a partir de uma fonte infecciosa localizada numa parte distante do corpo sem que haja relacionamento com traumas ou fraturas. No segundo caso, a osteomielite pode ser originada pela presença de infecção dos tecidos moles adjacentes ao osso, pela inoculação direta no osso (como resultado de mordeduras, punções ou procedimentos cirúrgicos), de fraturas abertas, migração de corpos estranhos ou mesmo feridas por armas de fogo (Bubenik, 2005; Henry, 2007).

Na osteomielite pós-traumática, associada à união retardada e não-união, a causa mais comum é a infecção bacteriana promovida por instabilidade no foco de fratura e interfaces dos implantes metálicos (Fossum et al, 2007; Henry, 2007). Outros fatores como as lesões dos tecidos moles, a presença de tecido ósseo necrosado, exposição prolongada das feridas ou imunossupressão do animal também predis põem ao aparecimento de infecções ósseas (Henry, 2007).

A osteomielite pode surgir em qualquer raça e caracteriza-se por uma história prévia de trauma ou cirurgia (Henry, 2007). Epidemiologicamente sabe-se que os cães jovens, do sexo masculino e de raças médias a grandes são os mais afetados neste tipo de processos, podendo esta predisposição estar relacionada com o fato de animais com estas características estarem mais sujeitos a fraturas traumáticas (Henry, 2007). Afeta normalmente apenas um membro, mas podem estar envolvidos em mais do que um osso.

Tal como referimos anteriormente, a maioria das complicações observadas na FE são derivadas por uma má técnica cirúrgica. Apesar de tudo, são normalmente complicações pouco graves, fáceis de resolver e raramente com consequências negativas. Podem surgir outras complicações relacionadas com a instabilidade do fixador (que conduzirá à reabsorção óssea ou à infeção), formação de sequestros ósseos resultantes da necrose térmica – típica da perfuração do osso cortical denso a altas rotações ou seja, mais de 150 rpm (Canapp, 2004; Corr, 2005).

O afrouxamento prematuro das cavilhas surge devido aos excessivos micromovimentos no ponto de contato entre cavilha e osso, às lesões térmicas ou mecânicas do osso no momento da inserção da cavilha ou por fadiga do córtex perfurado. A perda de aperto entre cavilha e osso pode ser minimizada pela inserção das cavilhas a baixas rotações, com a perfuração prévia de orifícios com um diâmetro ligeiramente inferior ao da cavilha ou á utilização de cavilhas roscadas (Canapp, 2004; Fossum et al., 2007).

O contacto direto entre a pele e as cavilhas, e o subsequente movimento entre os dois, promove a secreção de líquido inflamatório dos locais afetados. O uso de gazes esterilizadas interpostas em redor das cavilhas constitui uma boa estratégia para reduzir a produção excessiva de líquido inflamatório e diminuir o atrito gerado entre o metal e os tecidos moles envolventes (Rahal et al., 2005).

1.10.1.União retardada

A união retardada é uma fratura que não consolidou no tempo esperado, em comparação com outras fraturas similares (tipo, localização) e tratadas de modo semelhante em pacientes comparáveis. Esta classificação pode ser considerada subjetiva, pois o tempo necessário para que haja uma cicatrização completa é difícil de definir devido ao grande número de fatores envolvidos na osteossíntese e que acabam por fugir ao controlo do

cirurgião (Millis, 2002; Fossum et al, 2007; Henry, 2007). Com o tempo, a fratura pode cicatrizar ou, progredir para uma não união (Fernandes, 2008).

Uma união retardada permite que o processo de consolidação da fratura tenha continuidade, mas num espaço de tempo inferior ao considerado ótimo (Millis, 2002).

Radiograficamente podem ser identificadas pela permanência da linha de fratura como um espaço radiolucido, sem esclerose dos bordos dos topos ósseos, encerramento da cavidade medular, quantidades variáveis de calo ósseo sem ligação entre si ou mesmo ausente (Piermattei et al, 2006).

As causas mais comuns deste tipo de complicação ortopédica prendem-se com fatores locais inerentes ao foco de fratura: uma inadequada imobilização, ou incapacidade de manter a estabilização por um período de tempo suficiente, redução incompleta dos fragmentos com sobreposição de tecidos moles entre estes, comprometimento do suprimento sanguíneo local resultante do trauma inicial ou do trauma cirúrgico, presença de infecção, e perda de segmentos ósseos pelo trauma original ou durante a cirurgia. Fatores gerais como a idade, a administração elevada de corticoterapia e alterações metabólicas inerentes ao animal podem influenciar a taxa de cicatrização não sendo, no entanto, fatores atribuídos como causa principal deste tipo de complicação (Piermattei et al, 2006; Fossum et al, 2007).

1.10.2. Não união

A não união, é definida como a falha na união dos fragmentos ósseos de uma fratura, em que qualquer evidência de atividade osteogénica cessa, sem que tenha ocorrido a osteossíntese da linha de fratura (Piermattei, 2006; Fossum et al, 2007).

Todas as fraturas que resultam numa não união e que, portanto, não têm reativação da cicatrização óssea após intervenção cirúrgica passam pela fase de união retardada e são geralmente causadas pelos mesmos processos que estas. A maioria das não uniões resulta de decisões sem fundamento em relação ao tipo de estabilização a aplicar ou da falha técnica por parte do cirurgião, e não por falhas biológicas intrínsecas ao animal (Fossum et al, 2007).

No estudo realizado por Nolte et al (2005) ficou comprovado uma relação estatística entre a formação de não uniões e as fraturas com maior grau de cominutividade devido à instabilidade e aos defeitos ósseos presentes.

As não uniões podem ser classificadas em dois tipos básicos, viáveis e não viáveis, segundo as características biológicas do foco de fratura. As não uniões viáveis caracterizam-se pela presença de um ambiente biologicamente ativo com um grau variável de proliferação óssea e interposição de tecido fibrocartilaginoso, radiográfica e histologicamente evidente. As não viáveis são menos comuns e surgem como seqüela de fratura caracterizadas por um foco de fratura sem atividade, não reativo e avascular (Fossum et al, 2007).

Algumas não uniões podem transformar-se em pseudo-artroses, como resultado do movimento crônico na zona da fratura, onde o espaço vazio é ocupado por fibrocartilagem, com formação de uma cápsula fibrosa cheia de líquido seroso (Henry, 2007).

O diagnóstico e os sinais clínicos apresentados pelos doentes são similares aos de uma união retardada, ou seja, a falta de apoio do membro, dor à palpação da zona fraturada, atrofia muscular e mobilidade no foco de fratura sempre que o sistema de osteossíntese o permita. Contudo, devido à natureza crônica das não uniões, a apresentação de dor e claudicação pode não estar presente (Fossum et al, 2007).

II.Objetivos

O objetivo geral deste estudo é analisar os fatores que influenciam o tempo de cicatrização óssea em fraturas diafisárias da tíbia, após osteossíntese com fixação externa em cães e em gatos. Assim, foi analisada a influência das seguintes variáveis na cicatrização óssea de fraturas diafisárias da tíbia: espécie, raça, género e idade, efeito do peso, causa de fratura, tipo de fratura, tempo decorrido entre a lesão à resolução cirúrgica.

III. Material e Métodos

3.1. Caracterização da amostra em estudo

O presente estudo consta de um estudo retrospectivo baseado numa amostra de 47 indivíduos (n=47) da espécie canina e felina, durante o período de Janeiro de 2008 a Setembro de 2012. Os dados foram recolhidos através da consulta de registos clínicos de Clínicas e Hospitais Médicos Veterinários da zona de Lisboa. A amostra é constituída por canídeos e felídeos, que se apresentaram á consulta com fraturas diafisárias de tibia, em que foi utilizado um tratamento cirúrgico com aplicação de fixadores externos.

3.2. Metodologia

Realizou-se o levantamento da casuística de fraturas diafisárias de tibia, no período entre Janeiro de 2008 até Setembro de 2012, dos arquivos do Centro Veterinário Ambulatório. Foram avaliados retrospectivamente todos os relatórios cirúrgicos com este diagnóstico. A técnica cirúrgica utilizada foi fixação externa. Construiu-se uma base de dados onde constavam todos os dados, tais como data da cirurgia, nome da clinica/hospital, nome do proprietário, nome do animal, espécie, raça, idade, género, peso, causa da fratura, exposição do foco de fratura, tipo de fratura, tempo da lesão à cirurgia, tempo médio de cicatrização óssea tendo como base a remoção dos fixadores externos e complicações.

3.3. Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo cães e gatos com diagnóstico de fratura diafisária de tibia, técnica cirúrgica fixação externa e realizada sempre pelo mesmo cirurgião, com acesso aos registos clínicos e radiografias.

3.4. Critérios de exclusão

Foram excluídos os animais que apresentavam fraturas epifisárias proximais ou distais classificadas como fraturas de Salter-Harris, que apresentem à primeira consulta uma não-união do local de fratura, cuja situação não implica tratamento eletivo cirúrgico.

Foram também excluídos todos aqueles que, no processo clínico apresentavam dados incompletos e que tenha sido utilizada outra técnica cirúrgica que não apenas a fixação externa.

3.5. Registo de variáveis

Para cada animal foram registadas as seguintes variáveis: espécie, género, raça, idade (anos), peso (Kg), causa da fratura, exposição do foco da fratura, tipo de fratura, tempo lesão á cirurgia (dias), tempo (em dias) de cicatrização óssea compreendido entre a cirurgia e o dia da remoção dos fixadores externos.

3.6. Análise e tratamento estatístico

A análise estatística foi efetuada através do programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences, Chicago, IL, USA*) versão 21.0 para Windows®, para a determinação da estatística descritiva, medidas de tendência central e avaliação das medidas de associação entre os dados clínicos apurados o nível de significância de 5% e determinação de intervalos de confiança a 95%.

Verificou-se a normalidade das variáveis contínuas utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Foram consequentemente aplicadas abordagens paramétricas para valores de p superiores a 0,05 e não paramétricas aquando da rejeição da normalidade.

Adicionalmente, pelo fato da espécie, idade, peso, tempo de lesão á cirurgia representarem fatores com influência para o tempo de cicatrização óssea, utilizou-se a análise de covariâncias. (ANCOVA)

Para além deste modelo procedeu-se à avaliação da relação das variáveis de caracterização da fratura e sua relação com o tempo de cicatrização óssea, utilizando testes estatísticos inferenciais. Para averiguação da existência de diferenças entre variáveis óssea efetuou-se o teste t para amostras independentes, ou o teste não paramétrico de Mann-Whitney caso não se verifique uma distribuição normal da amostra.

IV.Resultados

4.1.Caraterização da amostra

Inicialmente foram selecionados da base de dados, um total de 98 cães e gatos com fraturas de tibia. Foram excluídos 51 animais por não apresentarem fraturas diafisárias de tibia, por apresentarem uma fratura não consolidada (não-união) à primeira consulta, por ter sido utilizada outro método de fixação que não o de fixação externa e por falta de informação relevante no processo clínico nomeadamente idade, peso, causa de fratura, caraterização da fratura, tempo de lesão á cirurgia e tempo à cicatrização óssea.

A dimensão final da amostra foi de 47 animais, dos quais 61.7% (n=29) são canídeos e 38.3% (n=18) são felídeos.

4.1.1.Género

Na avaliação do género dos canídeos da amostra em estudo, as fêmeas constituíram o sexo mais afetado com uma representação de 65.5% e os machos com 34.5%, ao contrário dos felídeos, em que os machos foram os mais afetados com 55.6% e as fêmeas com 44.4% (tabela 2).

Género	Canídeos	Felídeos
Feminino	19	8
Masculino	10	10
Total	29	18

Tabela 2 - Frequência do género afetado por fraturas diafisárias de tibia na espécie canina e felina.

4.1.2.Raça

Dentro das raças com maior casuística, em canídeos destaca-se a raça Indeterminada, com 19 casos, seguida pelos Labrador retriever com 3, Cocker spaniels e Bull terrier com 2 e Husky siberiano, Caniche e Buldogue inglês apenas 1 caso. No gráfico pode observar-se que os animais de raça indeterminada são mais afetados por fraturas do que os animais de raça pura. Em relação aos felídeos, a raça Europeu comum predominou com 100% (n=18), sendo a única raça presente desta espécie na amostra (gráfico 1).

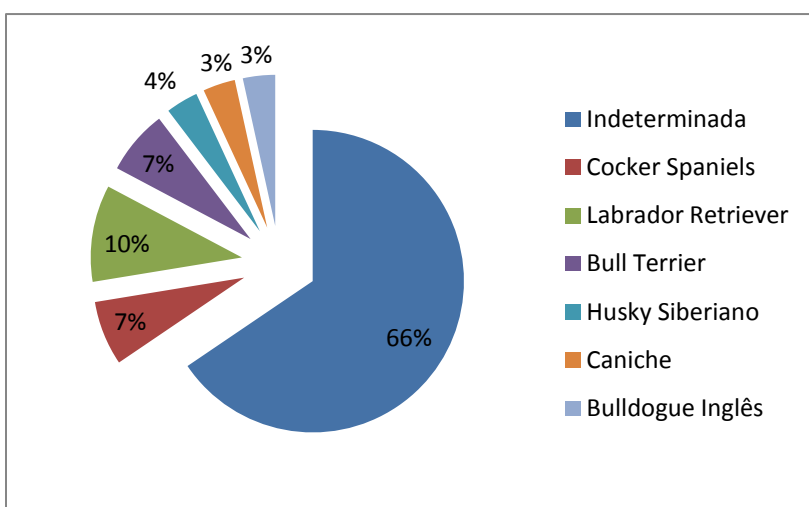


Gráfico 1- Percentagem da raça afetada por fraturas na espécie canina.

4.1.3.Idade

Na avaliação da idade dos canídeos da amostra em estudo constatou-se que a média é de 2,4 anos com um I.C 95% [1,03-3,7], com valor mínimo de 0,3 anos, máximo de 14 e desvio padrão 3,6. Em relação aos Felídeos a média de idade é de 2,1 anos com um IC 95% [1,07-3,1], com um valor mínimo de 0,5 anos, máximo de 8 e desvio padrão 2,05.

4.1.4.Peso

A média de peso em canídeos é de 13,624 Kg com um I.C 95% [11,155-16,094], com valor mínimo de 4,800 Kg, máximo de 29 Kg e desvio padrão de 6,492 Kg. Em relação aos Felídeos a média de peso é de 3,786 Kg com um IC 95 % [3,120-4,451], com um valor mínimo de 1,800 Kg, máximo de 5,750 Kg e desvio padrão de 1,338 Kg.

4.1.5.Causa da fratura

Em relação à causa da fratura, dos 29 canídeos representantes da amostra, 2 resultaram de uma queda, 21 de acidente rodoviário e 6 de agressão. Dos 18 felídeos da amostra, 10 resultaram de uma queda, 6 de acidente rodoviário e 2 de agressão. Sendo assim, podemos verificar que a causa de fratura mais frequente em canídeos é por acidente rodoviário e em felídeos por queda. Não existiram fraturas de origem patológica (gráfico 2).

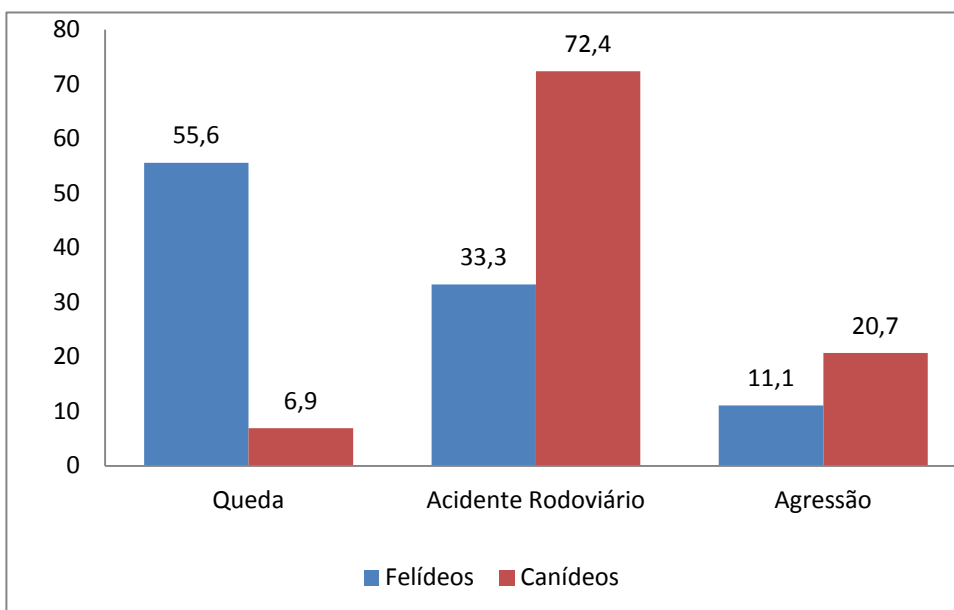


Gráfico 2- Percentagem da causa de fratura diafisárias de tíbia em cães e gatos.

4.1.6.Exposição foco de fratura

Relativamente à exposição do foco de fratura, 4 dos canídeos e felídeos da amostra em estudo apresentaram uma fratura aberta e 25 dos canídeos e 14 dos felídeos apresentaram fraturas fechadas. Sendo as fraturas fechadas mais frequentes nas duas espécies (gráfico 3).

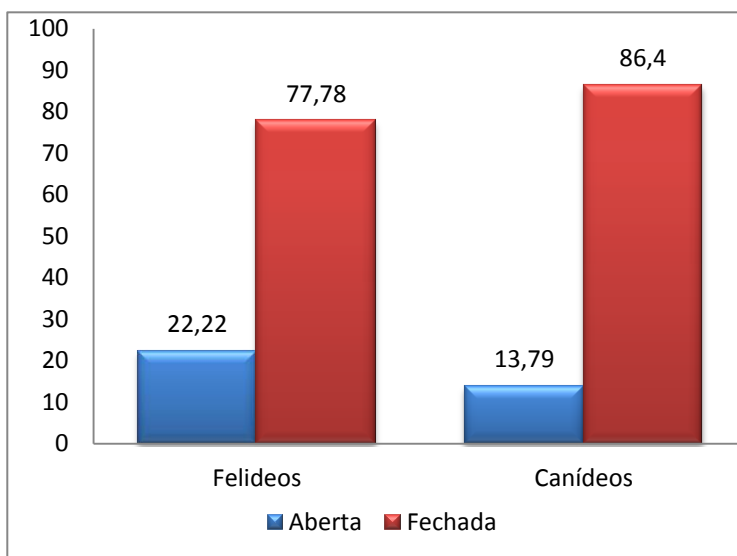


Gráfico 3- Percentagem da exposição do foco de fraturas de tíbia em canídeos e felídeos.

4.1.7.Tipo de fratura

Quanto ao tipo de fratura, 4 dos canídeos e 2 dos felídeos apresentaram fratura simples transversa, 7 dos canídeos e 5 dos felídeos apresentaram fraturas oblíquas curtas, 7 dos canídeos e 3 dos felídeos apresentaram fraturas oblíquas longas, e 11 dos canídeos e 8 dos felídeos apresentaram fraturas comunitivas (gráfico 4).

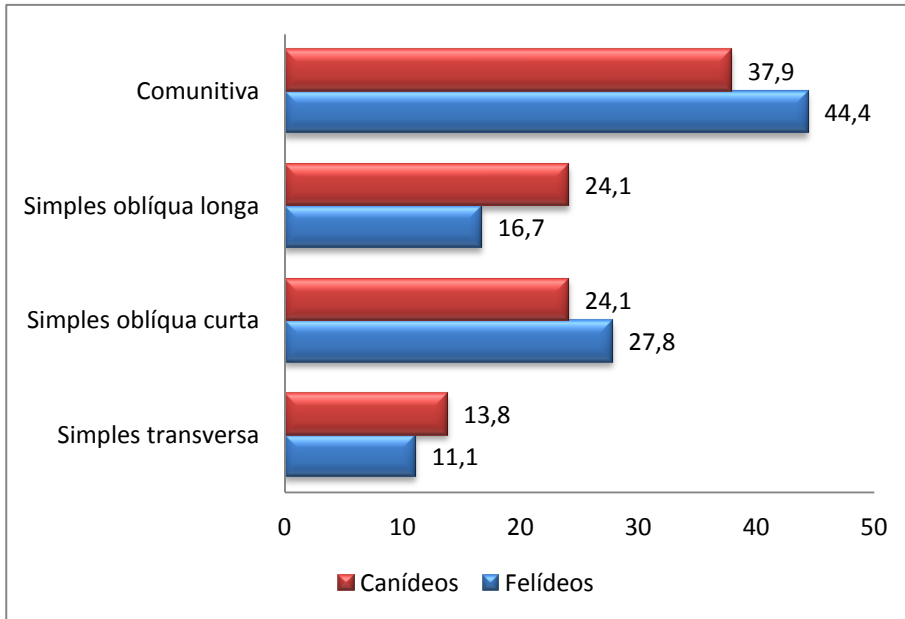


Gráfico 4- Percentagem do tipo de fratura em cães e gatos.

4.1.8. Tempo lesão-cirurgia

O tempo médio decorrido entre a lesão e a cirurgia em canídeos é de 2,66 dias com um I.C 95% [2,23-3,08], com valor mínimo de 1 dia, máximo de 5 e desvio padrão de 1,23. Em relação aos felídeos a média é de 4,67 dias com um IC 95 % [2,61-6,73], com um valor mínimo de 1 dia, máximo de 15 e desvio padrão de 4,144 dias.

4.1.9. Tempo médio de cicatrização óssea

O tempo médio de cicatrização óssea em canídeos é de 63,55 dias com um I.C 95% [56,29-70,82], com valor mínimo de 30 dias, máximo de 111 dias e desvio padrão de 19,1 dias. Em relação aos felídeos a média é de 85,11 dias com um IC 95 % [60,28-109,95], com um valor mínimo de 47 dias, máximo de 233 e desvio padrão de 49,9 dias.

4.1.10. Tempo à cicatrização óssea e a sua relação com o peso, idade e tempo lesão-cirurgia

Na avaliação do tempo de cicatrização óssea por espécie verificou-se que os canídeos possuíam um tempo médio de 63,55 dias até à cicatrização (IC95% [56,26-70,82]), enquanto os felídeos possuíam 85,11 dias (IC95% [60,28-109,95]).

O modelo ANCOVA usou como variável dependente o tempo de cicatrização óssea, o tempo de lesão até à cirurgia, peso e idade como covariáveis e como fator fixo a espécie. A estimativa das médias, controladas para o tempo entre a lesão e cirurgia é de 68,08 dias em cães e 77,80 em gatos. Este modelo contudo não apresentou a espécie como um coeficiente estatisticamente significativo ($p=0,375$), mas sugere que 21,5% do tempo de cicatrização óssea possa ser explicado pelo tempo entre a lesão e a cirurgia ($p=0,001$) e 14,6% possa ser explicado pela idade ($p=0,01$).

4.1.11. Relação entre o género e o tempo de cicatrização óssea

O tempo de cicatrização óssea no grupo dos machos em canídeos é normalmente distribuído ($p=0,466$). Adicionalmente o tempo das fêmeas também segue uma distribuição normal ($p=0,783$).

Não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois géneros no que concerne ao tempo médio de cicatrização óssea ($p=0,503$).

Nos felídeos, por não se ter verificado a normalidade do tempo de cicatrização óssea (machos: $p=0,001$ e fêmeas: $p=0,021$), procedeu-se ao teste não paramétrico de Mann-Whitney. Este teste sugere que não há diferenças ($p=0,633$).

4.1.12. Relação entre o tipo de fratura e o tempo de cicatrização óssea

Por rejeição da normalidade procedeu-se à aplicação dos testes de Kruskal Wallis em felídeos e canídeos. Estes testes sugerem que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de cicatrização e o tipo de fratura nos canídeos ($p=0,077$) e nos felídeos ($p=0,111$). Note-se que o valor de p dos canídeos está próximo do nível de

significância (0,05) o que indicia que uma maior amostra pode ajudar a esclarecer este resultado encontrado.

4.1.13. Relação entre a exposição do foco de fratura e o tempo de cicatrização óssea

Para avaliação da exposição do foco de fratura e o tempo de cicatrização óssea utilizou-se o teste t para amostras independentes para avaliar a amostra de canídeos, após se terem cumprido os pressupostos de normalidade. Este teste sugere que não existem diferenças entre a média dos dias de cicatrização óssea para fraturas abertas e fechadas ($p=0,295$). Nos felídeos por não se ter constatado a normalidade, procedeu-se com o teste de Mann-Whitney. Similar ao resultado dos canídeos, este teste sugere que não existem diferenças estatisticamente significativas ($p=0,645$).

4.1.14. Relação entre a causa de fratura e o tempo de cicatrização óssea

Para avaliação da causa de fratura e o tempo de cicatrização procedeu-se com o teste t para amostras independentes para avaliar a amostra de canídeos, após se terem cumprido os pressupostos de normalidade. Note-se que foram excluídos os 2 casos de animais com fratura por queda. O teste t para amostras independentes sugere que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as fraturas por agressão e acidentes rodoviários no que diz respeito ao tempo médio de cicatrização óssea ($p=0,965$).

Nos felídeos por se terem constatado falha nos pressupostos procedeu-se com a alternativa não paramétrica do teste t (o teste de Mann-Whitney). Note-se que à semelhança do sucedido nos cães, uma das causas (agressão) com 2 casos, foi eliminada ficando apenas duas categorias de causa. Este teste sugere que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as causas de fratura (acidentes rodoviários e queda) no que diz respeito ao tempo de cicatrização ($p=0,711$).

V. Discussão

Dos 47 indivíduos analisados, verificou-se que os canídeos foram a principal espécie afetada por fraturas diafisárias da tíbia, com uma frequência superior relativamente aos felídeos.

A idade dos animais acidentados foi baixa, sendo que a idade média em canídeos foi de 2.4 anos e em felídeos foi de 2.11 anos, pelo que é possível compreender, o porquê das fraturas serem na sua totalidade derivadas de traumas moderados a violentos, e não resultantes de patologias de base da estrutura óssea, mais comuns em animais geriátricos (Beale, 2004).

A idade dos animais que participam no estudo é semelhante à distribuição encontrada noutros estudos (Saikku-Bäckström et al, 2005; Hamilton e Hobbs, 2005; McCartney et al, 2010), em que se verifica a maior prevalência de animais jovens.

No estudo de Dirsko et al, (2009), cerca de metade (50% a 54%) dos cães com fraturas de tíbia apresentaram idades inferiores a um ano, diferindo um pouco do nosso estudo em que apesar de a maioria dos animais serem jovens, a idade média rondou os 2 anos.

Na amostra em estudo existiram diferenças significativas entre a idade e o tempo de cicatrização óssea ($p=0.01$), contradizendo o estudo de Ferrigno et al (2008) em que diz que não existe influência da idade na consolidação óssea embora refira que, devido ao tipo de metabolismo, os animais jovens apresentam uma cicatrização óssea mais rápida e sem problemas de vascularização. No estudo de Della Nina et al (2007), os animais da amostra são considerados hígidos, à exceção da presença de fratura, e estão aptos a responder de forma rápida e eficiente ao processo de consolidação do foco de fratura, principalmente por se encontrarem numa faixa etária, fora do período considerado como geriátrico. As diferenças verificadas entre este estudo e os estudos anteriores aqui referenciados podem ser devidas a diferenças individuais da amostra nomeadamente reduzido número de animais, ausência de distribuição normal dos grupos estudados.

Nos canídeos, o sexo feminino (65.5%) foi o que apresentou mais casos de fraturas, ao contrário dos felídeos em que foi o sexo masculino (55.6%).

No caso dos felídeos pode-se justificar devido aos gatos machos terem uma maior tendência a sair, correndo maiores riscos de quedas, atropelamento e brigas com outros machos que invadam o seu espaço.

Não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os géneros no que concerne ao tempo médio de cicatrização óssea, tanto em canídeos ($p=0,503$) como nos felídeos ($p=0,633$).

Relativamente aos pesos corporais, os canídeos apresentaram uma média de 13.624 kg, correspondendo a um peso de um cão de raça média e os felídeos apresentaram uma média de 3.786 kg, ou seja, um peso fisiológico normal em animais com uma média de idades baixa como os aqui apresentados (± 2 anos).

Não existiram diferenças estatisticamente significativas em relação ao peso e ao tempo de cicatrização óssea, contradizendo o estudo de O'Sullivan et al (1994), que cita que o aumento do tempo de cicatrização óssea é proporcional ao peso. Segundo o autor, se existir um aumento de carga (peso) sobre a fratura, a cicatrização óssea irá demorar mais tempo a ocorrer.

Por espécie, os acidentes rodoviários tiveram uma maior incidência em canídeos (72.4%), e o trauma por quedas em felídeos (55.6%), estando de acordo com o estudo de Montavon et al (2009), em que diz que a maioria das fraturas da tíbia em felídeos envolve a diáfise média e distal e são geralmente causadas por quedas de altura. O estudo está de acordo com vários autores Dwivedi e Kumar (2010), dizendo que a maioria de fraturas em cães foi resultantes de acidentes rodoviários.

Não existiram diferenças estatisticamente significativas entre as fraturas por agressão e acidentes rodoviários no que diz respeito ao tempo médio de cicatrização óssea ($p=0,965$) em canídeos, e em felídeos entre as causas de fratura por acidentes rodoviários e queda no que diz respeito ao tempo de cicatrização ($p=0,711$).

Em relação á exposição do foco de fratura, as fraturas fechadas foram as mais frequentes, nas duas espécies (canídeos:86.4% e felídeos:77.78%), contradizendo vários autores. Montavon et al (2009), diz que a incidência de fraturas expostas da diáfise da tíbia em felídeos é elevada, e sendo mais frequentes em gatos “paraquedistas”.

Brinker et al. (1990) cita que existe uma maior prevalência de fraturas expostas na diáfise da tíbia

Esta contradição pode ser devido ao nosso estudo apresentar uma amostra relativamente pequena.

Não existiram diferenças entre a média dos dias de cicatrização óssea para fraturas abertas e fechadas em canídeos ($p=0,295$) e em felídeos ($p=0,645$). Pode-se dever ao fato de a maior prevalência no nosso estudo ser por fraturas fechadas.

Segundo estudo de Johnson et al (1989), fraturas expostas contribuem para um maior tempo de cicatrização óssea e por vezes complicações enquanto as fraturas fechadas apresentam um menor tempo de cicatrização óssea.

Os tipos de fratura verificados na amostra estudada assemelham-se aos verificados noutros estudos (Hamilton e Hobbs, 2005; Saikku-Bäckström et al, 2005; Ferrigno et al, 2008; McCartney et al 2010).

Observaram-se fraturas simples, transversas ou oblíquas e fraturas comunitivas, apresentando as fraturas comunitivas uma maior percentagem (canídeos:37.9% e felídeos: 44.4%), ao contrário do que é demonstrado nos estudos de Hamilton e Hobbs (2005) e McCartney et al (2010), em que as fraturas oblíquas apresentam maior prevalência (11/15 e 14/17, respetivamente). Estas diferenças verificadas foram devidas ao acaso.

No nosso estudo verificou-se que tanto os canídeos como os felídeos apresentam uma maior incidência de fraturas comunitivas, contradizendo o estudo de Verdonck (2010), em que os pacientes felinos tendem a ter mais fraturas comunitivas do que os cães.

Não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de cicatrização e o tipo de fratura nos canídeos ($p=0,077$) e nos felídeos ($p=0,111$). Note-se que o valor de p dos canídeos está próximo do nível de significância (0,05) o que indicia que uma maior amostra pode ajudar a esclarecer este resultado encontrado.

Pode-se verificar que os felídeos apresentaram um tempo médio de lesão até à cirurgia (4.67 dias) superior ao dos canídeos (2.66 dias).

Nos casos analisados verificou-se que 21,5% do tempo de cicatrização óssea possa ser explicado pelo tempo entre a lesão e a cirurgia ($p=0,001$), apesar de a espécie não ser um coeficiente estatisticamente significativo ($p=0.375$). Ferrigno et al (2008), demonstrou que existe uma relação com significado estatístico entre o intervalo de tempo até à cirurgia e o

tempo de cicatrização óssea do membro operado, em fraturas submetidas a tratamento com coaptação externa, fixação externa e placas de osteossíntese. Assim, os casos de fraturas operados com menor intervalo entre a ocorrência da fratura e a cirurgia possuem menores tempos de cicatrização e por isso melhores resultados.

O tempo de cicatrização óssea no nosso estudo foi estipulado tendo em conta a remoção total dos fixadores externos e o ultimo controlo radiográfico.

Verificou-se que os felídeos apresentaram um tempo médio de cicatrização óssea (85.11 dias) superior aos canídeos (63.55 dias), tendo sido superior ao estudo de Özak et al (2009), em que o tempo médio de remoção total dos fixadores foi de 37 dias em cães e 29.5 dias em gatos. A tolerância do fixador e a cicatrização óssea foram melhor em gatos e cachorros, quando comparado com cães adultos (Özak et al, 2009), apesar de no nosso estudo o tempo de cicatrização óssea ter sido menor em cães e maior em gatos. Este resultado pode ter sido influenciado pela amostra, visto no estudo, existir 3 gatos com tempos de cicatrização óssea bastante superior aos restantes gatos da amostra.

De acordo com Scott (2005), os felídeos possuem características – morfologia esquelética compacta, tamanho e peso reduzidos, e facilidade em redistribuir o peso e proteger o membro lesionado – que influenciam positivamente a cicatrização das fraturas.

No entanto, o tempo médio de cicatrização óssea do nosso estudo está de acordo com os estudos abaixo.

Piermattei et al, e Flo e DeCamp (2006) dizem que em caso da utilização de fixadores externos o tempo médio de cicatrização em animais com idade inferior a 3 meses é cerca de 2 a 3 semanas (14 a 21 dias), animais entre 3 e 6 meses é cerca de 4 a 6 semanas (28 a 42 dias), entre 6 a 12 meses pode ser de 5 a 8 semanas (35 a 56 dias) e em animais com mais de 1 ano de idade é cerca de 7 a 12 semanas (49 a 84 dias).

Segundo o estudo retrospectivo de Palmer (1999), o tempo médio de formação de calo ósseo em canídeos foi cerca de 11.4 semanas (79.8 dias) e o tempo médio para a remoção do fixador externo foi de 14.7 semanas (102.9 dias).

McCartney et al (2010) apresenta um tempo médio de cicatrização de 11 semanas (77 dias) em cães até 3 Kg tratados com fixador externo, assim como o estudo de Johnson et al (1996) que, para fraturas comunitivas resolvidas pelo mesmo método, apresentou um tempo médio de cicatrização de 11,4 semanas (79.8 dias).

Neste estudo existiram alguns casos que tiveram um tempo de cicatrização óssea mais prolongado, porém não se poderá dizer que são uniões retardadas, pois o tempo necessário para que haja uma cicatrização completa é difícil de definir devido ao grande número de fatores envolvidos na osteossíntese e que acabam por fugir ao controle do cirurgião (Fossum et al, 2007; Henry, 2007; Slatter, 2002).

É possível equacionar que uma das razões de existirem complicações de fraturas, tais como uniões retardadas pode ser devido a uma má cooperação dos proprietários. (Hanasen, 2002).

A existência de algumas das cicatrizações mais demoradas ocorridas neste estudo, pode ter sido devido a uma má cooperação dos proprietários e à existência de um animal diabético.

As ilações retiradas deste estudo estarão, porventura, subavaliadas devido à reduzida amostra populacional.

VI. Conclusão

Neste estudo alguns dos resultados dos fatores que podem influenciar a cicatrização óssea foram sobreponíveis aos resultados referidos na literatura.

Para além dos objetivos gerais, o estudo também teve como fundamento demonstrar a importância do conceito de cicatrização biológica no tratamento de fraturas. A aplicação dos fundamentos básicos desta filosofia, mostra-nos a importância da preservação dos fatores biológicos no ambiente que rodeia a fratura, deixando muitas vezes para segundo plano a reconstrução anatômica do foco de fratura, especialmente nos casos de fraturas cominutivas, abertas e de elevada energia.

Podemos concluir que estas fraturas afetam mais canídeos do sexo feminino e felídeos do sexo masculino e em idades mais jovens.

Da amostra analisada no presente estudo, verifica-se que os acidentes rodoviários tiveram uma maior incidência em canídeos (72.4%), e o trauma por quedas em felídeos (55.6%). Conclui-se que as fraturas fechadas foram as mais frequentes nas duas espécies, contrariando, alguns estudos. De acordo com vários estudos as fraturas cominutivas foram as mais frequentes, em ambas as espécies.

Verificou-se que os felídeos apresentaram um tempo médio de cicatrização óssea (85.11 dias) superior aos canídeos (63.55 dias), contrariando o estudo de Özak et al (2009).

Na sequência da análise estatística de relação do tempo de cicatrização óssea com as variáveis utilizadas no estudo, constatou-se que em ambas as espécies, apenas a idade e o tempo lesão á cirurgia mostraram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$). Desta forma, conclui-se que consequentemente, a idade e o tempo lesão á cirurgia, podem influenciar o tempo de cicatrização óssea.

Apesar de não ter havido oportunidade em fazer lo, devido ao reduzido número de casos de fixação interna, seria bastante interessante fazer um estudo em que se iria avaliar os fatores que influenciam o tempo de cicatrização de fraturas diafisárias de tibia comparando a fixação externa com a fixação interna e respetivas complicações. Estudos semelhantes são ainda escassos na literatura veterinária (McCartney et al, 2010).

Este estudo proporcionou, nesta fase uma valiosa aprendizagem da logística e de toda a metodologia para a osteossíntese de fraturas diafisárias de tibia com fixadores externos. No entanto, devido às características do tipo de estudo não controlado e ao tamanho da amostra, a maioria dos resultados obtidos não possuem significado estatístico. Sugere-se a realização de

outros estudos semelhantes para aumentar a consistência dos dados, nomeadamente estudos controlados e randomizados e com uma amostragem bastante superior. A natureza retrospectiva do estudo, o baixo número e a diversidade entre os casos devem ser levados em conta na interpretação dos resultados.

Revisão Bibliográfica

Anderson, A. (2006). Muscles and tendon injuries. BSAVA manual of canine and feline.

Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (2006). Müller AO classification of fractures: long bones. Davos, Switzerland: AO Publishing.

Altunatmaz, K., Ozsoy, S., Mutlu, Z., Devecioglu, Y., Guzel, O. (2012). Use of intramedullary fully-threaded pins in the fixation of feline and canine humeral, femoral and tibial fractures. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 25(4) 321-325.

Aughey, E., Frye F. (2001). Comparative veterinary histology with clinical correlates. (pp. 40-42). Manson publishing.

Balligand, Marc. (2011). External Fixation, Curso de Fixação Esquelética Externa. (pp. 3-96).

Beale, B. (2010). Orthopedic infections... What is new?, DVM, Dipl. ACVS. Gulf Coast Veterinary Specialists. Houston, Texas. Congress 15th. Italy.

Boudrieau, R. J. (2010). Implant (surgeon???) failure Professor of Surgery, Cummings School of Veterinary Medicine at Tufts University, North Grafton, MA, USA Congress 15th. Italy.

Bubenik, L. (2005). Infections of the skeletal system. *Veterinary Clinics Small Animal Practice*, 35: 1093-1109.

Buliés, J.C., Cruz Sánchez, P.M., Alvarez González, J.L. (1996). Tratamiento quirúrgico de las fracturas de la tibia: análisis de los resultados. *Rev Cubana Ortop Traumatol.* 10(1).

Canapp, Jr. S. (2004). External fracture fixation. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 19: 114-119.

Cavero, F. A., Fernández V.A. (2005). Utilización del acrílico dental (metil metacrilato) como barra estabilizadora-conectora para reducciones cerradas en fracturas de tibia/peroné o radio/cúbito en caninos. *Rev investig vet Perú* 16(1).

Clarke S., Carmichael, S. (2006). Treatment of distal diaphyseal fractures using hybrid external skeletal fixation in three dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 47: 98-103.

Corr. S. (2005). Clinical Practice: Companion Animal Practice: Practical guide to linear external skeletal fixation in small animals 27(2): 76-85.

Denny H., Butterworth S. (2000). A guide to canine and feline orthopaedic surgery. (4thed.). Oxford: Blackwell Science Ltd.

Doblaré M., García J. M., (2003). On The Modelling Bone Tissue Fracture and Healing of the Bone Tissue. *Biomechanics. Acta Científica Venezolana*, 54: 58-75.

Dudley, M., Johnson, AL., Olmstead, M. et al (1997). Open reduction and bone plate stabilization, compared with closed reduction and external fixation, for treatment of comminuted tibial fractures: 47 cases (1990-1995) in dogs. *J Am Vet Med Assoc*. 211(8): 1008–1012.

Dwivedi, D.K., Kumar, M. (2010). Treatment of Compound fracture of tibia in dog using Circular external skeletal fixator (CEF). *Veterinary World* 3(8): 378-379.

Egger, E.L. (2006). Fractures of the tibia and fibula. In S. Birchard, R. Sherding, Saunders manual of small animal practice: skeletal system. (3rd ed, pp. 1144-1151). St. Louis: Saunders Elsevier.

Franch, J., Fontecha, P., Font, C., Sanna, M., DíazBertrana, M.C., Durall, I. (2007). Fijador externo acrílico con tornillos percutáneos para el tratamiento de fracturas de huesos largos en perros miniatura. Departamento de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. *Clin. Vet. Peq. Anim*, 27 (2): 127-136.

Ferreira, D., Lourenço, A. L., Venâncio, C., Lacilla, J. M. (2010). Anatomia Veterinária I: conceitos gerais em Anatomia Vila Real: UTAD (série didática. Ciências aplicadas: 408).

Fitzpatrick, N. (2010). Fracture fixation - the weird. Fitzpatrick Referrals, Surrey, UK. congress 15th. Italy.

Fossum, T.W., Hedlund, C. S., Johnson, A. L., Schulz, K. S., Seim, H. B., Willard, M. D., et al (2007). Cirurgia de Pequenos Animais. (3ªEd.) Brasil: Mosby.

García, C. M., Ortega D. T. (2005). Elementos de Osteosíntesis de uso habitual en Fracturas del Esqueleto Apendicular: Evaluación Radiológica. Revista Chilena de Radiología. 11(2): 58-70.

Gemmill, T. (2007). Advances in the management of diaphyseal fractures. In Practice, BVA. 29: 584-593.

Greco, D., Stabenfeldt, G.H. (1999). Glândulas endócrinas e suas funções. In J.G. Cunningham, Tratado de Fisiologia Veterinária: endocrinologia. (2ª ed, pp. 324-350). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Harasen, G. (2002). Biologic repair of fractures. Can Vet J. 43(4): 299–301.

Henry, G. (2007). Fracture healing and complications. In D.E.: Thrall, Textbook of veterinary diagnostic radiology: the appendicular skeleton. (5th ed, pp. 284-305.). St. Louis: Saunders Elsevier.

Johnson, A.L., DeCamp, C. E. (1999). External skeletal fixation. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 29(5): 1135–1152.

Johnson, A.L., Kneller, S.K., Weigel, R.M. (1989). Radial and tibial fracture repair with external skeletal fixation. Effects of fracture type, reduction, and complications on healing. Vet Surg. 18(5): 367-72.

Johnson, A. L., Schaeffer, D. J. (2008). Evolution of the treatment of canine radial and tibial fractures with external fixators. *VCOT*. 21(3): 256-261.

Junqueira, L. C., Carneiro, J. (2008). *Histologia Básica*. (11ªEd.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Langley-Hobbs, S. (2006). Disturbances of growth and bone development. In Houlton, J., Cook, J., Innes, J., Langley-Hobbs, S. *BSAVA manual of canine and feline musculoskeletal disorders*. (pp. 50-80). Dorset, UK: British Small Animal Veterinary Association.

König, H. E., Liebich, H.G. (2002). *Anatomia dos Animais Domésticos: texto e atlas colorido - Volume 1. Aparelho Locomotor*. São Paulo: Artmed.

Knudsen, C.S., Arthurs, G.I., Hayes, G.M., Langley-Hobbs, S.J. (2012). Long bone fracture as a complication following external skeletal fixation: 11 cases. *Journal Small Animal Practice*.

Marieb, E. e Hoehn, E. (2006). *Human Anatomy & Physiology*. (7th ed.). Pearson educations, Inc publishing by Benjamin Cummings.

Marcellin-Little, D. J. (2002). External skeletal fixation. In Slatter. *Textbook of Small Animal Surgery*. Volume 2. (3rd ed, pp. 1818–1834). United States of America. Saunders Elsevier.

McCartney, W., MacDonald, B. (2006). Incidence of non-union in long bone fractures in 233 cats. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*. 4 (3): 209-212.

Meynard, J.A., Latte, Y. *Manuel de Fixation Externe*. Editions PMCAC 40, rue de BERRI 75008 PARIS.

Miller, A. (2002). Current Concepts in the Management of Diaphyseal Fractures. In: 11º Congresso Nacional da A.P.M.V.E.A.C.

Millis, D., Jackson A. (2002). Delayed Unions, nonunions and malunions. In Slatter. Textbook of small Animal Surgery. Volume 2. (3rd ed, pp.1849-1860). United States of America. Saunders Elsevier.

Montavon, P. M., Voss, K., Langley-Hobbs, S. J. (2009). Feline Orthopedic Surgery and Musculoskeletal Disease. (pp. 491). Elsevier.

Moslemi, H.R., Tabari, B., Ahmadi, M. (2010). Study of the effects of hydroxyapatite on fracture healing of diabetic rats. congress 15th. Italy.

Nolte, D., Fusco, J., Peterson, M. (2005). Incidence of and predisposing factors for non-union of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998-2002). Journal of the American Veterinary Medical Association. 226 (1): 77-82.

Onça, R., Pratas, R. (2003). "Osteossíntese biológica - a teoria que suporta a prática", O Médico Veterinário. 77: 23-30.

O'Sullivan, M.E., Bronk, J.T., Chao, E.Y., Kelly, P.J. (1994). Experimental study of the effect of weight bearing on fracture healing in the canine tibia. Clin Orthop Relat Res. (302): 273-83.

Özak, A., Yardimci, C., Özlem, H., Şirin, Y. (2009). Treatment of Long Bone Fractures with Acrylic External Fixation in Dogs and Cats: Retrospective Study in 30 Cases (2006-2008). Kafkas Univ Vet Fak Derg. 15 (4): 615-622.

Palmer, R. H. (1999). Biological Osteosynthesis. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 29(5): 1171-1185.

Parizi A.M., Mamanpoush M. (2003). Bone staple for tibial fracture fixation in young dogs .Indian Veterinary Journal. 80(2): 144-146.

Pfeil, D. J. F., DeCamp, C. E. (2009). The Epiphyseal Plate: Physiology, Anatomy, and Trauma compendium veterinary.

Piermattei, D., Flo, G., DeCamp, C. (2006). Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair. (4thEd.). United States of America: Saunders Elsevier.

Prasad, A. A., Ayyappan, S., Das, B.C., Shafiuzama, M., Priya, S., Kumar, R., Suresh. (2010). Surgical management of long bone fractures in cats: a review of 12 cases. Indian Journal of Veterinary Surgery. 31(1): 45-46.

Radasch, R.M. (1999). Biomechanics of bone and fractures. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 29(5): 1045-1082.

Remédios, A. (1999). Bone and Bone healing. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 29(5): 1029-1044.

Sande, R. (1999). Radiography of Orthopedic Trauma and Fracture Repair. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 29(5): 1247-1260.

Saglam, M., Yesilören M. (2012). Using of Modified External Fixator in Extremities Long Bone Fractures in Cats. Animal studies & Veterinary medicine. 2(5).

Schwarz, G. (2005). AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat. AO Publishing, Switzerland, Clavadelerstrasse. pp. 318-325.

Scott, H. (2005). Repair of long bone fractures in cats. In Practice, 27: 390-397.

Seaman, J., Simpson, A. (2004). Tibial fractures. Clinical Techniques in Small Animal Practice, 19: 151-167.

Shales, C. (2008). Fracture management in small animal. Triage and stabilization. In Pract, 30: 314-320.

Skerry, T. (2006). Consolidação de fraturas. In Caughlan, A., Miller, A., BSAVA manual of small animal fracture repair and management. (pp 25-31). United Kingdom.

Weisbrode, S.E. (2007). Bone and joints. In M. McGavin & J. Zachary, Pathologic Basis of Veterinary Disease. (4th ed, pp. 1041-1105). St. Louis: Mosby Elsevier.

Viegas, C., Dias, M., Azevedo, J., Ferreira, A., Román, F. S., Cabrita, A. (2005). A utilização de Plasma Rico em Plaquetas na regeneração do tecido ósseo alveolar e cortical. Estudos experimentais num modelo de defeito ósseo periodontal em cão Beagle (*Canis familiaris*) e num modelo de defeito ósseo cortical na ovelha (*Ovis aries*). Revista Portuguesa de Ciências Veterinária, 101: 193-213.

Verdonck, B. (2010). Fracture repair in cats with implants for angular stability fixation Practice for referral surgery. congress 15th. Italy.

Yeadon, R. External Skeletal Fixation in Small Animal Fracture Repair. Vets Now Referrals, Swindon. Vets now. Acedido a 13 de Maio de 2013 em www.rcva.co.uk/esf_notes.pdf

Yurdakul M., Sağlam M. (2009). The clinical evaluation of biological osteosynthesis techniques for repair of diaphyseal fractures of extremity long bone in dogs and cats. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 56: 31-36.

Zaal, M.D., Hazewinkel, H. A. (1997). Treatment of isolated tibial fractures in cats and dogs. Vet Q. 19(4): 191-4.