

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO CLÍNICA DE HASTE**  
**INTRAMEDULAR BLOQUEADA ANGULADA NO TRATAMENTO**  
**DE FRATURAS TIBIAIS EM CÃES**

**Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias**

Médico Veterinário

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Julho de 2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO CLÍNICA DE HASTE  
INTRAMEDULAR BLOQUEADA ANGULADA NO TRATAMENTO  
DE FRATURAS TIBIAIS EM CÃES**

**Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias**  
**Orientador: Prof. Dr. João Guilherme Padilha Filho**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Cirurgia Veterinária (Área de Concentração em Cirurgia Veterinária).

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Julho de 2009

D541d      Dias, Luis Gustavo Gosuen Gonçalves  
Desenvolvimento e aplicação clínica de haste intramedular  
bloqueada angulada no tratamento de fraturas tibiais em cães / Luis  
Gustavo Gosuen Gonçalves Dias. – – Jaboticabal, 2009  
xvii, 103 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009  
Orientador: João Guilherme Padilha Filho  
Banca examinadora: Jorge Luiz Oliveira Costa, Cássio Ricardo  
Auada Ferrigno, Paola Castro Moraes, Julio Carlos Canola  
Bibliografia

1. Cães\_cirurgia. 2. Cães\_fratura. 3. Cães\_Ortopedia. I. Título. II.  
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:617.3:636.7

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**LUIS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS** – nascido em Franca, São Paulo, aos 23 de novembro de 1979, filho de Luiz Gonçalves Dias e Elizete Junqueira Gosuen Dias. Em dezembro de 2002, graduou-se em Medicina Veterinária na Universidade de Marília. Kursou o Programa de Aprimoramento (Residência) em Medicina Veterinária na área de Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais nos anos de 2003 e 2004, no Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da FCAV – UNESP – Jaboticabal – SP, sob orientação do Prof. Dr. João Guilherme Padilha Filho. Obteve o título de Mestre em Medicina Veterinária, na área de Cirurgia Veterinária em julho de 2006, pela mesma Instituição sob a mesma orientação. Desde 2008 é docente das disciplinas de Patologia e Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, Obstetrícia Veterinária, Anestesiologia, Técnica Operatória e Diagnóstico por Imagem do curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Garça – SP (FAMED).

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **DEUS**, pela gloriosa oportunidade da vida!

À minha família, principalmente minha mãe **Elizete J. Gosuen Dias**, meu pai **Luiz Gonçalves Dias**, minha avó **Maria Junqueira Gosuen** e minha irmã **Fernanda Gosuen G. Dias** pelo auxílio, paciência, amor, incentivo e por sempre acreditarem em mim. Obrigado por tudo, amo vocês!

Ao meu “Mestre”; **Prof. Dr. João Guilherme Padilha Filho** pela oportunidade, orientação durante a residência e pós-graduação, pela amizade, confiança, paciência, exemplo e por todos os conhecimentos cirúrgicos passados ao longo destes anos. Muito obrigado de coração!

Aos meus **familiares** de Franca, Cristais Paulista, Campinas, obrigado pelo carinho, incentivo e afeto.

Aos **professores** da Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais UNESP - Jaboticabal, por toda a orientação, ajuda e amizade durante a Residência e a Pós-Graduação.

Ao **Prof. Dr. Julio Carlos Canola**, pela constante orientação, paciência, confiança e amizade durante todos estes anos. Obrigado pela contribuição no acompanhamento radiográfico deste trabalho, pelas correções e sugestões no exame geral de qualificação e defesa. Sempre que olhar uma película de RX me lembrarei do senhor, e nunca esquecerei sua celebre frase “**tem nada não guri**”. Obrigado por tudo.

À **Profª. Dra. Paola Castro Moraes**, pelas correções e sugestões no exame geral de qualificação e defesa e sua amizade. Obrigado por tudo!

Ao **Prof. Dr. Delphim da Graça Macoris**, pelas correções e sugestões no exame geral de qualificação e sua amizade.

À **Prof<sup>a</sup>. Dra. Márcia Rita Fernandes Machado**, pelas correções e sugestões no exame geral de qualificação e sua amizade.

Ao **Prof. Dr. Jorge Luiz Oliveira Costa**, pelas correções e sugestões no exame geral de defesa e sua amizade.

Ao **Prof. Dr. Cássio Ricardo Auada Ferrigno**, pelas correções e sugestões no exame geral de defesa.

Ao grande e verdadeiro amigo, e companheiro **Thiago de Sá Rocha (Aladim)**, por toda a ajuda na elaboração do guia de perfuração, na fase experimental deste trabalho e principalmente por sua constante amizade e incentivo nos momentos de dificuldade... aroeira!

A **Jane Regina F. Cesar**, pelo incentivo e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus **amigos** que militam na rotina hospitalar da Clínica Cirúrgica da UNESP de Jaboticabal-SP, em especial ao **Franco**, que muito me ajudaram com o andamento deste experimento, serei eternamente grato!

A **Marcel F. Bastos Avanza**, por sua verdadeira amizade, companheirismo e ajuda na fase final deste trabalho, muito obrigado irmão!

A **Tatiana Monici Cabrini**, pela companhia, na fase de redação e correções deste trabalho, muito obrigado por tudo!

Ao amigo Juarez da empresa “Caomédica” pela ajuda durante o período inicial da elaboração do instrumental utilizado neste trabalho. Muito obrigado!

Aos amigos e irmãos da República Antro do H.V., pela grande família formada em Jaboticabal. Muito obrigado mesmo.

Aos **funcionários**: da limpeza, enfermeiros, recepção, farmácia, esterilização, laboratório e radiologia do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel”, pela ajuda, amizade e por me apoiaram e contribuírem, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Aos meus **amigos do coração** que atualmente estão espalhados por várias cidades deste país maravilhoso, obrigado pela paciência, carinho e verdadeira amizade!

Ao **Programa de Pós-graduação** em Cirurgia Veterinária da FCAV – UNESP, Câmpus de Jaboticabal-SP.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pela concessão da bolsa de estudos.

Aos **companheiros de Residência e Pós-Graduação** que muito me ensinaram e continuam ensinando, obrigado pela paciência e valorosa amizade!

À **Nicole** por sua disposição e talento, auxiliando a engrandecer este trabalho com os desenhos esquemáticos, obrigado.

Às pessoas, que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e que injustamente, esqueci de agradecer.

Finalmente aos **cães**, esses excepcionais companheiros, que nos mostram diariamente o exemplo inigualável de alegria e “vontade de viver a qualquer custo”. Muito obrigado especialmente os cães que participaram deste trabalho.

**À minha família, que me concedeu a oportunidade e beneplácito de estudar,  
protegendo e apoiando meus passos, sempre me estimulando a galgar  
patamares mais elevados, sou eternamente grato!**

**DEDICO.**



## SUMÁRIO

|                                                                                                    | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>                                                                       | iii    |
| <b>LISTA DE QUADROS.....</b>                                                                       | xiv    |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>                                                                       | xv     |
| <b>RESUMO.....</b>                                                                                 | xvi    |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                                                               | xvii   |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                           | 01     |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                                                | 04     |
| 2.1 Considerações Anatômicas .....                                                                 | 04     |
| 2.2 Fraturas e Osteossínteses dos Ossos Longos.....                                                | 04     |
| 2.2.1 Métodos de Estabilização de Fraturas.....                                                    | 09     |
| 2.2.1.1 Pino Intramedular.....                                                                     | 10     |
| 2.2.1.2 Fixador Esquelético Externo.....                                                           | 12     |
| 2.2.1.3 Placa e Parafusos.....                                                                     | 15     |
| 2.2.1.4 Haste Intramedular Bloqueada.....                                                          | 17     |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                                                   | 25     |
| 3.1 ETAPA 1: Delineamentos Experimentais e Desenvolvimento do Material.....                        | 25     |
| 3.1.1 Delineamento Experimental para Determinação da Angulação do Canal Medular Tibial do Cão..... | 25     |
| 3.1.2 Descrição do Material Desenvolvido para Realização das Osteossínteses.....                   | 25     |
| 3.1.3 Delineamento Experimental da Perfuração do Canal Medular Tibial.....                         | 32     |

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2 ETAPA 2: Aplicação da Haste Intramedular Bloqueada Angulada (HIBA) em Fraturas Tibiais de Cães..... | 34        |
| 3.2.1 Animais.....                                                                                      | 34        |
| 3.2.2 Avaliação Geral do Paciente e Observações Pré-Operatórias.....                                    | 35        |
| 3.2.3 Procedimentos Cirúrgicos.....                                                                     | 36        |
| 3.2.4 Observações Trans-Operatórias.....                                                                | 48        |
| 3.2.5 Cuidados no Pós-Operatório.....                                                                   | 53        |
| 3.2.6 Avaliação Clínica no Pós-Operatório.....                                                          | 53        |
| 3.2.7 Avaliação Radiográfica.....                                                                       | 54        |
| 3.2.8 Dinamização.....                                                                                  | 55        |
| 3.2.9 Questionário.....                                                                                 | 56        |
| <b>4 RESULTADOS.....</b>                                                                                | <b>58</b> |
| 4.1 Delineamentos Experimentais e Desenvolvimento do Material.....                                      | 58        |
| 4.2 Avaliação Clínica.....                                                                              | 60        |
| 4.3 Avaliação Radiográfica.....                                                                         | 62        |
| 4.4 Dinamização.....                                                                                    | 73        |
| <b>5 DISCUSSÃO.....</b>                                                                                 | <b>77</b> |
| <b>6 CONCLUSÕES.....</b>                                                                                | <b>87</b> |
| <b>7 REFERÊNCIAS.....</b>                                                                               | <b>88</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <p>Figura 1      Desenho esquemático ilustrando a haste intramedular bloqueada angulada, com dois orifícios proximais e dois distais à angulação, em visão frontal (A) e lateral (B). Nota-se distância de 15 mm entre o centro dos orifícios proximais e dos distais, distância de 20 mm entre a extremidade proximal e o primeiro orifício. Fenda com respectivas medidas, para conexão com o guia de perfuração (setas).....</p> | 26     |
| <p>Figura 2      Imagem fotográfica ilustrando o conjunto de hastes intramedulares anguladas com 5, 6, 7 e 8 mm de diâmetro (da esquerda para a direita), com comprimentos variados.....</p>                                                                                                                                                                                                                                        | 27     |
| <p>Figura 3      Imagem fotográfica ilustrando o guia angulado de perfuração em formato de “L” (A), as luvas (guias de brocas) (B), o parafuso para conexão das hastes no guia de perfuração (C) e o impactador (D)..</p>                                                                                                                                                                                                           | 28     |
| <p>Figura 4      Imagem fotográfica do guia de perfuração, ilustrando o eixo longo (seta amarela) desconectado do eixo curto (seta vermelha). Notam-se os locais e o parafuso de conexão dos dois eixos (longo com rosca) (setas azuis); encaixe para as hastes localizado no eixo curto (seta preta) e para o impactador (seta verde).....</p>                                                                                     | 29     |

- Figura 5      Imagens fotográficas da mudança de posicionamento do eixo curto do guia de perfuração para que a angulação do eixo longo se adequasse à angulação do canal medular tibial dependendo do lado da fratura (tíbia direita ou esquerda). A) início da remoção do parafuso que conecta os dois eixos (seta vermelha); B) desconexão dos dois eixos para permitir a mudança de posicionamento (seta vermelha); C) mudança de posição (90° em relação à posição inicial); D) mudança de posição completada (180° em relação à posição inicial); E) encaixe do eixo curto no eixo longo do guia de perfuração (seta vermelha); F) parafuso de conexão sendo apertado, fixando os dois eixos do guia, com chave apropriada (seta vermelha)..... 30

- Figura 6      Imagens fotográficas de tíbias e articulações do joelho de cães (cadáveres). A) inicialmente a tíbia era submetida à osteotomia na região de diáfise (seta); B) ato contínuo realizou-se perfuração retrógrada do canal medular com auxílio de broca e furadeira, da linha de fratura (seta vermelha) em direção à crista tibial (seta azul) (face medial); C) o trajeto criado era fresado manualmente utilizando fresas de diâmetros compatíveis ao tamanho do canal medular (setas); D) a artrotomia era realizada no intuito de verificar possíveis danos às estruturas intra-articulares. Nota-se ponta da fresa próximo à crista tibial no platô (seta vermelha) e a crista da tíbia (seta preta)..... 33

- Figura 7 Imagem fotográfica ilustrando a perfuração do fragmento ósseo proximal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a perfuração retrógrada com o joelho flexionado, e a ponta da broca de 4,5 mm saindo próximo à inserção do ligamento patelar (seta amarela). O auxiliar segura o fragmento ósseo fraturado distal (seta azul)..... 38
- Figura 8 Imagem fotográfica ilustrando a fresagem manual do fragmento ósseo proximal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a fresagem retrógrada (inicialmente), da linha de fratura em direção ao orifício, previamente feito com broca de 4,5 mm, próximo à inserção do ligamento patelar (seta azul). O joelho era sempre mantido flexionado..... 39
- Figura 9 Imagem fotográfica ilustrando a fresagem manual, do fragmento ósseo proximal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a fresagem retrógrada (inicialmente), da linha de fratura em direção ao orifício, previamente feito com broca de 4,5 mm, próximo à inserção do ligamento patelar (seta azul). O joelho sempre mantido flexionado. A fresagem se estendia até a visualização externa da fresa pelo orifício (seta amarela)..... 39
- Figura 10 Imagem fotográfica ilustrando a fresagem manual, do fragmento ósseo distal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a fresagem normógrada, da linha de fratura (seta amarela) em direção ao maléolo (seta azul)..... 40

- Figura 11    Imagens fotográficas ilustrando a fresagem manual, dos fragmentos ósseos fraturados de tíbia esquerda de cão. A) nota-se a fresagem normógrada do orifício previamente feito com broca de 4,5 mm próximo à inserção do ligamento patelar (seta azul), em direção à linha de fratura (seta amarela); B) redução da fratura (seta azul) com auxílio de pinça de redução (seta amarela), e continuação da fresagem em direção ao fragmento distal até próximo ao maléolo..... 41
- Figura 12    Imagens fotográficas ilustrando a conexão da haste angulada no guia de perfuração. A) local no eixo curto onde o parafuso conector é introduzido (seta) para ser rosqueado à haste angulada; B) nota-se a colocação do parafuso conector (setas); C) aspecto final da haste angulada conectada ao guia de perfuração (seta vermelha), com auxílio de chave apropriada (seta amarela). No detalhe (D) nota-se a rosca interna na haste e no parafuso conector (setas pretas), além do entalhe (seta vermelha) na haste que encaixa precisamente no guia, reforçando a conexão..... 42
- Figura 13    Imagens fotográficas ilustrando a colocação do impactador no guia de perfuração. A) Aspecto final da conexão da haste angulada ao guia de perfuração; B) nota-se a rosca em uma das extremidades do impactador (seta azul) e no eixo curto do guia de perfuração (seta vermelha); C) impactador já rosqueado no guia de perfuração (seta vermelha), protegendo o parafuso conector da haste; D) aspecto final da colocação do impactador no guia de perfuração..... 43

- Figura 14    Imagens fotográficas ilustrando o momento de introdução da haste angulada de forma normógrada, através do trajeto fresado, nos fragmentos ósseos fraturados de tíbia esquerda de cão. A) nota-se a haste angulada já conectada ao guia de perfuração (seta amarela), e o impactador já rosqueado no guia de perfuração (seta preta); B) redução da fratura com auxílio de pinça de redução (seta preta), e inserção (normógrada) da haste angulada através do trajeto fresado. Nota-se que a haste é totalmente sepultada no canal medular da tíbia (seta amarela)..... 44
- Figura 15    Imagens fotográficas trans-operatórias de osteossíntese de tíbia de cão com haste intramedular bloqueada angulada, durante a perfuração das corticais ósseas pela face medial. A) nota-se a colocação da luva no guia de perfuração para guiar a perfuração das corticais ósseas (seta); B) perfuração das corticais (orifício distal) utilizando broca guiada pela luva (seta)..... 46
- Figura 16    Imagens fotográficas no trans-operatório de osteossíntese de tíbia de cão com HIBA ilustrando. A) após o bloqueio dos quatro parafusos, o impactador era removido e o parafuso conector era desrosqueado da haste (seta); B) aspecto após a remoção do parafuso conector e do guia de perfuração. Nota-se nesta imagem o início da síntese tecidual e a presença das cabeças dos parafusos distais de bloqueio (setas)..... 47

- Figura 17 Imagem fotográfica do guia de perfuração e da haste angulada conectados (seta) ilustrando o mesmo local e medida de angulação (170°)..... 58
- Figura 18 Imagens fotográficas de tíbias e articulações do joelho de cães (cadáveres). A) aspecto da artrotomia com o joelho flexionado. Nota-se a ponta da fresa próximo a crista tibial (seta vermelha), tróclea sem nenhuma injúria causada pela broca e fresa (seta verde), assim como a patela (seta azul) e o ligamento cruzado cranial (seta amarela); B) nesta imagem foram removidos os ligamentos da articulação do joelho e também a fresa, para que pudessem ser evidenciados possíveis danos aos meniscos (setas azuis), porém a perfuração e fresagem não causaram nenhum dano a eles, nota-se a distância segura entre o orifício (seta preta) e os meniscos (seta vermelha); C e D) imagens do platô tibial onde se verifica o local do orifício (setas pretas) que posteriormente seria utilizado para introduzir a haste angulada, notar a distância segura (setas vermelhas) deste para com as demais estruturas articulares: meniscos (setas azuis) e inserções do ligamento cruzado cranial (setas amarelas)..... 59



- Figura 19    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 11), ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da haste bloqueada angulada e cerclagens; C) reação periosteal com formação de calo ósseo aos 30 dias de pós-operatório (setas); D e E) progressão da formação do calo ósseo aos 60 e 90 dias de pós-operatório respectivamente (setas brancas) e vestígios radiográficos das cerclagens de catagute usados para auxiliar a estabilização (setas amarelas); F) aos 120 dias de pós-operatório, em processo de remodelamento ósseo..... 63
- Figura 20    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 13), ilustrando: A e B) imagem pré-operatória da fratura; C) pós-operatório imediato com o uso da haste bloqueada angulada e fixador esquelético externo; D) reação periosteal aos 30 dias de pós-operatório (setas); E e F) formação de calo ósseo aos 45 dias de pós-operatório (setas)..... 64
- Figura 21    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 1), ilustrando: A e B) imagens pré-operatórias da fratura; C) pós-operatório imediato com o uso da HIBA; D) reação periosteal aos 30 dias de pós-operatório (setas); E e F) reação periosteal mais evidente aos 60 dias de pós-operatório, com início de consolidação óssea (setas)..... 65

- Figura 22    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 10), ilustrando: A e B) imagens pré-operatórias da fratura; C) pós-operatório imediato com o uso da HIBA e cerclagens; D) pouca reação periosteal aos 30 dias de pós-operatório (setas); E) reação periosteal mais evidente aos 60 dias de pós-operatório (setas); F) reação periosteal com início de consolidação óssea aos 90 dias de pós-operatório (setas)..... 66
- Figura 23    Imagens radiográficas em projeções mediolaterais de tíbia de cão (animal nº. 4), ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da HIBA, cabe ressaltar que a fratura estava exposta à 20 dias neste momento radiográfico; C) consolidação óssea aos 60 dias de pós-operatório (setas)..... 67
- Figura 24    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 9), ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) osteossíntese de tíbia com 30 dias de pós-operatório com o uso da HIBA e cerclagem, notar início de formação de calo ósseo (setas); C e D) reação periosteal e formação de calo ósseo aos 60 dias de pós-operatório (setas)..... 68

- Figura 25    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal número 8) tratada com haste intramedular bloqueada angulada e cerclagens (fio de aço e fio de categute), ilustrando: A) Imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da HIBA e cerclagem de aço (seta); C) consolidação óssea em fase de remodelação aos 120 dias de pós-operatório (setas)..... 69
- Figura 26    Imagens radiográficas em projeções mediolaterais e craniocaudal de tíbia de cão (animal número 2) tratado com haste intramedular bloqueada angulada ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) imagem pós-operatória imediata (animal nº. 2), nota-se que radiograficamente fio de cerclagem com categute não pode ser visibilizado (setas); C) nota-se formação de calo ósseo e a presença do trajeto radioluscente onde está o fio de sutura absorvível (categute cromado) utilizado como cerclagem (setas), sendo englobado pelo calo ósseo aos 60 dias de pós-operatório..... 70
- Figura 27    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal de tíbia de cão (animal nº. 12), tratada com haste intramedular bloqueada angulada e cerclagens de aço ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da HIBA e cerclagens; C) consolidação da fratura aos 120 dias de pós-operatório (setas verdes); nota-se deformidade angular em dois parafusos de bloqueio (setas amarelas), e migração de um parafuso de bloqueio (seta vermelha)..... 71

Figura 28    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 13), tratada com haste intramedular bloqueada angulada, bloqueada com parafusos corticais e pinos de Schanz (fixador externo) ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato, notar os parafusos de bloqueio cortical (setas amarelas) e os pinos de Schanz (setas vermelhas); C e D) nota-se reação periosteal no foco de fratura aos 30 dias de pós-operatório (setas); E) grande proliferação óssea no foco de fratura (setas) aos 45 dias de pós-operatório. Momento em que ocorreu a dinamização (remoção dos pinos de Schanz); F) remodelação do calo ósseo aos 90 dias de pós-operatório. Notam-se dois orifícios da haste angulada sem os bloqueios (pinos removidos) (setas)..... 74

Figura 29    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 14), tratada com HIBA, bloqueada com parafusos corticais e pinos de Schanz (fixador externo) ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato, notar os parafusos de bloqueio (setas amarelas) e os pinos de Schanz (setas vermelhas); C) nota-se intensa reação periosteal no foco de fratura aos 30 dias de pós-operatório (setas), neste dia os pinos de Schanz foram removidos (dinamização); D) calo ósseo exuberante (setas amarelas). Nota-se a remoção dos pinos de Schanz e os dois orifícios sem bloqueio (setas vermelhas); E e F) imagens radiográficas dos 90 e 120 dias de pós-operatório respectivamente. Nota-se remodelamento do calo ósseo e a haste angulada sendo bloqueada pelos dois parafusos corticais (setas)... 75

Figura 30    Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 15), tratada com HIBA, bloqueada com parafusos corticais e pinos de Schanz (fixador externo) ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato, notar os parafusos de bloqueio cortical (setas amarelas) e os pinos de Schanz (setas vermelhas); C) reação periosteal no foco de fratura aos 30 dias de pós-operatório (setas); D) calo ósseo (60 dias de pós-operatório) no foco de fratura (setas amarelas). A dinamização fora realizada neste dia após este exame radiográfico; E e F) imagens radiográficas dos 90 e 120 dias de pós-operatório respectivamente. Nota-se a ausência dos pinos de Schanz e os dois orifícios sem bloqueio (setas vermelhas); remodelamento do calo ósseo (setas brancas) e a haste angulada sendo bloqueada pelos dois parafusos corticais (setas verdes)..... 76

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                                                                                                                                                 | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Quadro 1 Questionário elaborado para os proprietários dos cães com fraturas de tíbia, tratados com Haste Intramedular Bloqueada Angulada (HIBA) no Hospital Veterinário da FCAV / UNESP – Jaboticabal - SP, no período de julho de 2007 a dezembro de 2008..... | 57     |

## LISTA DE TABELAS

|          | Página                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabela 1 | Número de casos, raça, idade, peso corpóreo e tipo de fratura de tibia em 15 cães atendidos no Hospital Veterinário da FCAV / UNESP Jaboticabal - SP, no período de julho de 2007 a dezembro de 2008.....                                                                                        |
|          | 34                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Tabela 2 | Observações realizadas durante as avaliações radiográficas e transoperatórias de cães com fratura de tibia, tratados com Haste Intramedular Bloqueada Angulada (HIBA), no período de julho de 2007 a dezembro de 2008, no Hospital Veterinário da FCAV / UNESP – Câmpus de Jaboticabal - SP..... |
|          | 51                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Tabela 3 | Aspectos radiográficos de acordo com os períodos avaliados. Os números em negrito correspondem aos cães tratados com haste bloqueada angulada (HIBA). Os números na tabela referem-se aos dias dos achados radiográficos.....                                                                    |
|          | 72                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO CLÍNICA DE HASTE INTRAMEDULAR BLOQUEADA ANGULADA NO TRATAMENTO DE FRATURAS TIBIAIS EM CÃES**

**RESUMO** – As fraturas de tíbia em cães representam 20% das que ocorrem em ossos longos. Vários métodos são utilizados nas osteossínteses desse osso, contudo, atualmente as hastes bloqueadas vêm ganhando espaço, especialmente por suas vantagens biomecânicas quando comparadas às demais técnicas. O presente trabalho teve por objetivo desenvolver e avaliar o uso de haste intramedular bloqueada angulada para fraturas tibiais em cães, visando minimizar erros de bloqueio de parafusos e consequentemente problemas na consolidação óssea. Hastes anguladas, de aço inoxidável da série 316L, foram confeccionadas nos diâmetros de 5, 6, 7 e 8 mm, com comprimentos variados. Num período de 17 meses, ocorreu a implantação destas em 15 cães com fratura de tíbia. As avaliações clínica e radiográfica ocorreram no pré e pós-operatório imediato e a cada 30 dias até completar quatro meses. Clinicamente, a recuperação da função do membro se deu no período médio de 10 dias após a cirurgia. Em três animais, utilizou-se além da haste angulada e parafusos, pinos de Schanz como bloqueio (fixador externo), que posteriormente foram retirados. Radiograficamente verificou-se consolidação óssea em média de 70 dias de pós-operatório. A haste intramedular bloqueada angulada mostrou-se eficaz como método de osteossíntese em fraturas tibiais de cães.

**Palavras-chave:** cirurgia, fratura, ortopedia.



## **DEVELOPMENT AND APPLICATION OF AN ANGULATED INTERLOCKING NAIL STEM TO TREAT TIBIAL FRACTURES OF DOGS**

**ABSTRACT** - In dogs, tibial fractures account for approximately 20% of all long bone fractures. Different methods of fracture repair are used in this bone; however, interlocking nails have gained popularity in recent years owing to its biomechanical advantages when compared to other techniques. The present study aimed to develop and to evaluate the usefulness of an angulated interlocking nail model in tibial fractures of dogs to minimize blocking errors arising from inaccurate bolt stabilization, responsible for generation osseous consolidation. Angulated stainless steel pins from series 316L were manufactured with 5, 6, 7 and 8 mm of diameter, and variable length. During 17 months, pins were implanted in 15 dogs with tibial fracture. Clinical and radiographic findings were recorded on preoperative and on the immediate postoperative period, and every 30 days, until the last recheck, 4 months latter. Clinically, animals recovered the hind function on an average of 10 days after surgery. In three dogs, in addition to the angulated interlocking nail and bolts, scat pins (external fixator) were used. Radiographically, bone consolidation was evident on an average of 70 days of postoperative period. The angulated interlocking nail is a feasible method to repair tibial fractures of dogs.

Key words: surgery, fracture, orthopedics.

## 1. INTRODUÇÃO

A fratura de tíbia é relativamente comum na clínica cirúrgica de pequenos animais, representando cerca de 20% das fraturas de ossos longos e 12% das fraturas apendiculares (PIERMATTEI & FLO, 1999; BASINGER & SUBER, 2004).

A osteossíntese de tíbia pode ser realizada por diversas técnicas de estabilização, porém essas técnicas estão sujeitas a complicações, geralmente devido às lesões nos tecidos moles, resultando posteriormente em deiscência da sutura, infecções e problemas na consolidação óssea (JOHNSON & HULSE, 2002; BASINGER & SUBER, 2004).

A grande evolução na ortopedia veterinária data dos anos 50, com início do processo de especialização, norteado pelos padrões da medicina, solidificada e incentivada após criação do grupo internacional AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation), que orienta as atividades dos especialistas dessa área. Seguiu-se a difusão mundial de novos conceitos de tratamento e desenvolvimento de implantes e técnicas que permitam ao paciente o retorno de suas atividades normais mediante deambulação precoce, ativa e indolor (DURALL et al., 1993; TILLSON, 1995; SHIMABUKURO et al., 1997; COURT-BROWN, 1998; JOHNSON e HULSE, 2002; SCHMAEDECKE, 2007).

Desta forma novas metodologias surgem, dentre as quais, a técnica de haste intramedular bloqueada (HIB) como novo conceito de tratamento de fraturas, inclusive cominutivas, de úmero, fêmur e tíbia. Mundialmente, o termo haste bloqueada é

conhecido como “interlocking nail” (JOHNSON & HULSE, 2002; SCHMAEDECKE, 2007).

A técnica baseia-se na derivação das hastes de Küntscher, a qual objetiva bloquear as forças de flexão (encurvamento), rotação e de compressão axial, existentes no foco de fratura, possibilitando o adequado processo de reparação óssea (DUELAND et al., 1996; DURALL & DIAZ, 1996; SCHMAEDECKE, 2007).

Seu princípio consiste em redução da fratura por meio de haste intramedular, sendo esta bloqueada por quatro parafusos alocados transversalmente em orifícios existentes nesta, dispostos em posições fixas entre si, sendo dois no segmento proximal da haste e dois no distal (DUELAND et al., 1996; DURALL & DIAZ, 1996; SCHMAEDECKE, 2007).

A haste deve preencher, para melhor aplicação e estabilização, a maior parte do canal medular, tanto em diâmetro, quanto em comprimento (JOHNSON & HULSE, 2002; SCHMAEDECKE, 2007), e todos os bloqueios devem ser efetuados, porém, sabe-se, que determinadas situações impossibilitam o bloqueio de todos os orifícios, tais como fraturas de alta cominuição, e em regiões epifisárias proximais e distais, de alguns ossos (DURALL & DIAZ, 1996; JOHNSON & HULSE, 2002; SCHMAEDECKE et al., 2005).

As principais complicações relacionadas à osteossíntese de tíbia com o uso de haste intramedular bloqueada ocorrem em razão dos erros de bloqueio dos parafusos, quebra ou dobra da haste e de parafusos, afrouxamento de parafusos, não união ou união retardada, e infecções (DURALL & DIAZ, 1996; DUELAND et al., 1997; LARIN et

al., 2001; SUBER & BASINGER, 2002; BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004; FAN et al., 2005).

O cenário descrito torna as hastes bloqueadas pouco utilizadas nos tratamentos dos quadros mórbidos em questão, muito embora a facilidade de execução da técnica, quando comparada à colocação das placas e parafusos e fixadores esqueléticos externos, justificasse sua escolha (COURT-BROWN, 1998; SCHMAEDECKE et al., 2005; SCHMAEDECKE, 2007).

Desta forma, o presente estudo objetivou desenvolver e empregar modelo de haste intramedular bloqueada angulada, além do material de apoio para sua implantação, visando diminuir os erros de bloqueio dos parafusos, quando utilizada em cães com fratura de tíbia, com peso superior a 15 kg, atendidos na rotina hospitalar.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Considerações Anatômicas**

A tíbia é um osso longo que apresenta, em sua extremidade proximal, dois côndilos, divididos por uma incisura poplíteica caudal que acomoda o músculo poplíteo. Projetando-se e emergindo da face cranial, da extremidade proximal, há a tuberosidade tibial, estrutura muito sólida, que é prolongada por uma crista que desaparece gradativamente (DYCE et al., 1997).

A parte proximal da diáfise tibial é trifacetada, porém, mais distalmente, o osso é alongado no sentido craniocaudal. Toda a superfície medial óssea é subcutânea e plana. Já a caudal é sulcada para fixação muscular (DYCE et al., 1997).

A tíbia apresenta em sua extremidade distal uma área articular, conhecida como cóclea, que se articula com o tálus, e possui medialmente uma saliência óssea, denominada maléolo medial (DYCE et al., 1997).

### **2.2 Fraturas e Osteossínteses dos Ossos Longos**

Fraturas ocorrem normalmente quando a carga aplicada sobre determinada região do osso supera sua capacidade de resistência (HULSE et al., 1997). Fraturas de ossos longos são, sem dúvida, um dos principais pontos de tratamento ortopédico na medicina veterinária (HARASEN, 2003).

Dessas fraturas, as de tíbia são responsáveis por aproximadamente 20% das fraturas de ossos longos e 12% das fraturas apendiculares. Apesar da osteossíntese tibial poder ser realizada por várias técnicas, é um procedimento sujeito a complicações, por se tratar de fratura que comumente ocorre por traumatismos (acidentes automobilísticos, armas de fogo, briga entre cães, quedas, etc.), predispondo a graus variados de laceração dos tecidos moles, deiscência de sutura, osteomielite, não-união, união-retardada e falha de implantes (JOHNSON et al., 1998; JOHNSON & BOONE, 1998; PIERMATTEI & FLO, 1999; JOHNSON & HULSE, 2002; BASINGER & SUBER, 2004). TEENY & WISS (1993), relatam que 50% dos pacientes com fratura de tíbia apresentam, pelo menos, algum tipo de complicação supracitado.

Frequentemente, com a fratura de tíbia, a fíbula é afetada, mas este osso é comumente ignorado por ocasião da escolha do tratamento, a menos que esteja ameaçada a estabilidade do joelho ou do tarso (JOHNSON et al., 1998).

A tíbia, assim como outros ossos longos, é submetida a dois tipos de forças, as fisiológicas e as não fisiológicas. As forças fisiológicas correspondem às forças de flexão, compressão axial, cisalhamento e rotação (WHITEHAIR & VASSEUR, 1992). As não fisiológicas estão associadas aos impactos de alta tensão (atropelamentos, quedas, lesões por armas de fogo), e são transmitidas diretamente ao osso, que devido à sua propriedade viscoelástica, as absorvem antes de sofrer fratura, dissipando-as posteriormente aos tecidos moles circunvizinhos (HULSE & HYMAN, 1991; WHITEHAIR & VASSEUR, 1992; ROCHAT, 2001; HARARI, 2002; GIORDANO, 2004; DIAS, 2006).

Lesões ao suprimento sanguíneo (iatrogênicas ou traumáticas) juntamente com falhas na neutralização dessas forças (que agem sobre os fragmentos ósseos) durante as osteossínteses, podem levar à união retardada ou não-união das estruturas ósseas afetadas (WHITEHAIR & VASSEUR, 1992).

A restauração do alinhamento do membro fraturado pode ser realizada de inúmeras formas. Os fragmentos do foco de fratura podem ou não ser anatomicamente reconstruídos durante o processo de osteossíntese, e esse procedimento pode ser de forma aberta, fechada, parcialmente aberta com ou sem a manipulação dos fragmentos (“abra, mas não toque”) (ARON et al., 1995; FIELD & TÖRNVIST, 2001; JOHNSON, 2003; HORSTMAN et al., 2004).

Segundo ARON et al. (1995) e JOHNSON et al. (1998), a biomecânica é uma característica que sempre deve ser lembrada durante a osteossíntese, por estar relacionada às cargas aplicadas sobre o osso e implantes. A reconstrução anatômica da coluna óssea fraturada permite, segundo estes autores, o compartilhamento de carga entre o osso e o implante durante o suporte do peso, o que reduz a tensão sobre o material ortopédico, constituindo um sistema mecânico favorável, propício para a consolidação óssea.

Porém, quando a reconstrução dos fragmentos fraturados não é anatômica, em virtude da grande quantidade de esquírolas, tecnicamente o sistema não é compartilhador de carga e quase todo o suporte do peso é direcionado ao implante utilizado, favorecendo seu desgaste com provável fadiga do material (JOHNSON et al., 1998; BEARDSLEY et al., 2005).

Nos dias atuais, novos conceitos são sugeridos e seguidos na ortopedia em seres humanos e nos animais. Fraturas cominutivas, antes corrigidas por meio de redução aberta e fixação de todos os fragmentos ósseos com placas ósseas, hoje são preferencialmente estabilizadas por meio de osteossíntese biológica (HULSE & ARON, 1994; ARON et al., 1995; FERNANDES et al., 1997; HULSE et al., 1997; FIELD & TÖRNVIST, 2001; HARARI, 2002; JOHNSON, 2003).

A osteossíntese biológica visa alcançar reconstrução óssea forte e estável, com suporte do peso e retorno funcional precoce (FIELD & TÖRNVIST, 2001; FRIGG & ULRICH, 2003). Na maioria das vezes esta técnica utiliza acessos limitados, parcialmente abertos, minimamente invasivos com restrita manipulação e exposição óssea, preservando o suprimento sanguíneo (BERNARDÉ et al., 2002; HORSTMAN et al., 2004; STIFFLER, 2004).

Fraturas tratadas na medicina humana por esse método são reduzidas e estabilizadas a “céu fechado”, utilizando apenas fluoroscopia e pequenas incisões para colocação dos implantes. O alinhamento dos fragmentos ósseos maiores e articulações predominam sobre a reconstrução anatômica. Na medicina veterinária, pelo pouco acesso aos exames fluoroscópicos (HORSTMAN et al., 2004), foi instituída a técnica do “abra, mas não toque”, já citada, que consiste em mínimas incisões, com o menor contato possível com os tecidos moles adjacentes ao foco de fratura, exclusivamente para observar a disposição dos fragmentos ósseos e realizar a osteossíntese (Mc LAUGHLIN, 1999; PALMER, 1999; HORSTMAN et al., 2004).

Esta abordagem preserva o potencial osteogênico do hematoma provocado pela fratura (BERNARDÉ et al., 2002), minimiza a perda de vascularização, reduz o tempo



cirúrgico e diminui a possibilidade de infecção pós-operatória (Mc CLURE et al., 1998; LOPEZ et al., 1999; HORSTMAN et al., 2004). POSPULA et al. (2003), mencionam o uso de mínimo acesso para a correção de fraturas cominutivas de fêmur e tíbia, com 100% de recuperação (16/16) de seus pacientes.

O cirurgião consegue estabelecer condições ideais para a consolidação da fratura, quando as forças incidentes no local são neutralizadas, preservando os tecidos moles e a integridade vascular, além do controle de possíveis infecções como citam ARON et al. (1995), De YOUNG & PROBST (1998), ROCHAT (2001), GIORDANO (2004) e HORSTMAN et al. (2004).

Procedimentos cirúrgicos adequados devem assegurar redução da dor e do edema, diminuir a formação de aderências, contraturas musculares e fibrose. O correto emprego dos princípios cirúrgicos pode evitar muitas das complicações que ocorrem no período pós-operatório (CLARK & Mc LAUGHLIN, 2001). O ideal é a utilização de método no qual os aspectos mecânicos e biológicos atuem em sinergismo durante a osteossíntese (ARON et al., 1995).

O objetivo do tratamento de qualquer fratura, definido pela Associação para Estudo da Fixação Interna (AO/ASIF), pode ser resumido em quatro pontos principais: redução anatômica dos fragmentos da fratura, preservação do suprimento sanguíneo aos fragmentos ósseos e tecidos moles, fixação interna estável e movimentação prematura e indolor com carga total sobre o membro (DURALL et al., 1993; TILLSON, 1995; SHIMABUKURO et al., 1997; COURT-BROWN, 1998; JOHNSON & HULSE, 2002). Tal premissa “movimentação ativa, precoce e indolor” definida pela (AO/ASIF), foi descrita por MILLER (1998), pela associação criada na década de 50, em resposta à

inaceitável incidência de doenças da fratura decorrentes do uso de técnicas de fixação e imobilização incorretas.

A escolha do método de fixação deve ser feita baseando-se no tipo e localização da mesma, tamanho, temperamento e idade do animal, grau de cooperação do proprietário e fatores econômicos (De YOUNG & PROBST, 1998; HARARI, 2002; DIAS, 2006).

Não há um único método de tratamento exequível a todos os tipos de fraturas dos ossos longos. Nenhum implante ou método de fixação é perfeito, todos apresentam vantagens e desvantagens (WALTER et al., 1986; SCHRADER, 1991; DIAS, 2006).

A elevada porcentagem de complicações das osteossínteses é decorrente de métodos inadequados utilizados no reparo de fraturas, e da frequência de erros no julgamento cirúrgico, especialmente com respeito ao tratamento cirúrgico das fraturas dos ossos longos (DALLMAN et al., 1990; MILTON, 1998; GIORDANO, 2004).

### **2.2.1 Métodos de Estabilização de Fraturas**

Vários métodos de fixação utilizando pinos intramedulares, fixadores esqueléticos externos (FEE), FEE associados a pinos intramedulares, placas ósseas, cerclagens com fio de aço e hastes bloqueadas podem ser aplicados a fraturas dos ossos longos e em particular na tíbia (DUELAND et al., 1996; Mc LAUGHLIN, 1999; BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004; FAN, et al. 2005).

### **2.2.1.1 Pino Intramedular**

O pino intramedular ou pino de Steinmann é empregado há mais de 50 anos como método de osteossíntese no reparo de diversos tipos de fraturas em ossos longos de cães e gatos (SCHARDER, 1991; DUHAUTOIS, 1995; Mc LAUGHLIN, 1999; JOHNSON & HULSE, 2002; GIORDANO, 2004).

Como o pino intramedular ocupa uma posição próxima ao eixo neutro de forças que atuam no osso, quando comparado às placas ou fixadores esqueléticos externos (FEE), pode ser considerado compartilhador e não suportador de carga, sendo biomecanicamente superior (SCHARDER, 1991; GIORDANO, 2004; DIAS, 2006).

Implantes localizados no canal medular possuem área momento de inércia, ou seja, resistência à flexão maior do que aqueles localizados em outro local e, desta forma, são mais resistentes à força de flexão e menos suscetíveis a deformações (MUIR et al., 1995).

O pino intramedular fornece excelente alinhamento axial e resiste à força de flexão (encurvamento) aplicada ao osso durante o suporte do peso, entretanto, não controla as forças rotacionais e de compressão axial no foco de fratura (MUIR et al., 1995; ROCHAT, 2001; JOHNSON & HULSE, 2002; DUHAUTOIS, 2003; SCHMAEDECKE, 2007).

Para controlar as forças rotacionais e de compressão axial no foco de fratura, outros métodos de estabilização devem ser associados ao pino intramedular, como por exemplo, o FEE ou cerclagens com fios de aço (DUHAUTOIS, 1995; De YOUNG &

PROBST, 1998; Mc LAUGHLIN, 1999; ROCHAT, 2001; JOHNSON & HULSE, 2002; GIORDANO, 2004).

Segundo DUHAUTOIS (1995), quando o pino intramedular é empregado isoladamente, não são raras as ocorrências de migração proximal, rotação ou mesmo telescopagem dos fragmentos ósseos (quando um segmento ósseo, proximal ou distal, penetra no outro), o que resulta em encurtamento do membro. Estes inconvenientes constituem os fatores de insucesso na utilização dessa técnica de osteossíntese, e limita sua indicação para o caso de fraturas simples e transversas, ou para ossos praticamente retilíneos de animais de pequeno porte.

A única resistência às forças de rotação ou compressão axial promovida por um pino intramedular é a fricção entre ele e a superfície endosteal do osso. Tal resistência, normalmente, não é capaz de prevenir movimento no foco de fratura, resultando em mobilidade e tensão local excessiva, incompatíveis com a sobrevivência tecidual, ocasionando reabsorção osteoclástica com perda da fixação (HULSE & HYMAN, 1991; GIORDANO, 2004).

O problema mais frequente observado durante o ato cirúrgico, associado ao uso do pino intramedular, é a instabilidade persistente e muitas das complicações pós-operatórias decorrem deste fato (SCHRADER, 1991; De YOUNG & PROBST, 1998; DUHAUTOIS, 2003).

Os pinos promovem geralmente apenas estabilidade sutil no foco de fratura, o que retarda o retorno funcional do membro acometido e, em alguns casos, prolonga os cuidados pós-operatórios (Mc LAUGHLIN, 1999). Quando a estabilização óssea é inadequada, frequentemente ocorrem complicações na consolidação da fratura, tais

como união retardada ou não-união (DALLMAN et al., 1990; SCHRADER, 1991; GIORDANO, 2004).

Em fraturas tibiais, uma complicação grave e comum é a invasão do pino intramedular no espaço articular (joelho), lesão na inserção do ligamento cruzado cranial e interferência nos côndilos femorais; isto ocorre tanto nas inserções do pino de forma normógrada quanto na retrógrada (PARDO, 1994; PIERMATTEI & FLO, 1999; DIAS, 2006).

#### **2.2.1.2 Fixador Esquelético Externo**

A fixação esquelética externa ou fixador externo (FEE) consiste na inserção de pinos, os quais atravessam a pele, tecidos moles e as corticais ósseas. Os pinos são fixados externamente por hastes ou barras conectoras de natureza metálica ou de resina acrílica autopolimerizante (metilmetacrilato) (EGGER, 1991; JOHNSON et al., 1998; Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999; PIERMATTEI & FLO, 1999a; JOHNSON & HULSE, 2002; DIAS, 2006).

MERCADANTE et al. (2003), realizaram estudos biomecânicos demonstrando que o ponto de menor resistência da configuração de um FEE à torção é a conexão presilha-barra (barras conectoras), e que qualquer alteração desta conexão provoca o aparecimento de desvio no plano axial, com desvio do eixo ósseo, ocasionando deformação e quebra dos implantes e separação dos fragmentos ósseos.

A fixação esquelética externa é um método de osteossíntese extremamente versátil, pois existe ampla variedade de configurações do aparelho (tipo I, II e III), além

de diferentes tipos de pinos (lisos, com rosca central, com rosca de ponta “Schanz” de perfil positivo e negativo), que associados permitem estabilizar vários tipos de fraturas dos ossos longos (JOHNSON et al., 1998; JOHNSON & BOONE, 1998; Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999; DIAS, 2006).

As vantagens da fixação externa incluem fácil aplicação, emprego em reduções tanto abertas quanto fechadas, minimização da abordagem em conjunto com abordagem aberta. Além disso, os pinos podem ser colocados a alguma distância de ferimentos abertos, facilitando sua limpeza, permitem associações com outras técnicas de fixação interna, são bem tolerados pelos pequenos animais, e são de fácil remoção e possuem custo razoável (BRINKER & FLO, 1975; DIAS, 2006).

A força e a rigidez da montagem podem ser influenciadas pela configuração e número dos pinos de transfixação (JOHNSON & HULSE, 2002a; RAHAL et al., 2004). Entretanto, dependendo de tipo da fratura o número de pinos é limitado, restringindo-se a um ou dois nas porções proximal e distal à linha de fratura (WHITEHAIR & VASSEUR, 1992; DIAS, 2006).

Outra importante vantagem desse método é a possibilidade de dinamização da fratura (remoção parcial de implantes), que permite o aumento da carga axial durante o suporte do peso enquanto controla as forças de rotação e flexão (JOHNSON et al., 1998). Alguns autores constataram que o processo de dinamizar acelera a formação do calo ósseo, além de promover maior resistência mecânica ao foco de fratura (GEORGIADIS et al., 1990; EGGER et al., 1993; ARON et al., 1995; WU, 1997; JOHNSON et al., 1998; LARSSON et al., 2001; DIAS, 2006). ARON & DEWEY (1992),

citam que a dinamização diminui a “estresse de proteção” ósseo, estimulando, desta forma, a ossificação do calo e remodelamento ósseo.

Na maioria das vezes, o fixador é bem tolerado pelo paciente, porém alguns cães ficam relutantes em apoiar o peso corporal sobre o membro acometido, provavelmente pela penetração dos pinos na musculatura (EGGER, 1991; WHITEHAIR & VASSEUR, 1992; ROCHAT, 2001; DIAS, 2006).

A transfixação da musculatura também leva à produção de secreções ao redor dos pinos (interface pino-pele), além de excessiva tensão, o que pode promover a falha do método em razão do afrouxamento prematuro dos pinos na interface pino-osso (causado pela reabsorção osteoclástica), ocasionando desconforto ao paciente (EGGER, 1991; MUIR et al., 1995; ROCHAT, 2001; GIORDANO, 2004; DIAS, 2006).

Outro fator importante a ser considerado com o FEE são os cuidados no pós-operatório diário até a consolidação óssea, que incluem a limpeza na interface pino-pele, além da proteção do aparelho com ataduras de crepe e esparadrapo, mantendo-o limpo e prevenindo a ocorrência de possíveis traumas (WHITEHAIR & VASSEUR, 1992; ROCHAT, 2001; DIAS, 2006).

Segundo Mc LAUGHLIN & ROUSH (1999), proprietários que não executam o pós-operatório recomendado, não restringindo a movimentação excessiva do paciente, assim como animais extremamente agitados, são candidatos às complicações relacionadas à quebra dos pinos e afrouxamento do aparelho.

### **2.2.1.3 Placa e Parafusos**

A placa óssea também é outro método aplicável a diversos tipos de fraturas diafisárias dos ossos longos e apresenta vantagem de fornecer fixação interna rígida ininterrupta (Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999a; GIORDANO, 2004). Quando apropriadamente aplicada, produz ótima estabilidade, contrapondo-se às forças de flexão, rotação e cisalhamento, e promovendo aposição dos fragmentos (DURALL et al., 1993; De YOUNG & PROBST, 1998). De acordo com o tipo de fratura, as placas podem ser de compressão, de neutralização e de apoio (Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999a; PIERMATTEI & FLO, 1999; ROCHAT, 2001; JOHNSON & HULSE, 2002).

Para que a placa óssea possa ser adequadamente aplicada, necessita-se de treinamento intenso e instrumental específico, além da aquisição de implantes e instrumentos cirúrgicos de variados tamanhos (De YOUNG & PROBST, 1998; Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999a; ROCHAT, 2001; JOHNSON & HULSE, 2002; GIORDANO, 2004; DIAS, 2006).

A colocação da placa requer acesso cirúrgico extenso, resultando em longo período trans-operatório, aumentando a chance de osteomielites (Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999a; ROCHAT, 2001). Quando há falha óssea, por mínima que seja, principalmente na cortical oposta à da placa, pode ocorrer quebra do implante em virtude do aumento das forças atuantes sobre o material. No entanto, nem sempre o defeito pode ser eliminado devido à perda óssea ou extensa cominuição (OLSMTEAD, 1991; HULSE et al., 1997; GIORDANO, 2004).



As placas, na maioria das vezes, permanecem no local após a consolidação da fratura, porém devem ser removidas no caso de interferência nos movimentos de tendões e ligamentos, ao promover dor ou se houver ocorrência de osteopenia secundária (Mc LAUGHLIN & ROUSH, 1999a; ROCHAT, 2001; DIAS, 2006).

Caso a placa necessite ser removida, outro procedimento cirúrgico será realizado, e o animal terá sua atividade novamente restrita, até que ocorra a consolidação dos orifícios dos parafusos (ROCHAT, 2001; GIORDANO, 2004).

O desenvolvimento da osteopenia, induzida por implantes, envolve fatores mecânicos (trauma cirúrgico, localização dos implantes e rigidez do aparelho de fixação) associados à insuficiência vascular na área de contato (interface placa-osso) e distribuição da pressão (FIELD, 1997; GIORDANO, 2004).

Os implantes metálicos rígidos, aparentemente, induzem a mudanças no osso como o alargamento dos canais de Havers, causando assim diminuição na densidade lamelar, o que torna o osso mais poroso e predisposto a re-fraturas, principalmente após sua remoção (FIELD, 1997; GIORDANO, 2004). A osteopenia, em razão do uso de placas de fixação rígidas, ocorre devido ao adelgaçamento cortical induzido pela redução das propriedades mecânicas do osso (GIORDANO, 2004).

O processo de osteopenia cortical aparenta ser bifásico, primeiramente com osteonecrose devido à insuficiência vascular cortical, seguida da osteopenia ocasionada pelas mudanças nas propriedades mecânicas do osso (FIELD & TÖRNKVIST, 2001). Além de já existir a lesão vascular em decorrência da fratura, há agravamento da compressão da placa sobre a superfície óssea. As placas absorvem

parcialmente o impacto, estresse de proteção, que o foco de fratura deveria receber (FIELD, 1997; GIORDANO, 2004).

Outra modalidade de placa óssea que surge como forma de realização de osteossíntese rígida, com preservação do mecanismo biológico de reparo da fratura é a denominada placa bloqueada. Através de parafusos auto-perfurantes ou auto-macheantes que travam diretamente na placa, permitem formação de intervalo entre seu corpo e o osso fraturado além de mínima manipulação cirúrgica para implantação (GAUTIER & SOMMER, 2003; AGUILA et al., 2005; SCHMAEDECKE, 2007). Mesmo o uso monocortical dos parafusos bloqueados é possível, sem perda da resistência do implante (PERREN et al., 2003), fato que não se repete para os parafusos corticais comuns (DAVENPORT et al., 1988; SCHMAEDECKE, 2007).

#### **2.2.1.4 Haste Intramedular Bloqueada**

A haste intramedular bloqueada vem ganhando espaço na medicina veterinária na última década, por apresentar vantagens e superioridade biomecânica quando comparadas aos métodos anteriormente citados (LARIN et al., 2001; JOHNSON & HULSE, 2002; SOONTORNVIPART et al., 2003; GIORDANO, 2004; SCHMAEDECKE, 2007).

Esse tipo de implante foi introduzido na medicina humana em 1968 por Küntscher, posteriormente melhorado e adaptado por Klemm e colaboradores em 1972 (DUELAND et al., 1996; DURALL & DIAZ, 1996). A haste intramedular bloqueada nada mais é do que uma adaptação da haste de Küntscher, sendo basicamente um pino

intramedular com orifícios transversais, proximais e distais, que permitem a colocação de parafusos corticais ou de bloqueio, consequentemente, bloqueando-a (DUELAND et al., 1996; DENNY & BUTTERWORTH, 2000; MOSES et al., 2002; SCHMAEDECKE, 2007).

Seu uso teve início, na medicina veterinária, em 1990 quando Dueland, nos Estados Unidos, e Durall e Diaz, na Espanha, desenvolveram, de forma independente, hastes e instrumental para a aplicação clínica (DUELAND, 1995). Posteriormente, Vanozzi e colaboradores na Itália; Duhautois na França e Endo e colaboradores no Japão também desenvolveram modelos de hastes bloqueadas (DURALL et al., 2001; GIORDANO, 2004).

Como forma de manter o mecanismo biológico de reparação de fraturas, grande quantidade de artigos são publicados na medicina humana, apontando as hastes bloqueadas como as mais vantajosas no tratamento de fraturas diafisárias dos ossos longos (WISS et al., 1990; JUBEL et al., 2003; WHITE et al., 2006; SCHMAEDECKE, 2007).

De forma resumida, o uso do sistema em pequenos animais consiste de hastes de aço inoxidável da série 304 ou 316 L, com dois orifícios proximais e dois distais, e diâmetro variando de quatro a oito milímetros e um guia de perfuração com marcações, para a colocação dos parafusos (DUELAND et al., 1999; LARIN et al., 2001; GIORDANO, 2004). Baseando-se nestas marcações, são realizados os procedimentos de perfuração, macheamento e bloqueio através dos orifícios da haste (DUELAND et al., 1999; GIORDANO, 2004).

Existem também hastes com vários orifícios equidistantes em toda sua extensão (contínuos). Porém, de acordo com os autores, sempre que possível devem ser utilizadas hastes de orifícios proximais e distais (descontínuos), por serem mais resistentes (DUELAND et al., 1999; WATANABE et al., 2002).

As hastes intramedulares bloqueadas são usadas comumente no reparo de fraturas em ossos longos, especialmente no fêmur, tíbia e úmero (BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004) e suas principais indicações incluem fraturas diafisárias expostas ou fechadas, cominutivas, pseudoartroses (com ou sem infecção), osteotomias para correção de rotação, e aumento ou diminuição no tamanho do osso (DUELAND et al., 1999; PASCHOAL & PACCOLA, 2000; SCHMAEDECKE, 2007).

São inseridas na cavidade medular de maneira normógrada e o bloqueio é realizado pela aplicação de parafusos (LARIN et al., 2001; JOHNSON & HULSE, 2002; GIORDANO, 2004). Entretanto, outros autores referem à introdução retrógrada (DUHAUTOIS, 2001; DURALL et al., 2001; KHAURE & MEHRA, 2002).

A fixação da haste pode ser dinâmica ou estática dependendo se a inserção dos parafusos é somente no segmento distal, proximal ou em ambos (Mc CLURE et al., 1998; LARIN et al., 2001). Devido à dificuldade de restrição da atividade física no período pós-operatório, na medicina veterinária, a fixação estática é a mais indicada (LARIN et al., 2001; GIORDANO, 2004). Entretanto, fixação estática pode ser convertida em dinâmica por meio da remoção dos parafusos bloqueadores, estimulando assim a consolidação óssea. O procedimento de remoção dos parafusos é chamado de dinamização (LARIN et al., 2001; LARSSON et al., 2001; LANGLEY-HOBBS & FRIEND, 2002; GIORDANO, 2004).

As hastes intramedulares bloqueadas, como estão fixadas ao osso por meio dos parafusos, controlam as forças de flexão, rotação e compressão axial sobre o foco de fratura (JOHNSON & HULSE, 2002; MOSES et al., 2002). Assim, são consideradas biomecanicamente superiores aos pinos intramedulares, às placas e aos fixadores esqueléticos externos (DUELAND et al., 1999; MOSES et al., 2002; BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004; SCHMAEDECKE, 2007).

Tal superioridade biomecânica é atribuída ao fato da haste atuar primeiramente como “placa intramedular” e, em segundo lugar, estar posicionada no eixo neutro das forças do osso (DUELAND et al., 1996; BERNARDE et al., 2001; RADCLIFFE et al., 2001; MOSES et al., 2002), além de preservar os conceitos de padrões biológicos de osteossíntese (DUHAUTOIS, 2003; FERRIGNO & PEDRO, 2006; SCHMAEDECKE, 2007).

O posicionamento neutro da haste e sua geometria permitem maior rigidez contra a força de flexão, quando comparada à placa, e também menor taxa de fadiga do material (LARIN et al., 2001; GALUPPO et al., 2002). Isso ocorre, uma vez que os implantes localizados no canal medular possuem resistência à flexão maior do que aqueles localizados em outro local e, dessa forma, são menos suscetíveis à deformação (MUIR et al., 1995; SCHMAEDECKE, 2007).

As hastes podem ser inseridas por meio de acesso limitado quando comparadas às placas, evitando danos maiores aos tecidos moles (Mc DUFFEE et al., 1994; GALUPPO et al., 2002; HORSTMAN & BEALE, 2002; WATANABE et al., 2002; HORSTMAN et al., 2004), corroborando na manutenção da integridade biológica do foco de fratura (SCHMAEDECKE et al., 2005)

Quando comparadas aos fixadores externos, não existe a necessidade de curativos regulares na interface pino e pele, nem a injúria muscular crônica (MUIR et al., 1993; DUELAND et al., 1999; LARIN et al., 2001; GIORDANO, 2004).

Outra grande vantagem é que, tanto na medicina humana quanto na medicina veterinária, não se realiza sua retirada após a consolidação da fratura, evitando desta forma novos procedimentos cirúrgicos (MOSES et al., 2002; SCHMAEDECKE et al., 2005).

Várias descrições são encontradas quanto ao uso desta técnica em animais. DUELAND et al. (1999) descrevem a aplicação da haste intramedular bloqueada em tratamento de diferentes fraturas diafisárias em 134 cães, sendo 92 fraturas de fêmur, 23 de tíbia e 19 de úmero, 70 destas classificadas como instáveis. Como resultados, 83% dos quadros foram tratados sem nenhuma complicação e apenas um caso não apresentou consolidação óssea. MOSES et al. (2002) descreveram o tratamento de 21 fraturas de úmero com utilização da técnica, com 86% de recuperação sem complicações.

A haste também foi utilizada para estabilização de osteotomia corretiva de fêmur em cão com osteomielite (MUIR & JOHNSON, 1996), para correção de má-união em fêmur de cão (HAY & JOHNSON, 1995), experimentalmente em potros (Mc CLURE et al., 1998) e cavalos adultos (McDUFFEE et al., 1994; FITCH et al., 2001; LOPEZ et al., 2001), como técnica de fixação de fratura cominutiva em alpaca (LILLICH et al., 1999) e em aves (HOLLAMBY et al., 2004).

Vários estudos foram realizados e a haste foi utilizada em combinação com fixador esquelético externo (BASINGER & SUBER, 2002; BASINGER & SUBER, 2003;

DURALL et al., 2004), placa óssea (RADCLIFFE et al., 2001), enxerto cortical alógeno (MUIR & JOHNSON, 1996), pino intramedular (BASINGER & SUBER, 2002), parafusos de bloqueio (BASINGER & SUBER, 2003) com fios de cerclagem, parafusos de compressão ou fios de Kirschner (HORSTMAN et al., 2004). Também foram testadas hastes biodegradáveis (VAN DER ELST et al., 1995) e infláveis, mas estas ainda são excessivamente dispendiosas (LEPORE et al., 2003; DIAZ-BERTRANA et al., 2005).

DURALL et al. (2004) demonstraram através de estudo *in vivo* a utilização de haste bloqueada associada a fixação esquelética externa, como forma de minimizar os riscos de quebra do parafuso em fraturas instáveis, o que é, segundo os autores, importante forma de perda do sistema e falha da osteossíntese. Descrevem ainda a possibilidade de dinamização do sistema, removendo implantes da fixação externa após quatro semanas. Como resultados, descrevem que o modelo estático apresentou média de consolidação em tempo menor que o grupo com modelo dinamizado. Em relação à formação de calo ósseo, demonstraram não haver diferença significativa entre os dois grupos em relação à qualidade, mas sim em relação ao tempo de remodelamento.

Embora apresente resultados expressivamente melhores se comparadas às demais técnicas já consagradas para o tratamento de fraturas cominutivas, algumas restrições foram relatadas com relação às hastes. GUPTA (2001) indica que, apesar de promover excelente bloqueio contra as forças de rotação, compressão e flexão, a técnica impede micromovimentações do foco de fratura, o que, em alguns casos, dificultaria o desenvolvimento de calo ósseo.

A utilização da técnica de haste bloqueada em fêmur de pacientes humanos gera discussão especialmente no tocante à necessidade de fresagem do canal medular.

CHEUNG et al. (2004) estabelecem pontos críticos da relação entre haste bloqueada e osso, demonstrando a necessidade de maior superfície de contato entre ambos para dissipar as forças atuantes, principalmente em relação aos bloqueios distais (LIN et al., 2001). Para tanto, FAIRBANK et al. (1995) indicam a necessidade da fresagem do canal medular para homogenização de seu diâmetro e adequação da haste em seu interior. No entanto, FROLKE et al. (2001) citam o aumento da temperatura provocada pela fresagem como fator desencadeante de severas complicações da técnica, desde quadros de não união até processos de tromboembolismo.

As principais complicações relacionadas à osteossíntese de tíbia com o uso de haste intramedular bloqueada decorrem dos erros de bloqueio da haste pelos parafusos, quebra ou dobra da haste, quebra, dobra ou afrouxamento do(s) parafuso(s), os quais ocasionam não união ou união retardada, e infecções (DURALL & DIAZ, 1996; DUELAND et al., 1997; LARIN et al., 2001; SUBER & BASINGER, 2002; BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004; FAN et al., 2005; SCHMAEDECKE, 2007). A fadiga dos parafusos normalmente está associada ao uso de uma haste de tamanho desproporcional ao osso (haste pequena) ou a colocação muito próxima do parafuso ao foco de fratura (DUELAND et al., 1999; Mc LAUGHLIN, 1999; MOSES et al., 2002).

Em qualquer técnica cirúrgica empregada, após a curva de aprendizagem, complicações causadas pela inexperiência dos cirurgiões tendem a diminuir, entretanto a formação de sequestro ósseo e união retardada em fraturas cominutivas são complicações possíveis empregando-se qualquer método de estabilização (DURALL & DIAZ, 1996; DUELAND et al., 1999; GIORDANO, 2004).



Apesar das complicações inerentes, a haste intramedular bloqueada é, o tratamento de escolha para a correção de fraturas diafisárias expostas ou fechadas em fêmur e tíbia (COURT-BROWN, 1998; GIORDANO, 2004; SCHMAEDECKE, 2007).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 ETAPA 1: Delineamentos Experimentais e Desenvolvimento do Material**

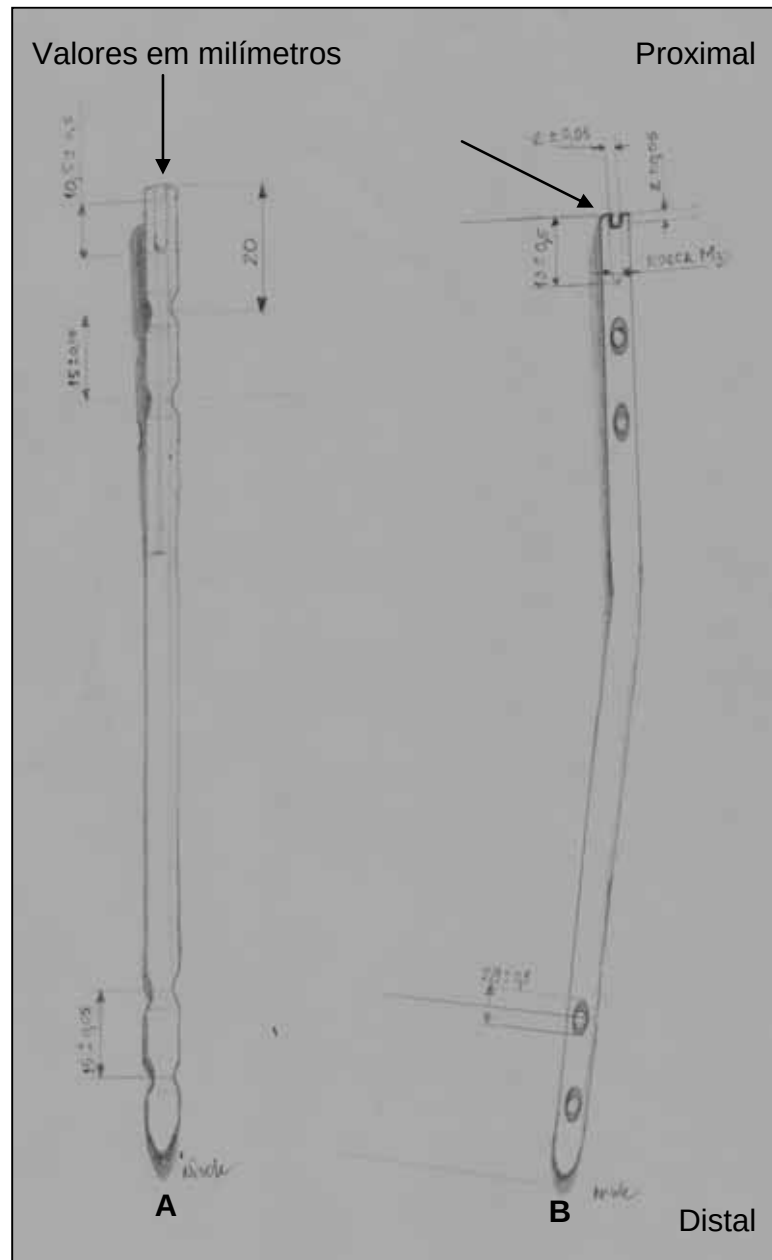
##### **3.1.1 Delineamento Experimental para Determinação da Angulação do Canal Medular Tibial do Cão**

Realizou-se, previamente, estudo anatomo-clínico em 30 peças anatômicas maceradas de tíbias de cães, de diferentes raças, sexo e peso. As tíbias foram serradas sagitalmente e avaliou-se o eixo (angulação) do canal medular, observando-se desvio no canal medular e consequente formação de angulação. Essa angulação foi mensurada utilizando-se goniômetro e comparada entre todas as peças anatômicas dos diferentes animais, obtendo-se valores muito próximos entre si. O local no canal medular tibial onde se inicia a angulação também foi avaliado em todas as peças anatômicas, desta forma foi utilizado a média da angulação e o local desta no canal medular tibial, para a confecção das hastes intramedulares anguladas.

##### **3.1.2 Descrição do Material Desenvolvido para Realização das Osteossínteses**

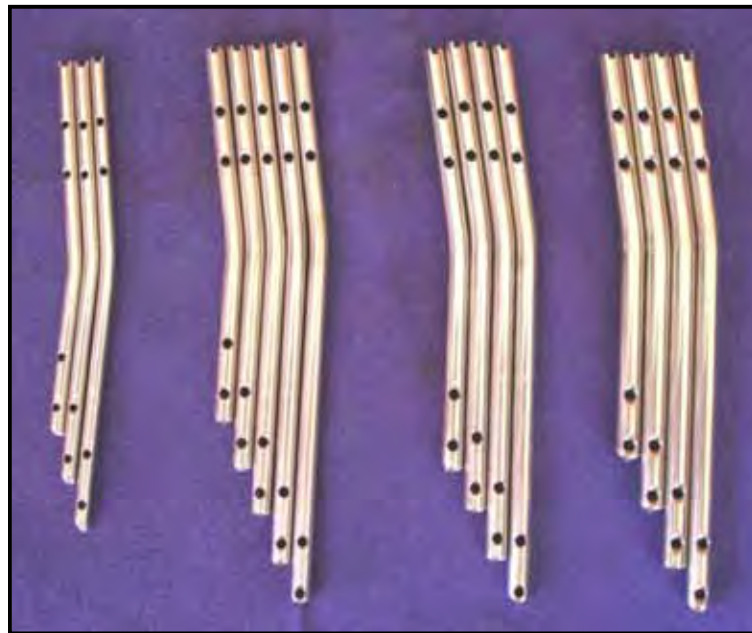
Foram desenvolvidas e empregadas hastes intramedulares anguladas maciças de aço inoxidável (316L), com diâmetros de 5, 6, 7 e 8 mm, de comprimentos variados, apresentando dois orifícios proximais à angulação e, dois distais, todos para o bloqueio

cortical. A distância entre os centros dos dois orifícios proximais e dos dois distais foi de 15 mm e o centro do orifício mais distal localizado a 10 mm da extremidade da haste (Figura 1).



**Figura 1.** Desenho esquemático ilustrando a haste intramedular bloqueada angulada, com dois orifícios proximais e dois distais à angulação, em visão frontal (A) e lateral (B). Nota-se distância de 15 mm entre o centro dos orifícios proximais e dos distais, distância de 20 mm entre a extremidade proximal e o primeiro orifício. Fenda com respectivas medidas, para conexão com o guia de perfuração (setas).

Os implantes (hastes) de 5 mm de diâmetro foram confeccionados nos tamanhos de 115, 130, 145 mm de comprimento, os de 6 mm com 115, 130, 145, 160, e 175 mm, os de 7 mm com 130, 145, 160 e 175 mm e as hastes de 8 mm de diâmetro com 145, 160, 175 e 190 mm de comprimento (Figura 2).



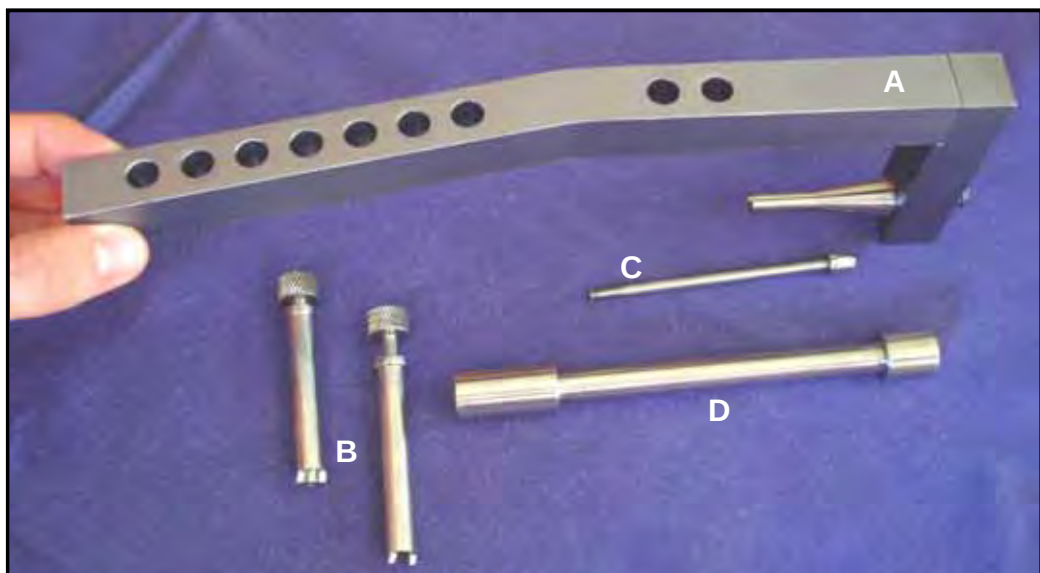
**Figura 2.** Imagem fotográfica ilustrando o conjunto de hastes intramedulares anguladas com 5, 6, 7 e 8 mm de diâmetro (da esquerda para a direita), com comprimentos variados.

As hastes de 5 mm de diâmetro foram confeccionadas com orifícios para a utilização de parafusos de 2,0 mm, as de 6 e 7 para parafusos de 2,7 mm e as de 8 mm possuíam orifícios para parafusos de 3,5 mm.

A extremidade proximal das hastes possuía uma fenda para encaixe com o parafuso conector, e a extremidade distal apresentava pequeno chanfro (ponta), para facilitar a introdução no canal medular tibial.

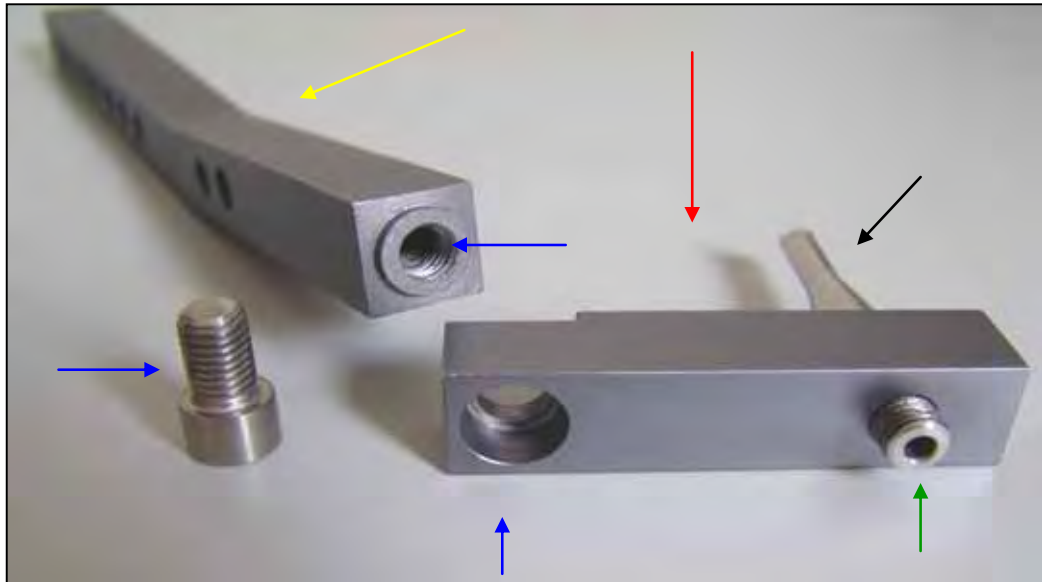
Foi utilizado o seguinte instrumental para introdução da haste angulada no canal medular tibial: guia angulado de perfuração com suporte para encaixe da haste, sendo o guia e as hastes angulados no mesmo ponto, parafuso para conexão das hastes no guia de perfuração, guias de brocas (luvas), impactador (Figura 3), brocas (2,0 e 2,5 X 150 mm e 4,5 X 250 mm), medidor de cortical, chave sextavada, martelo, fresas (5, 6, 7 e 8 mm X 150 mm), machos de 2,0, 2,7 e 3,5 mm, além de parafusos corticais de 2,0, 2,7 e 3,5 mm de comprimentos variados.

O guia de perfuração possuía o formato de “L” (eixo longo e eixo curto). No eixo longo continha um ponto de angulação, o qual acompanhava a mesma angulação paralelamente à da haste. Este instrumento foi utilizado para guiar a perfuração das corticais ósseas. O eixo longo (angulado) possuía 27 cm de comprimento e nove orifícios (dois proximais, e sete distais à angulação) para a passagem das luvas (Figura 3). O eixo curto (desmontável) possuía 8 cm de comprimento, no qual continha encaixe para as hastes, e para o impactador (Figura 4).



**Figura 3.** Imagem fotográfica ilustrando o guia angulado de perfuração em formato de “L” (A), as luvas (guias de brocas) (B), o parafuso para conexão das hastes no guia de perfuração (C) e o impactador (D).

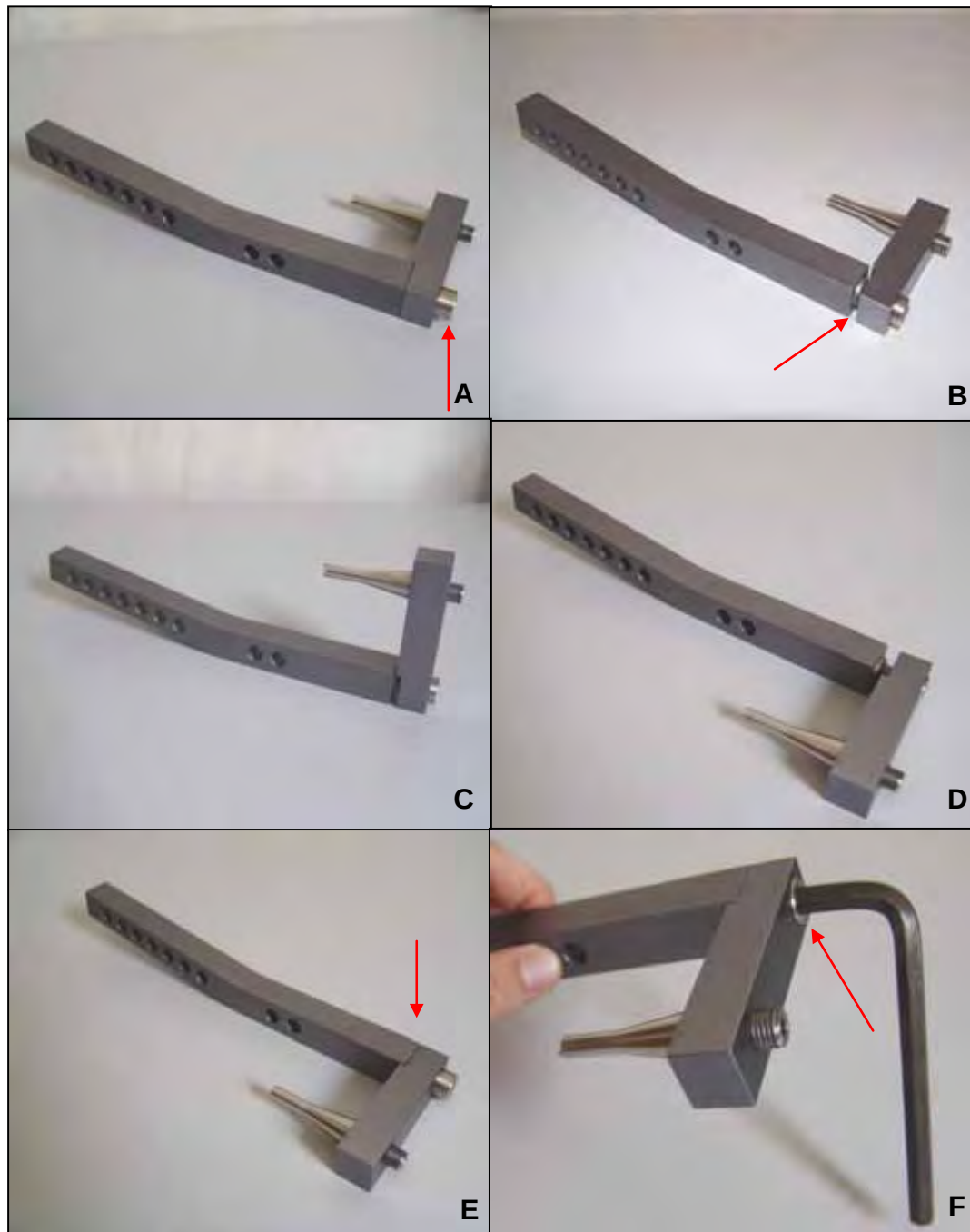
O guia de perfuração serviu para direcionar a perfuração das corticais ósseas, passando pelos orifícios das hastes.



**Figura 4.** Imagem fotográfica do guia de perfuração, ilustrando o eixo longo (seta amarela) desconectado do eixo curto (seta vermelha). Notam-se os locais e o parafuso de conexão dos dois eixos (longo com rosca) (setas azuis); encaixe para as hastes localizado no eixo curto (seta preta) e para o impactador (seta verde).

O eixo curto possuía um parafuso que o conectava ao eixo longo, e dependendo do lado da fratura (tíbia direita ou esquerda), este era reposicionado de um lado ou outro, para que a angulação do eixo longo do guia se adequasse à angulação do canal medular tibial, pois este (eixo longo) sempre deveria permanecer na face medial do osso (Figura 5).

As luvas foram desenvolvidas para que a broca não desviasse de seu trajeto e desta forma localizasse, com precisão, os orifícios das hastes no interior da cavidade medular tibial. Possuíam 7 cm de comprimento X 10 mm de diâmetro, e continham um orifício central de 1,7, 2,2 e 2,7 mm para passagem das brocas de 1,5, 2,0 e 2,5 mm respectivamente.



**Figura 5.** Imagens fotográficas da mudança de posicionamento do eixo curto do guia de perfuração para que a angulação do eixo longo se adequasse à angulação do canal medular tibial dependendo do lado da fratura (tíbia direita ou esquerda). A) início da remoção do parafuso que conecta os dois eixos (seta vermelha); B) desconexão dos dois eixos para permitir a mudança de posicionamento (seta vermelha); C) mudança de posição (90° em relação à posição inicial); D) mudança de posição completada (180° em relação à posição inicial); E) encaixe do eixo curto no eixo longo do guia de perfuração (seta vermelha); F) parafuso de conexão sendo apertado, fixando os dois eixos do guia, com chave apropriada (seta vermelha).

O impactador foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar a introdução da haste (conectada ao guia de perfuração) pelo acesso normógrado à cavidade medular tibial. O impactador possuía 150 mm de comprimento X 15 mm de diâmetro com extremidades expandidas. A extremidade distal possuía rosca à qual o impactador era rosqueada ao guia de perfuração. O impactador funcionou como recalçador de pino intramedular. Na extremidade proximal (de formato circular) eram efetuadas batidas com martelo e, desta forma, a haste era introduzida no canal medular tibial.

O medidor de cortical foi utilizado para a escolha adequada do comprimento dos parafusos a serem atarraxados, que por sua vez, deveriam transpassar as duas corticais ósseas, bloqueando a haste. Os machos serviram para a confecção da rosca nas corticais ósseas e a chave sextavada foi empregada para o atarraxamento dos parafusos.

Os implantes metálicos foram projetados por empresa<sup>1</sup> produtora de implantes ortopédicos. O modelo e as dimensões dos implantes assim como dos instrumentos, foram concebidos e adaptados, a partir de hastes já existentes na medicina e na medicina veterinária. As hastes anguladas foram confeccionadas para utilização em fraturas tibiais de cães com peso superior a 15 Kg.

---

<sup>1</sup> Kalmédica Indústria e Com. LTDA – ME – Campinas, SP



### **3.1.3 Delineamento Experimental da Perfuração do Canal Medular Tibial**

No intuito de padronizar a perfuração e fresagem retrógrada do canal medular tibial, assim como, certificar que nenhum dano seria causado às estruturas intra-articulares, foi realizado estudo anatomo-clínico em tíbias e joelhos de cadáveres de cães, de diferentes raças, sexo e peso (acima de 15 kg), totalizando 10 animais (20 tíbias). Este estudo foi realizado previamente à perfuração e implantação das hastes nas tíbias fraturadas dos animais da rotina hospitalar.

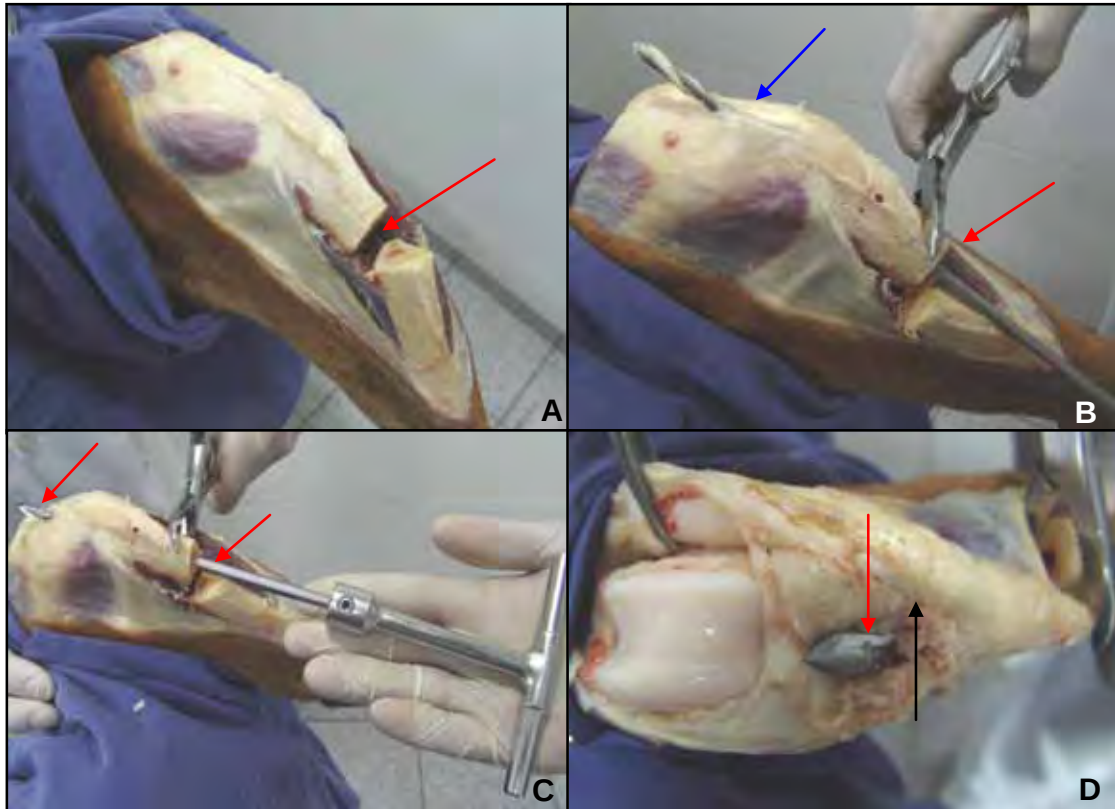
As tíbias foram osteotomizadas na região da diáfise em três pontos (proximal, médio e distal), mimetizando os possíveis locais de fraturas.

Após a osteotomia, realizou-se a perfuração retrógrada do canal medular tibial, com auxílio de broca e furadeira, iniciada na linha de fratura em direção à crista tibial, sempre com o joelho flexionado. A broca emergia na face medial, próximo à crista tibial.

O trajeto criado pela broca era fresado manualmente, utilizando-se fresas de diâmetros compatíveis ao tamanho do canal medular tibial em questão.

Ato contínuo foi realizado a artrotomia do joelho, no intuito de verificar possíveis danos às estruturas intra-articulares, como a tróclea, côndilos femorais, patela, ligamentos (patelar, cruzados) e suas respectivas inserções, assim como os meniscos (Figura 6).

Para melhor visão e dimensão de possíveis injúrias aos anexos articulares, causadas pela perfuração e pela fresagem, a cápsula articular era removida assim como os tendões e ligamentos extra-articulares.



**Figura 6.** Imagens fotográficas de tíbias e articulações do joelho de cães (cadáveres). A) inicialmente a tíbia era submetida à osteotomia na região de diáfise (seta); B) ato contínuo realizou-se perfuração retrógrada do canal medular com auxílio de broca e furadeira, da linha de fratura (seta vermelha) em direção à crista tibial (seta azul) (face medial); C) o trajeto criado era fresado manualmente utilizando fresas de diâmetros compatíveis ao tamanho do canal medular (setas); D) a artrotomia era realizada no intuito de verificar possíveis danos às estruturas intra-articulares. Nota-se ponta da fresa próximo à crista tibial no platô (seta vermelha) e a crista da tíbia (seta preta).

## 3.2 ETAPA 2: Aplicação da Haste Intramedular Bloqueada Angulada (HIBA) em Fraturas Tibiais de Cães

### 3.2.1 Animais

Foram utilizados 15 cães com fratura de tíbia, sendo oito fêmeas, atendidos no Setor de Cirurgia do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal, FCAV UNESP, SP (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de casos, raça, idade, peso corpóreo e tipo de fratura de tíbia em 15 cães atendidos no Hospital Veterinário da FCAV / UNESP Jaboticabal - SP, no período de julho de 2007 a dezembro de 2008.

| Cães | Raça         | Idade | Peso (kg) | Tipo de Fratura                 |
|------|--------------|-------|-----------|---------------------------------|
| 1    | SRD          | 2 a   | 25        | Oblíqua (1/3 médio distal)      |
| 2    | Pit Bull     | 7 m   | 18        | Oblíqua (1/3 médio proximal)    |
| 3    | Pit Bull     | 6 m   | 20        | Oblíqua (1/3 médio proximal)    |
| 4    | Doberman     | 5 a   | 33        | Oblíqua (1/3 médio)             |
| 5    | SRD          | 12 a  | 30        | Transversa (1/3 médio distal)   |
| 6    | Boxer        | 2 a   | 25        | Oblíqua (1/3 médio distal)      |
| 7    | SRD          | 8 m   | 29        | Transversa (1/3 médio proximal) |
| 8    | Bull Terrier | 8 m   | 16        | Oblíqua em espiral (1/3 médio)  |
| 9    | SRD          | 1 a   | 23        | Oblíqua (1/3 médio)             |
| 10   | SRD          | 6 a   | 27        | Oblíqua em espiral (1/3 médio)  |
| 11   | SRD          | 3 a   | 30        | Oblíqua (1/3 médio)             |
| 12   | Blue Hiller  | 8 a   | 24        | Oblíqua em espiral (1/3 médio)  |
| 13   | SRD          | 2 a   | 18        | Oblíqua (1/3 distal)            |
| 14   | SRD          | 7 m   | 18        | Oblíqua em espiral (1/3 médio)  |
| 15   | SRD          | 3 a   | 25,5      | Oblíqua (1/3 médio)             |

a: anos; m: meses; SRD: sem raça definida.

Foram colhidas informações quanto ao tempo entre a ocorrência das fraturas e o atendimento do paciente, presença ou não de exposição óssea e eventuais tratamentos anteriores.

### **3.2.2 Avaliação Geral do Paciente e Observações Pré-Operatórias**

Todos os cães foram avaliados clinicamente e, durante o exame físico, a maioria apresentava dor à palpação da tíbia, crepitação óssea, mobilidade e anormalidade do eixo ósseo, aumento de volume e impotência funcional do membro traumatizado.

O cão nº. 9 apresentava fratura de tíbia e fêmur esquerdos, ambas tratadas com a técnica de haste intramedular bloqueada. No fêmur utilizou-se haste bloqueada tradicional (reta), e na tíbia haste bloqueada angulada.

Os cães de números 4, 6 e 9 apresentavam fratura exposta de tíbia, sem prévio tratamento cirúrgico. Porém tais exposições foram classificadas como grau I, tendo somente pequeno envolvimento muscular e cutâneo, não contendo sujidades nem mesmo visibilização do tecido ósseo ao exame clínico.

O animal de número 13 apresentava concomitante a fratura, ruptura do ligamento cruzado cranial, sem indicação de tratamento cirúrgico.

Após o exame físico, os cães foram encaminhados ao Setor de Radiologia deste mesmo Hospital Veterinário, e a tíbia fraturada radiografada nas projeções craniocaudal e mediolateral. Nos casos de suspeita de outras lesões, os respectivos locais foram radiografados. Quando necessário, o animal era tranquilizado para os procedimentos radiográficos, evitando-se dor e desconforto.

Amostras de sangue dos animais foram colhidas por venopunção da jugular externa para realização de hemograma, contagem de plaquetas e dosagem sérica de creatinina e alaninoaminotransferase (ALT). Também foi realizada urinálise de todos os animais.

### **3.2.3 Procedimentos Cirúrgicos**

Para o procedimento cirúrgico, os cães foram mantidos em jejum hídrico e alimentar de 8 horas. Em período prévio de 30 minutos da indução anestésica, os animais receberam uma dose de cefazolina<sup>2</sup> (30mg/kg), e medicação pré-anestésica com cloridrato de levomepromazina<sup>3</sup> (1mg/kg), ambos por via intravenosa. Neste mesmo período os cães receberam cloridrato de tramadol<sup>4</sup> (1mg/kg) pela via intramuscular. O membro fraturado foi tricotomizado, desde o terço médio do fêmur até o terço médio dos metatarsianos, em toda sua circunferência.

A indução anestésica foi realizada com propofol<sup>5</sup>, por via intravenosa, na dose suficiente para permitir a intubação orotraqueal (variando de 4-8mg/kg). Para manutenção do plano anestésico, utilizou-se anestésico halogenado<sup>6</sup> (isoflurano) diluído em oxigênio, administrado por meio de sonda endotraqueal, em circuito com reinalação de gases. A concentração dos gases era a suficiente para manter o paciente no 2º plano do III estágio de Guedel.

---

<sup>2</sup> Kefazol – Elli Lilly do Brasil Ltda – São Paulo - SP

<sup>3</sup> Neozine – Aventis – Suzano - SP

<sup>4</sup> Tramal – Pharmacia Brasil- São Paulo - SP

<sup>5</sup> Diprivan – Zanecca Farmacêutica do Brasil Ltda – Cotia- SP

<sup>6</sup> Isoflurane – Cristália – Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda – Itapira - SP

Os animais foram posicionados com auxílio de calha na mesa cirúrgica, em decúbito dorsal. A antisepsia foi realizada com iodopolividona 1% em solução degermante<sup>7</sup>, álcool 70%<sup>8</sup> e iodopolividona 1% em solução aquosa<sup>9</sup>. Panos de campo foram utilizados para isolar o local a ser operado, sendo fixados com pinças de Backhaus. A extremidade do membro foi isolada com atadura de crepe<sup>10</sup> estéril, facilitando a manipulação do mesmo.

A abordagem cirúrgica da tíbia foi realizada de acordo com a técnica descrita por Brinker, citada por PIERMATTEI & GREELEY (1998), almejando minimizar lesões aos tecidos moles adjacentes.

A incisão cutânea foi realizada na face craniomedial do osso, do platô tibial até o maléolo medial. A fáscia subcutânea foi incisada e o feixe safeno (artéria, veia e nervo) protegido, uma vez que cruza o campo no centro da diáfise tibial.

A exposição do foco de fratura ocorreu por meio da incisão da fáscia crural profunda e rebatimento dos músculos tibial cranial, poplíteo e flexor digital longo.

Após exposição do foco de fratura, foi introduzida a broca de 4,5 mm de diâmetro na cavidade medular do fragmento proximal, para sua perfuração, em direção à região craniomedial do platô tibial, próximo à inserção do ligamento patelar (via retrógrada) (Figura 7). O joelho era sempre mantido flexionado.

---

<sup>7</sup> Povidine Degermante Dermo Suave – Johnson & Johnson – São José dos Campos - SP

<sup>8</sup> Álcool – Farmácia Brasil – São Paulo - SP

<sup>9</sup> Povidine Tópico – Johnson & Johnson – São José dos Campos - SP

<sup>10</sup> Ataduras – Cremer – São Paulo - SP

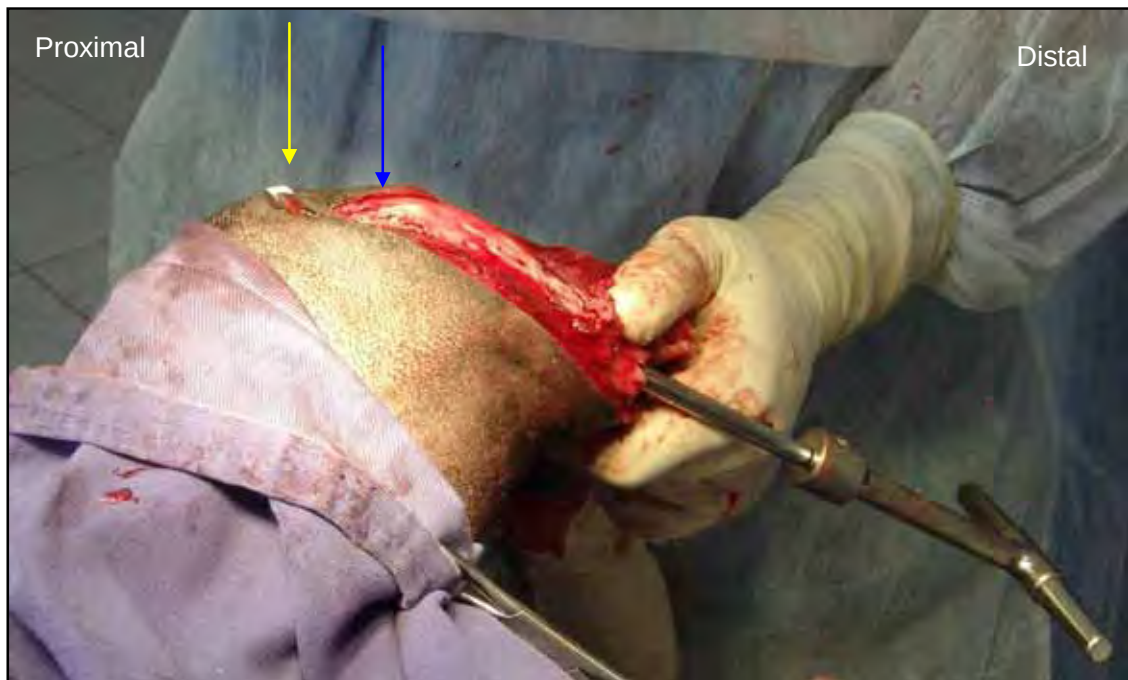
A seguir, foi realizada a fresagem deste trajeto previamente perfurado, utilizando fresa manual de 5, 6, 7 ou 8 mm, dependendo do diâmetro do canal medular tibial (Figuras 8 e 9). O fragmento distal fraturado também foi fresado para melhor acondicionamento da haste (Figura 10).



**Figura 7.** Imagem fotográfica ilustrando a perfuração do fragmento ósseo proximal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a perfuração retrógrada com o joelho flexionado, e a ponta da broca de 4,5 mm saindo próximo à inserção do ligamento patelar (seta amarela). O auxiliar segura o fragmento ósseo fraturado distal (seta azul).



**Figura 8.** Imagem fotográfica ilustrando a fresagem manual do fragmento ósseo proximal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a fresagem retrógrada (inicialmente), da linha de fratura em direção ao orifício, previamente feito com broca de 4,5 mm, próximo à inserção do ligamento patelar (seta azul). O joelho era sempre mantido flexionado.



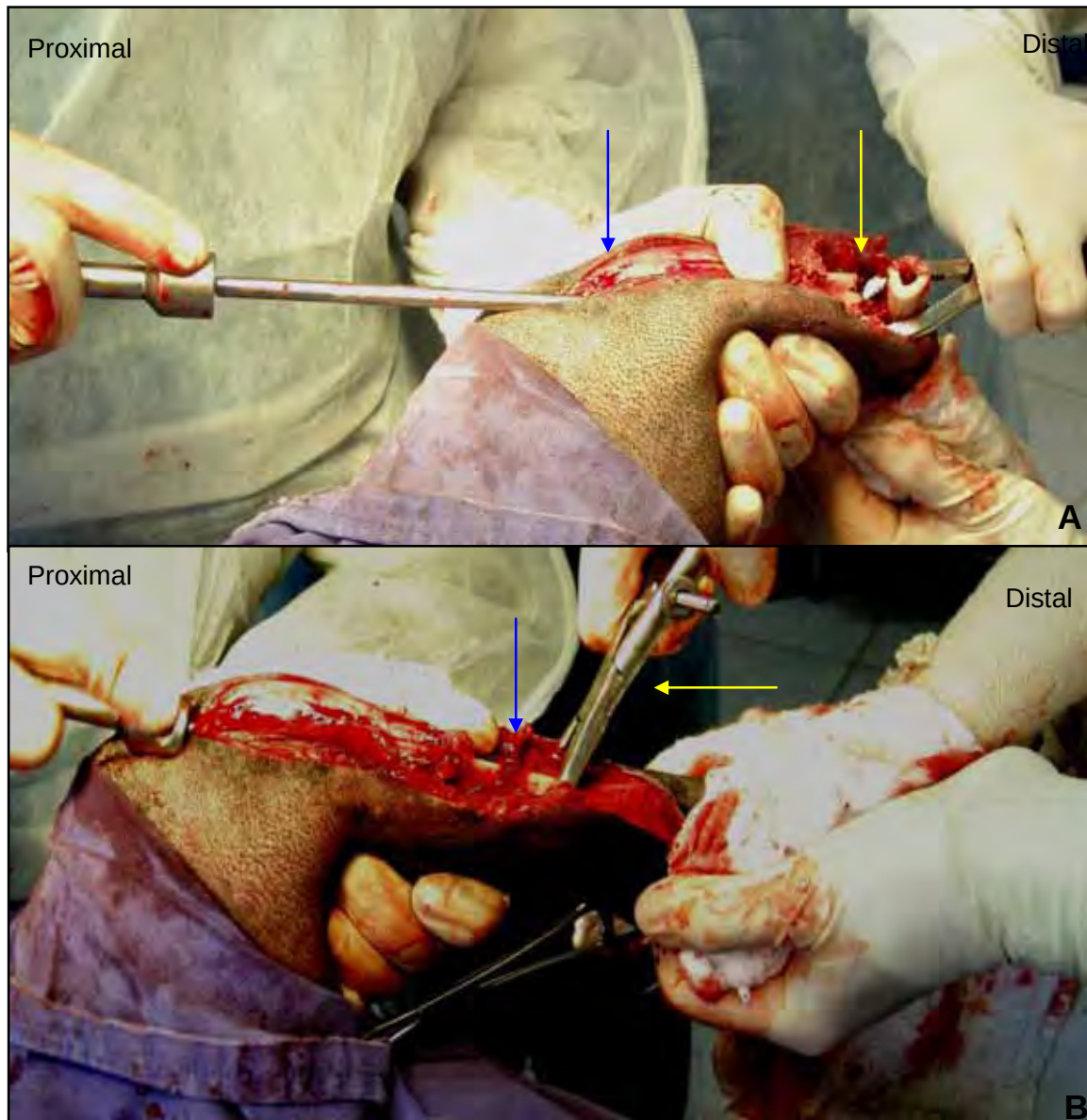
**Figura 9.** Imagem fotográfica ilustrando a fresagem manual, do fragmento ósseo proximal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a fresagem retrógrada (inicialmente), da linha de fratura em direção ao orifício, previamente feito com broca de 4,5 mm, próximo à inserção do ligamento patelar (seta azul). O joelho sempre mantido flexionado. A fresagem se estendia até a visualização externa da fresa pelo orifício (seta amarela).





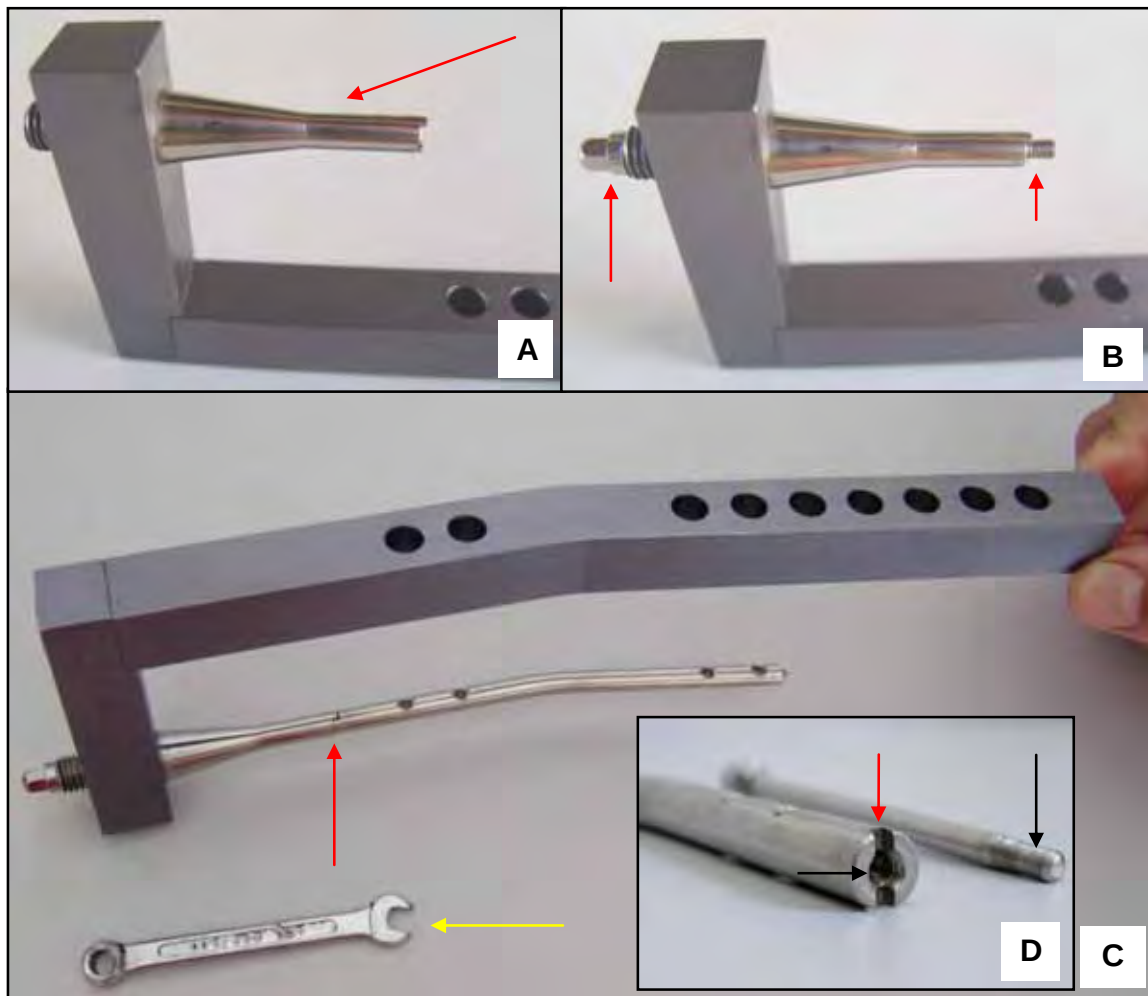
**Figura 10.** Imagem fotográfica ilustrando a fresagem manual, do fragmento ósseo distal, de tíbia esquerda de cão. Nota-se a fresagem normógrada, da linha de fratura (seta amarela) em direção ao maléolo (seta azul).

A fratura era reduzida e o trajeto anteriormente fresado isoladamente (fragmentos proximal e distal), era novamente fresado criando um único trajeto, minimizando erros de angulação, facilitando desta forma a introdução posterior da haste. No momento das fresagens que envolviam o fragmento proximal o joelho do paciente era sempre mantido flexionado, evitando possíveis lesões articulares (Figura 11).

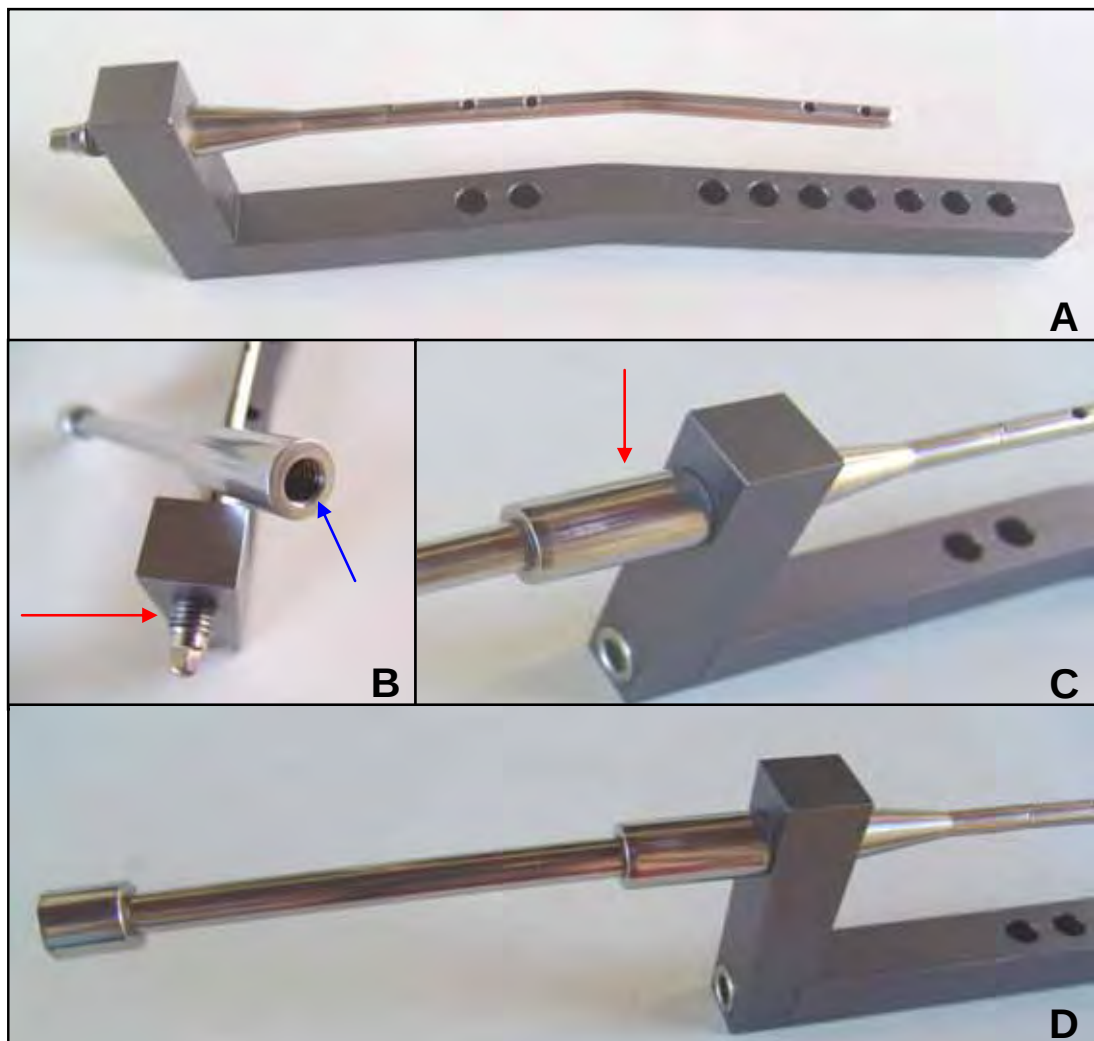


**Figura 11.** Imagens fotográficas ilustrando a fresagem manual, dos fragmentos ósseos fraturados de tíbia esquerda de cão. A) nota-se a fresagem normógrada do orifício previamente feito com broca de 4,5 mm próximo à inserção do ligamento patelar (seta azul), em direção à linha de fratura (seta amarela); B) redução da fratura (seta azul) com auxílio de pinça de redução (seta amarela), e continuação da fresagem em direção ao fragmento distal até próximo ao maléolo.

A haste angulada era conectada ao guia de perfuração através do parafuso conector (Figura 12). Logo em seguida, o impactador era rosqueado no guia de perfuração, protegendo o parafuso conector (Figura 13).



**Figura 12.** Imagens fotográficas ilustrando a conexão da haste angulada no guia de perfuração. A) local no eixo curto onde o parafuso conector é introduzido (seta) para ser rosqueado à haste angulada; B) nota-se a colocação do parafuso conector (setas); C) aspecto final da haste angulada conectada ao guia de perfuração (seta vermelha), com auxílio de chave apropriada (seta amarela). No detalhe (D) nota-se a rosca interna na haste e no parafuso conector (setas pretas), além do entalhe (seta vermelha) na haste que encaixa precisamente no guia, reforçando a conexão.

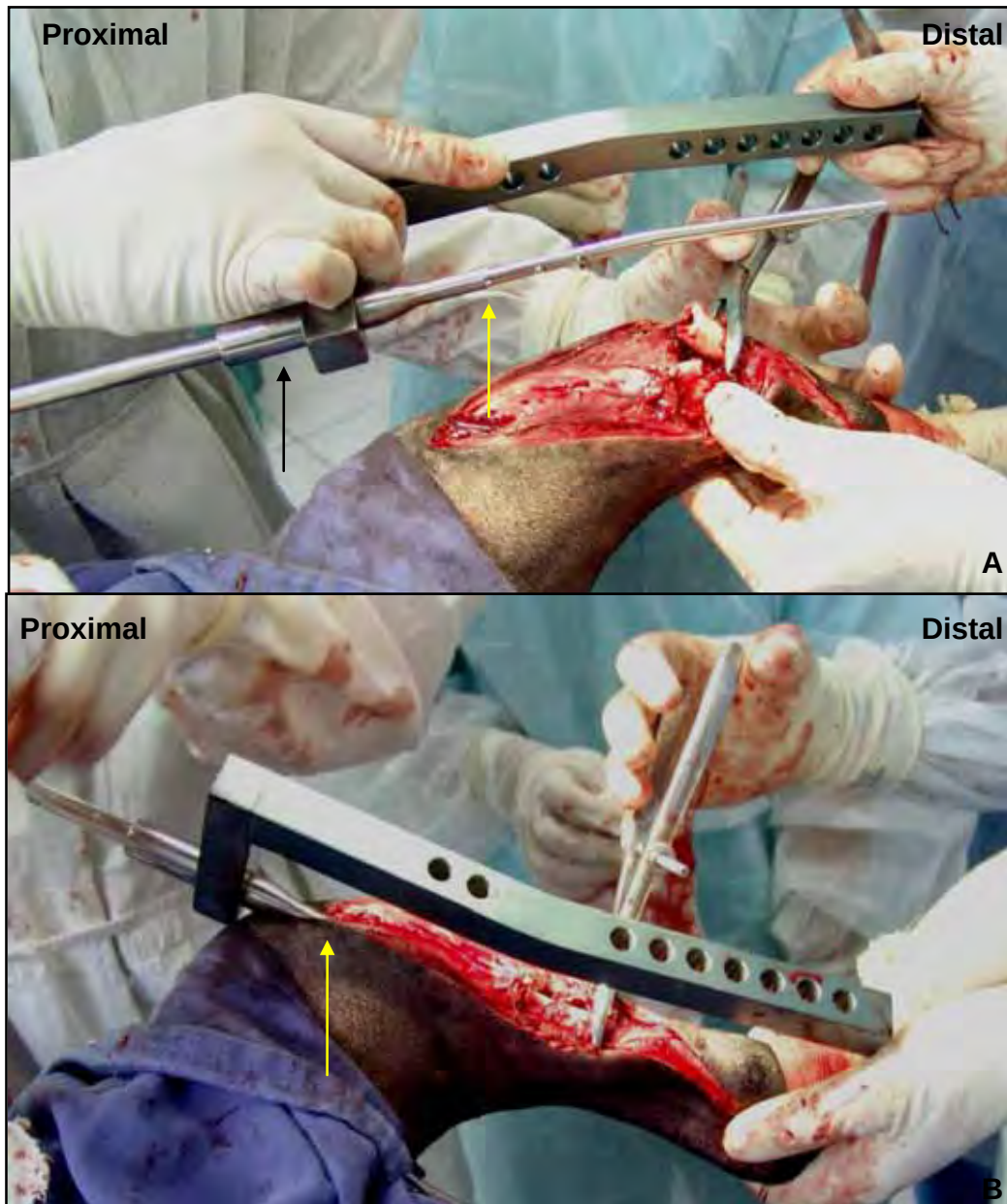


**Figura 13.** Imagens fotográficas ilustrando a colocação do impactador no guia de perfuração. A) Aspecto final da conexão da haste angulada ao guia de perfuração; B) nota-se a rosca em uma das extremidades do impactador (seta azul) e no eixo curto do guia de perfuração (seta vermelha); C) impactador já rosqueado no guia de perfuração (seta vermelha), protegendo o parafuso conector da haste; D) aspecto final da colocação do impactador no guia de perfuração.

Em seguida, a haste era introduzida no canal medular tibial de forma normógrada através do orifício feito previamente na borda do platô, próximo à inserção do ligamento patelar. Após redução da fratura, com pinças de redução, a haste era totalmente



introduzida no canal medular tibial fresado (sepultada) com o auxílio do impactador e martelo (Figura 14).



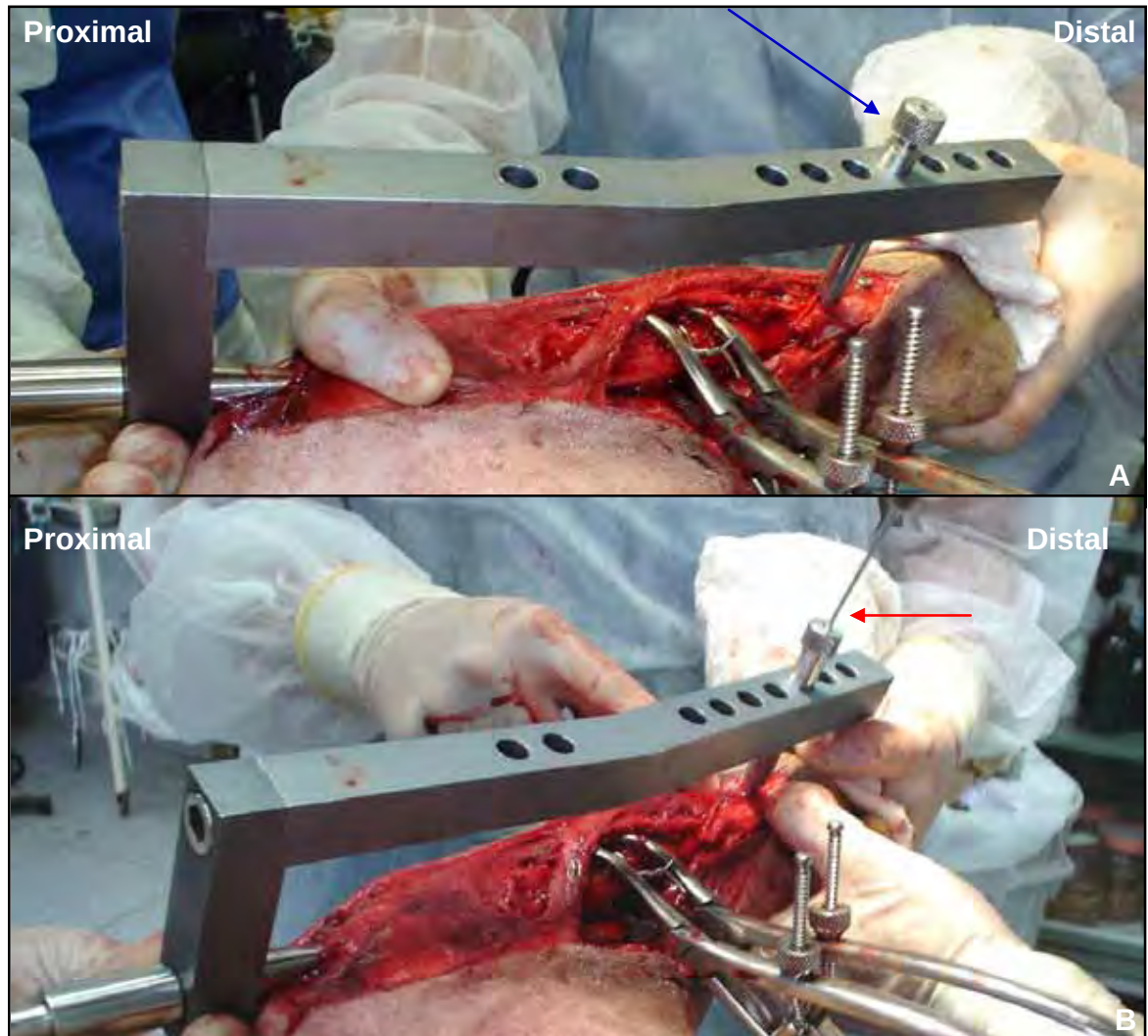
**Figura 14.** Imagens fotográficas ilustrando o momento de introdução da haste angulada de forma normógrada, através do trajeto fresado, nos fragmentos ósseos fraturados de tíbia esquerda de cão. A) nota-se a haste angulada já conectada ao guia de perfuração (seta amarela), e o impactador já rosqueado no guia de perfuração (seta preta); B) redução da fratura com auxílio de pinça de redução (seta preta), e inserção (normógrada) da haste angulada através do trajeto fresado. Nota-se que a haste é totalmente sepultada no canal medular da tíbia (seta amarela).

Utilizaram-se hastes anguladas de maior diâmetro e comprimento possíveis, não obstante, a haste deveria ser longa o bastante para permitir a introdução de ambos os parafusos em corticais intactas (sem fissuras ou falhas ósseas), tanto no segmento proximal quanto no distal.

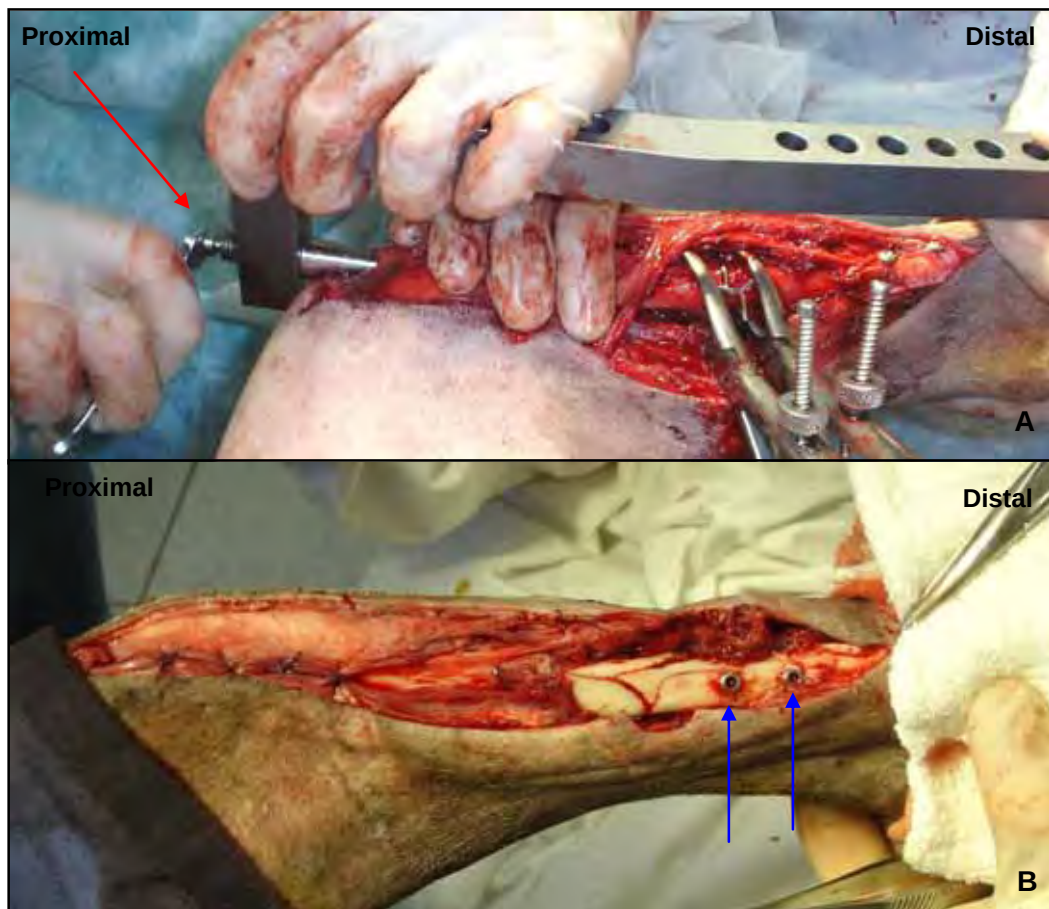
Com o auxílio do guia de perfuração e luvas, foram realizadas as quatro perfurações transversas (perpendiculares) as corticais ósseas com brocas de 1,5, 2,0 ou 2,5 mm de diâmetro, dependendo do diâmetro da haste e do parafuso a ser usado. As perfurações eram iniciadas pelo orifício mais distal (fragmento ósseo distal) (Figura 15). A perfuração iniciava na cortical medial da tíbia, perpassava pelo orifício da haste e depois a cortical oposta (lateral).

As brocas foram utilizadas conforme o diâmetro da haste, para as hastes de 5 mm utilizou-se broca de 1,5 mm, para as de 6 e 7 mm utilizou-se broca de 2,0 mm, e para as hastes de 8 mm foi utilizada a de 2,5 mm.

Ato contínuo foi escolhido o comprimento do parafuso com auxílio do medidor de cortical. Confeccionou-se a rosca com macho de 2,0, 2,7 ou 3,5 mm de diâmetro, dependendo do diâmetro da haste angulada escolhida. O parafuso cortical escolhido foi atarraxado com auxílio de chave apropriada. Os demais orifícios seguiram a mesma sequência. Após o bloqueio da haste, o impactador era desacoplado (rosca) do guia, e este por sua vez era desconectado (rosca) da haste através da remoção do parafuso conector (Figura 16).



**Figura 15.** Imagens fotográficas trans-operatórias de osteossíntese de tíbia de cão com haste intramedular bloqueada angulada, durante a perfuração das corticais ósseas pela face medial. A) nota-se a colocação da luva no guia de perfuração para guiar a perfuração das corticais ósseas (seta); B) perfuração das corticais (orifício distal) utilizando broca guiada pela luva (seta).



**Figura 16.** Imagens fotográficas no trans-operatório de osteossíntese de tíbia de cão com HIBA ilustrando. A) após o bloqueio dos quatro parafusos, o impactador era removido e o parafuso conector era desrosqueado da haste (seta); B) aspecto após a remoção do parafuso conector e do guia de perfuração. Nota-se nesta imagem o início da síntese tecidual e a presença das cabeças dos parafusos distais de bloqueio (setas).

Na síntese tecidual foi utilizado padrão de sutura interrompida simples na musculatura, com poliglactina<sup>11</sup> de numeração apropriada ao tamanho do animal. Na fáscia subcutânea utilizou-se um padrão intradérmico, com o mesmo tipo de fio. A pele foi suturada com náilon<sup>12</sup>, 2-0 ou 3-0, num padrão de sutura interrompido simples. Vale

<sup>11</sup> Vicryl - Ethicon – Johnson & Johnson – São José dos Campos - SP

<sup>12</sup> Mononylon - Ethicon – Johnson & Johnson - São José dos Campos - SP



ressaltar que nos animais de números 4, 6 e 9, que apresentavam fratura exposta, utilizou-se náilon<sup>13</sup>, em virtude da contaminação da área, minimizando possíveis intercorrências.

### **3.2.4 Observações Trans-Operatórias**

Tratando-se de estudo clínico com animais de rotina, apresentando diferentes tipos e localização de fraturas tibiais, além da idade e comportamento dos pacientes, em alguns casos não foram utilizados todos os parafusos para bloqueio, e também outros métodos foram empregados conjuntamente no intuito de promover melhor estabilização do foco de fratura e acelerar a consolidação óssea. Foram empregados nos animais de número 3 e 8 somente um parafuso no fragmento distal em razão do tamanho do osso não ser compatível com as medidas das hastes, que por sua vez foram cortadas, restando somente um orifício de bloqueio para a estabilização do fragmento distal.

Também nestes dois casos cerclagens foram utilizadas, fornecendo estabilização ideal para que todas as forças atuantes no foco de fratura fossem neutralizadas.

Todas as fraturas foram estabilizadas com haste intramedular bloqueada angulada pelo acesso aberto, de forma normógrada, evitando-se lesões excessivas aos tecidos moles circunvizinhos (Tabela 2).

Buscou-se, na medida do possível, a reconstrução dos fragmentos ósseos nas fraturas espirais, com fissuras e esquirolas. Cerclagens com fios de aço ou fios de

---

<sup>13</sup> Mononylon - Ethicon – Johnson & Johnson – São José dos Campos - SP

sutura absorvível orgânico (categute cromado<sup>14</sup>, nº. 0 ou nº. 1) foram utilizadas como método de estabilização adjuvante. No cão de nº. 7 foram utilizadas duas cerclagens de aço inoxidável com diâmetro de 1 mm, no de nº. 8, uma de 0.8 mm, no de nº. 9 uma de 0.6 mm, no de nº. 10, três de 1.0 mm, no de nº 11 duas de 1.2 mm e no de nº. 12 três de 0.6 mm. Nos cães de números 2, 3, 5, 8 e 11 foram utilizadas cerclagens com categute cromado (Tabela 2).

Quando as esquirolas apresentavam-se totalmente livres, foram cortadas em pequenos pedaços (média de 2 a 3 mm) e recolocadas sobre o foco de fratura (cães de números 1 e 5) (Tabela 2).

Houve quebra da cabeça de um parafuso durante o ato operatório em um animal (número 12) (Tabela 2).

Nos cães de números 13, 14 e 15 foram utilizados somente dois parafusos de bloqueio, sendo um no fragmento proximal fraturado e o outro no distal. Tal procedimento ocorreu devido à utilização concomitante, nestes três animais, de fixador esquelético externo, nos quais os dois orifícios da haste sem bloqueio foram bloqueados utilizando pinos com rosca na ponta de perfil negativo (Schanz) fixados externamente por resina acrílica autopolimerizante de metilmetacrilato<sup>15</sup> (Tabela 2).

Os pinos de Schanz foram rosqueados no osso (orifício previamente feito com broca de menor diâmetro), com auxílio de furadeira de baixa rotação, até que duas ou três roscas emergissem na cortical óssea oposta, bloqueando a haste como um parafuso ortopédico convencional. Uma vez colocados os dois implantes (pinos de

---

<sup>14</sup> Catgut Cromado – SHALON Suturas – Goiânia - Goiás

<sup>15</sup> Jet – acrílico autopolimerizante – Campo Limpo Paulista - SP

Schanz), esses foram dobrados com o auxílio de alicates de pressão na distância aproximada de 2 a 3 cm da pele, unidos com resina acrílica de metilmetacrilato. Devido à reação exotérmica produzida pela polimerização da resina, utilizou-se solução fisiológica estéril para resfriá-la, minimizando possíveis danos ao tecido ósseo. Nestes três animais a síntese tecidual foi realizada da mesma forma que os demais.

**Tabela 2.** Observações realizadas durante as avaliações radiográficas e transoperatórias de cães com fratura de tíbia, tratados com Haste Intramedular Bloqueada Angulada (HIBA), no período de julho de 2007 a dezembro de 2008, no Hospital Veterinário da FCAV / UNESP – Câmpus de Jaboticabal - SP.

| Caso nº. | Avaliação<br>Radiográfica<br>(Fratura) | Haste<br>(Ø e comprimento) | Fragmento                             |                                     | Considerações<br>(trans-operatórias)                           |
|----------|----------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|          |                                        |                            | Proximal (Fp)<br>nº. de parafusos e Ø | Distal (Fd)<br>nº. de parafusos e Ø |                                                                |
| 1        | Tíbia D, 1/3 médio distal, oblíqua     | 6 mm - 175 mm              | 2 de 2,7 mm                           | 2 de 2,7 mm                         | Esquírolas fragmentadas no foco                                |
| 2        | Tíbia E, 1/3 médio proximal, oblíqua   | 6 mm - 145 mm              | 2 de 2,7 mm                           | 2 de 2,7 mm                         | <b>XX</b>                                                      |
| 3        | Tíbia E, 1/3 médio proximal, oblíqua   | 6 mm - 145 mm              | 2 de 2,7 mm                           | 1 de 2,7 mm                         | Parafusos (316 L) e <b>XX</b>                                  |
| 4        | Tíbia D, 1/3 médio, oblíqua            | 8 mm - 175 mm              | 2 de 3,5 mm                           | 2 de 3,5 mm                         | Fratura exposta                                                |
| 5        | Tíbia E, 1/3 médio distal, transversa  | 7 mm - 175 mm              | 2 de 2,7 mm                           | 2 de 2,7 mm                         | Parafusos (316 L), <b>XX</b> e Esquírolas fragmentadas no foco |
| 6        | Tíbia E, 1/3 médio distal, oblíqua     | 6 mm - 160 mm              | 2 de 2,7 mm                           | 2 de 2,7 mm                         | Fratura exposta                                                |

D: direito; E: esquerdo; **XX**: cerclagens com fio absorvível (categorize cromado); (Fp): fragmento proximal; (Fd): fragmento distal; Ø: diâmetro (continua...)

**Tabela 2.** Continuação.

| Caso n°. | Avaliação<br>Radiográfica<br>(Fratura)  | Haste               |  | Fragmento                            |                                    | Considerações<br>(trans-operatórias)                                            |
|----------|-----------------------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                         | Ø e<br>comprimento) |  | Proximal (Fp)<br>n° de parafusos e Ø | Distal (Fd)<br>n° de parafusos e Ø |                                                                                 |
| 7        | Tíbia E, 1/3 médio proximal, transversa | 6 mm - 145 mm       |  | 2 de 2,7 mm                          | 2 de 2,7 mm                        | Parafusos (316 L), 2 cerclagens (fio de aço - 1 mm)                             |
| 8        | Tíbia E, 1/3 médio, oblíqua espiralada  | 5 mm - 115 mm       |  | 2 de 2,7 mm                          | 1 de 2,7 mm                        | <b>XX</b> e 1 cerclagem fio de aço 0,8 mm                                       |
| 9        | Tíbia E, 1/3 médio, oblíqua             | 6 mm - 160 mm       |  | 2 de 2,7 mm                          | 2 de 2,7 mm                        | Fratura exposta, cerclagens (fio de aço - 0,6 mm) e fratura de fêmur            |
| 10       | Tíbia D, 1/3 médio, oblíqua espiralada  | 6 mm - 175 mm       |  | 2 de 2,7 mm                          | 2 de 2,7 mm                        | 3 cerclagens (fio de aço - 1 mm)                                                |
| 11       | Tíbia E, 1/3 médio, oblíqua             | 8 mm - 160 mm       |  | 2 de 3,5 mm                          | 2 de 3,5 mm                        | <b>XX</b> e 2 cerclagens (fio de aço 1,2 mm)                                    |
| 12       | Tíbia D, 1/3 médio, oblíqua espiralada  | 5 mm - 130 mm       |  | 2 de 2,7 mm                          | 2 de 2,7 mm                        | Quebra da cabeça do parafuso proximal (Fd) e 3 cerclagens (fio de aço - 0,6 mm) |
| 13       | Tíbia D, 1/3 distal, oblíqua            | 5 mm - 145 mm       |  | 1 de 2,0 mm e 1 Schanz 2 mm          | 1 de 2,0 mm e 1 pino Schanz 2 mm   | HIBA e fixador esquelético externo                                              |
| 14       | Tíbia E, 1/3 médio, oblíqua espiralada  | 5 mm - 130 mm       |  | 1 de 2,0 mm e 1 Schanz 2 mm          | 1 de 2,0 mm e 1 pino Schanz 2 mm   | HIBA e fixador esquelético externo                                              |
| 15       | Tíbia E, 1/3 médio, oblíqua             | 6 mm - 145 mm       |  | 1 de 2,7 mm e 1 pino Schanz 2.5 mm   | 1 de 2,7 mm e 1 pino Schanz 2.5 mm | HIBA e fixador esquelético externo                                              |

D: direito; E: esquerdo; **XX**: cerclagens com fio absorvível (categorize cromado); (F-p): fragmento proximal; (Fd): fragmento distal; Ø: diâmetro

### 3.2.5 Cuidados no Pós-Operatório

Foi solicitado aos proprietários que os animais recebessem curativos diários nos primeiros 10 dias de pós-operatório, com criteriosa limpeza dos pontos de pele e dos implantes (pinos de Schanz), na interface implante pele nos animais de números 13, 14 e 15. Os curativos foram realizados utilizando-se gaze umedecida em solução fisiológica, e logo após borrifada rifamicina<sup>16</sup>.

Também foi recomendada a administração, por via oral, de cefalexina<sup>17</sup> (30mg/kg, a cada 12 horas), durante 10 dias, e meloxicam<sup>18</sup> (0,1mg/kg, a cada 24 horas), durante 5 dias. Os cães deveriam ser mantidos em espaço restrito, de preferência confinados em canil, durante o período de avaliação (120 dias), e usar colar protetor até a retirada dos pontos de pele (10 a 15 dias), ou até a remoção do aparelho de fixação externa (animais 13, 14 e 15).

### 3.2.6 Avaliação Clínica no Pós-Operatório

Os animais foram examinados após 10 dias da realização do procedimento cirúrgico, avaliando seu estado clínico geral, aspecto da ferida operatória, presença ou não de secreções nos pontos de pele, ausência ou não de movimentação no aparelho de fixação externa (animais 13, 14 e 15), assim como no foco de fratura, e sensibilidade dolorosa à palpação e momento de apoio do membro operado.

---

<sup>16</sup> Rifocina Spray – Hoechst Marion Roussel S/A – São Paulo - SP

<sup>17</sup> Keflex – Eli Lilly do Brasil Ltda – São Paulo - SP

<sup>18</sup> Maxicam – Ouro Fino – Ribeirão Preto - SP

Possíveis complicações com o fixador externo também foram examinadas, como quebra ou afrouxamento de algum implante de fixação e quebra ou soltura da resina acrílica (animais de números 13, 14 e 15).

O momento de apoio e marcha do membro operado foi averiguado durante os retornos (10 dias de pós-operatório), depois semanalmente durante os primeiros 30 dias e mensalmente até o fim do período de avaliação (120 dias), e também por meio de indagação aos proprietários por contato telefônico. O grau de apoio do membro foi classificado em quatro categorias; **excelente** – nos casos em que havia total suporte do peso sem claudicação; **bom** – claudicação leve; **satisfatório** – claudicação moderada, mas com suporte do peso e; **insatisfatório** – claudicação permanente, sem suporte do peso.

### 3.2.7 Avaliação Radiográfica

Os procedimentos radiográficos foram realizados no momento do atendimento clínico (pré-operatório), no período pós-operatório imediato e aos 30, 60, 90 e 120 dias de pós-operatório.

O aparelho radiográfico utilizado neste experimento no Hospital Veterinário da FCAV – UNESP Jaboticabal - SP, é do modelo tridoros 812E<sup>19</sup>, com capacidade para 800 mA, equipado com grade antidifusora Potter-Bucky. Foi empregado filme<sup>20</sup> montado em chassi metálico com um par de écrans intensificador Lanex Regular.

---

<sup>19</sup> Siemens – Siemens Medical Ltda - Londres

<sup>20</sup> Kodak MXG/Plus – Kodak Brasileira COM e IND Ltda – São Paulo

A revelação e a fixação dos filmes, previamente identificados por impressão luminosa, foram realizadas em processadora automática, modelo Kodak X- OMAT 2000 Processor.

As tíbias foram radiografadas nas projeções mediolateral e craniocaudal. As fraturas foram classificadas de acordo com a localização e aspecto radiográfico.

Para a realização dos controles radiográficos, quando necessário, o animal era tranquilizado para melhorar o posicionamento, e a calibração do aparelho fundamentada na técnica que relaciona a espessura da região em Kilovoltagem (kVp) e a miliamperagem - segundo (mAs).

As fraturas foram consideradas consolidadas quando o calo ósseo que unia os fragmentos era evidenciado nas projeções mediolateral e craniocaudal.

### **3.2.8 Dinamização**

Após avaliação radiográfica do início de formação de calo ósseo dos animais de números 13, 14 e 15, todos foram submetidos à dinamização, visando aumentar a carga axial durante o suporte do peso, enquanto os implantes remanescentes (HIBA e os dois parafusos corticais) continuavam controlando as forças de rotação e flexão no foco da fratura, almejando acelerar o processo de consolidação e remodelação ósseas. Nos demais animais não houve dinamizações (remoção de parafusos de bloqueio).



Para remoção dos implantes, os animais foram anestesiados, utilizando a associação de tiletamina e zolazepam<sup>21</sup> (1mg/kg) com levomepromazina (1mg/kg), ambos na mesma seringa, administrados pela via intravenosa. Os pinos de Schanz foram desrosqueados da tíbia, deixando os orifícios respectivos da haste desbloqueados, permanecendo nestes três animais (13, 14 e 15) somente a haste intramedular angulada, bloqueada com dois parafusos, um no fragmento proximal da fratura e o outro no distal.

### **3.2.9 Questionário**

Foi elaborado um questionário direcionado aos proprietários com o intuito de cadastrar todos os dados dos pacientes e dos proprietários, além de conter uma série de indagações sobre o pós-operatório, comportamento do animal com relação à técnica utilizada, classificação dos graus de apoio, comportamento após a remoção do aparelho de fixação externa (animais 13, 14 e 15) e grau de satisfação do proprietário. Também foram arguidos se autorizariam a realização da mesma técnica, caso outro animal de sua propriedade viesse a fraturar a tíbia (Quadro 1).

As respostas foram coletadas por via telefônica, no período mínimo de 60 dias após a completa consolidação óssea

---

<sup>21</sup> Zoetil 50 – Virbac – São Paulo

**Quadro 1.** Questionário elaborado para os proprietários dos cães com fraturas de tíbia, tratados com Haste Intramedular Bloqueada Angulada (HIBA) no Hospital Veterinário da FCAV / UNESP – Jaboticabal - SP, no período de julho de 2007 a dezembro de 2008.

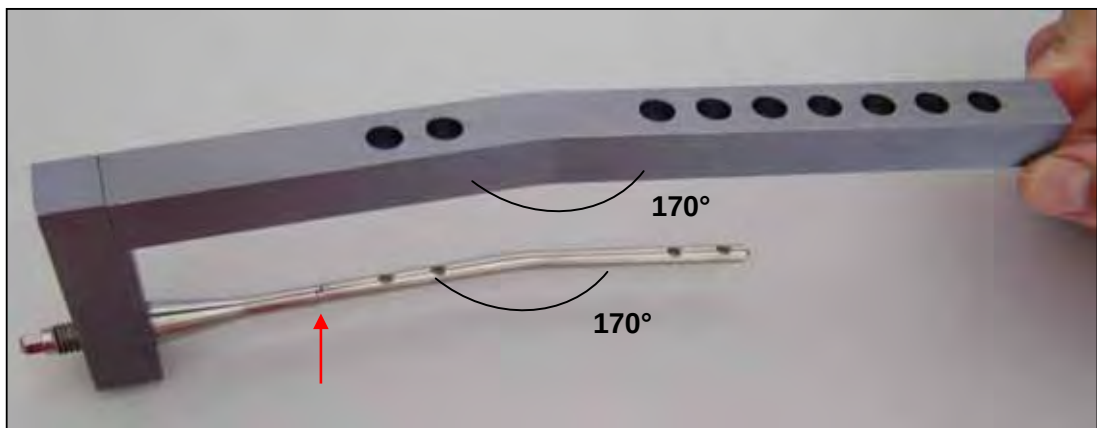
|                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|
| Animal: (nº.____) Nome:_____ RG: _____                                          |
| RX (nº.):_____ Data da cirurgia:_____                                           |
| Raça:_____ Sexo:_____ Peso:_____ kg                                             |
| Proprietário:_____ Cidade:_____ Tel:_____                                       |
| Idade do animal: _____ Cirurgia:_____ Atual:_____                               |
| Tíbia acometida: Direita ( ) Esquerda ( ); Exposição da fratura: Sim( ) Não( )  |
| Classificação da fratura: _____                                                 |
| Tempo de retorno a deambulação após cirurgia: _____                             |
| Tempo de permanência do FEE:_____                                               |
| Presença de secreções nos pinos: Sim ( ) Não ( )                                |
| Usou o colar durante todo o tempo recomendado: Sim ( ) Não ( )                  |
| Animal demonstrou dor devido à presença do FEE.: Sim ( ) Não ( )                |
| <b>Grau de apoio:</b> Excelente ( ) Bom ( ) Satisfatório ( ) Insatisfatório ( ) |
| Animal continuou deambulando após a retirada do FEE.: Sim ( ) Não ( )           |
| Outras enfermidades, (fraturas?):_____                                          |
| Faria novamente neste ou outro animal de sua propriedade: Sim ( ) Não ( )       |
| Atualmente, como está o animal?_____                                            |
| <b>Grau de satisfação do proprietário:</b>                                      |
| Muito satisfeito ( ) Satisfeito ( ) insatisfeito ( ) Muito Insatisfeito ( )     |
| FEE: fixador esquelético externo                                                |

## 4. RESULTADOS

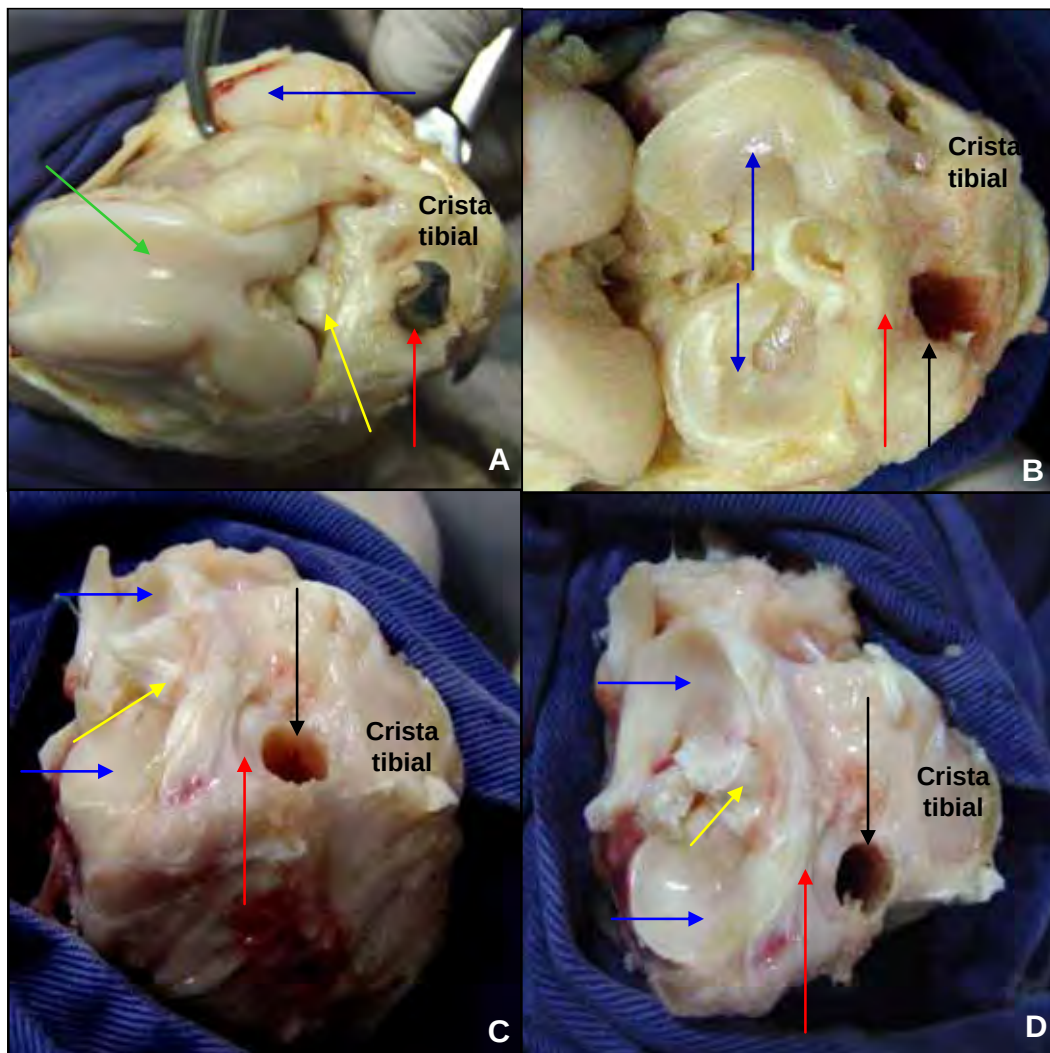
### 4.1 Delineamentos Experimentais e Desenvolvimento do Material

Obteve-se a medida de  $170^\circ$  de angulação, para confecção das hastes, como média das mensurações realizadas nas 30 peças (tíbias caninas). O eixo longo do guia de perfuração foi também confeccionado com a mesma angulação da haste ( $170^\circ$ ) (Figura 17).

Em relação ao estudo da perfuração e fresagem do canal medular tibial, em nenhuma das 20 artrotomias foram evidenciadas injúrias às estruturas intra-articulares, não obstante, notou-se que entre o orifício criado pela perfuração e fresagem, e as estruturas do platô tibial, havia margem de segurança considerável. Além disso, não foi observada nenhuma lesão aos meniscos criada pela broca (perfuração) ou pela fresa (fresagem), assim como às inserções do ligamento cruzado cranial (Figura 18).



**Figura 17.** Imagem fotográfica do guia de perfuração e da haste angulada conectados (seta) ilustrando o mesmo local e medida de angulação ( $170^\circ$ ).



**Figura 18.** Imagens fotográficas de tíbias e articulações do joelho de cães (cadáveres). A) aspecto da artrotomia com o joelho flexionado. Nota-se a ponta da fresa próximo a crista tibial (seta vermelha), tróclea sem nenhuma injúria causada pela broca e fresa (seta verde), assim como a patela (seta azul) e o ligamento cruzado cranial (seta amarela); B) nesta imagem foram removidos os ligamentos da articulação do joelho e também a fresa, para que pudessem ser evidenciados possíveis danos aos meniscos (setas azuis), porém a perfuração e fresagem não causaram nenhum dano a eles, nota-se a distância segura entre o orifício (seta preta) e os meniscos (seta vermelha); C e D) imagens do platô tibial onde se verifica o local do orifício (setas pretas) que posteriormente seria utilizado para introduzir a haste angulada, notar a distância segura (setas vermelhas) deste para com as demais estruturas articulares: meniscos (setas azuis) e inserções do ligamento cruzado cranial (setas amarelas).

## 4.2 Avaliação Clínica

A média de idade dos 15 cães avaliados foi de 3,1 anos (37,6 meses).

Os resultados dos exames laboratoriais encontravam-se dentro dos parâmetros de normalidade para a espécie, porém alguns animais apresentavam trombocitopenia e outros sinais típicos de hemoparasitoses, que concomitante ao tratamento cirúrgico receberam tratamento clínico medicamentoso para a afecção citada.

Não houve complicações trans-operatórias em nenhuma cirurgia realizada nos 15 cães.

No primeiro retorno pós-operatório (10 dias), a sutura de pele foi removida, não evidenciando-se casos de deiscência, apesar de quatro proprietários relatarem, ao final do tratamento, no questionário, não terem utilizado o colar protetor como previamente recomendado.

Aos 10 dias de pós-operatório, nenhum cão apresentou mobilidade no foco de fratura, porém alguns animais apresentavam edema considerável no membro operado. Tais animais foram submetidos a pensos do tipo Robert Jones, repouso e confinamento em canil. Após sete dias o edema havia regredido e os pensos foram removidos.

Com relação ao momento de apoio (informações coletadas nos retornos e no questionário), a função do membro operado foi classificada em categoria boa ou excelente em 10 animais, com período médio para retorno da função de sete dias incluindo os cães que apresentavam outras lesões concomitantes. A categoria

satisfatório foi classificada nos cinco animais restantes, porém, em aproximadamente 10 dias de pós-operatório, já se enquadravam na mesma categoria que os demais.

A recuperação do apoio mais precoce (excelente) aconteceu aos dois dias e o mais tardio (satisfatório) aos 14 dias de pós-operatório.

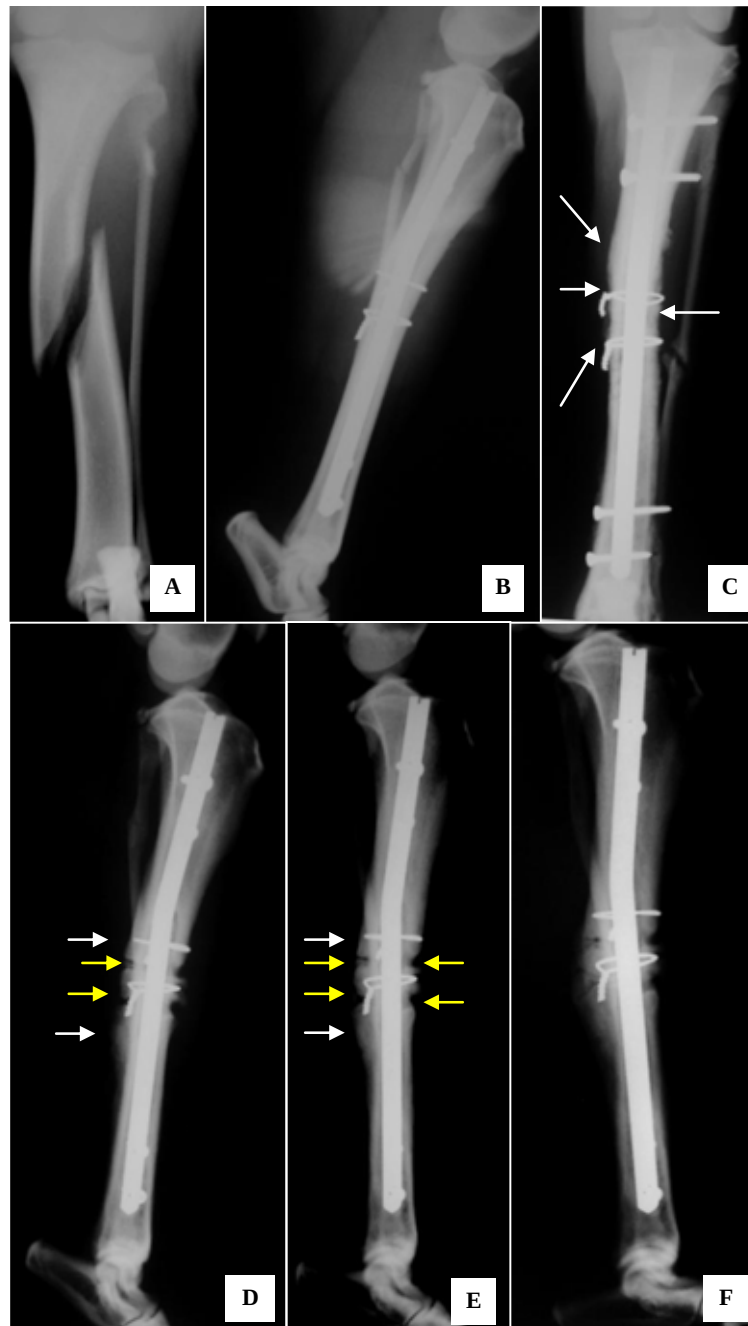
Quanto ao questionamento feito aos proprietários, sobre seu grau de satisfação em relação à técnica empregada nas fraturas de seus cães, todos demonstraram estar muito satisfeitos com os resultados obtidos

Ao serem questionados se aceitariam que seu animal fosse submetido novamente à mesma técnica utilizada (haste intramedular bloqueada angulada na tíbia), a resposta foi idêntica à anterior, ou seja, satisfeitos.

### **4.3 Avaliação Radiográfica**

As evidências radiográficas foram relativamente semelhantes para todos os animais logo após a cirurgia (pós-operatório imediato), com bom alinhamento do eixo ósseo, correta colocação da haste intramedular angulada e dos parafusos de bloqueio, assim como os pinos de Schanz utilizados nos animais de números 13, 14 e 15.

A formação parcial de calo ósseo foi evidenciada em 15 cães com tempo médio de 57 dias de pós-operatório. Três cães obtiveram consolidação óssea aos 30 dias, um aos 45 dias, nove aos 60 dias e dois aos 90 dias de pós-operatório (Figuras 19, 20, 21 e 22).



**Figura 19.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 11), ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da haste bloqueada angulada e cerclagens; C) reação periosteal com formação de calo ósseo aos 30 dias de pós-operatório (setas); D e E) progressão da formação do calo ósseo aos 60 e 90 dias de pós-operatório respectivamente (setas brancas) e vestígios radiográficos das cerclagens de catagute usados para auxiliar a estabilização (setas amarelas); F) aos 120 dias de pós-operatório, em processo de remodelamento ósseo.





**Figura 20.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 13), ilustrando: A e B) imagem pré-operatória da fratura; C) pós-operatório imediato com o uso da haste bloqueada angulada e fixador esquelético externo; D) reação periosteal aos 30 dias de pós-operatório (setas); E e F) formação de calo ósseo aos 45 dias de pós-operatório (setas).



**Figura 21.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 1), ilustrando: A e B) imagens pré-operatórias da fratura; C) pós-operatório imediato com o uso da HIBA; D) reação periosteal aos 30 dias de pós-operatório (setas); E e F) reação periosteal mais evidente aos 60 dias de pós-operatório, com início de consolidação óssea (setas).



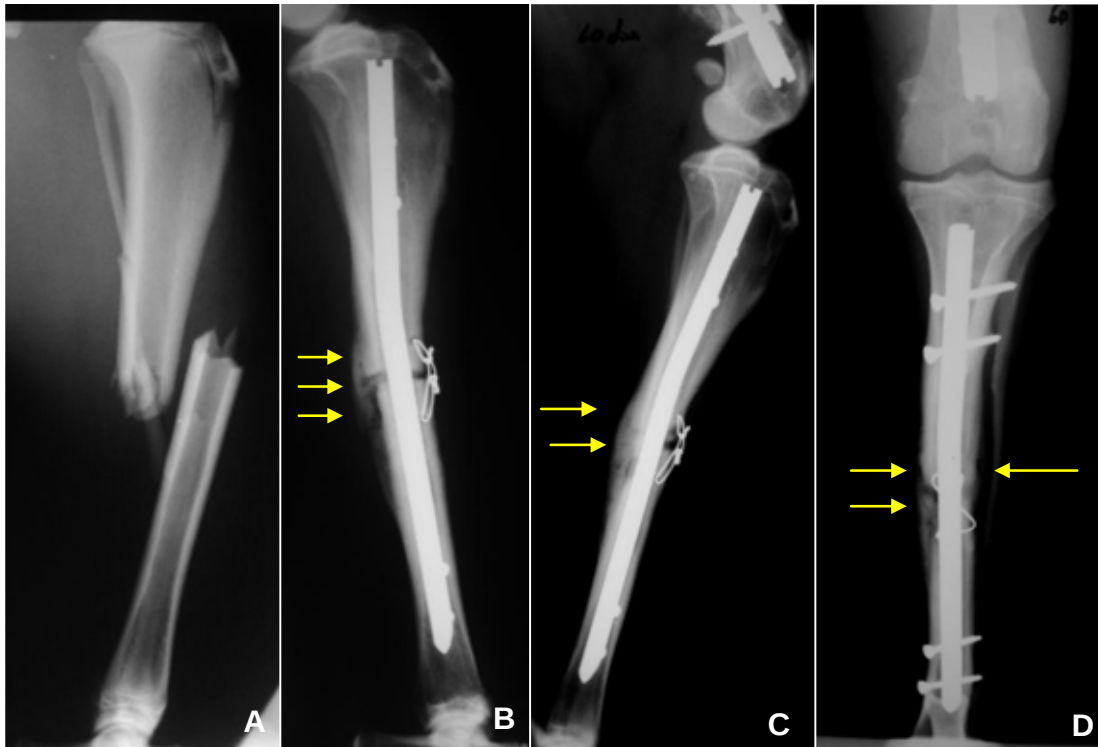
**Figura 22.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 10), ilustrando: A e B) imagens pré-operatórias da fratura; C) pós-operatório imediato com o uso da HIBA e cerclagens; D) pouca reação periosteal aos 30 dias de pós-operatório (setas); E) reação periosteal mais evidente aos 60 dias de pós-operatório (setas); F) reação periosteal com início de consolidação óssea aos 90 dias de pós-operatório (setas).

Nos animais de números 4, 6 e 9 as fraturas tibiais eram expostas, porém não foram observadas complicações. O animal de número 4 apesar de apresentar fratura exposta e ser operado somente 20 dias após o atendimento (proprietário não retornou na data marcada para osteossíntese) apresentou consolidação óssea aos 60 dias de pós-operatório (Figura 23).



**Figura 23.** Imagens radiográficas em projeções mediolaterais de tíbia de cão (animal nº. 4), ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da HIBA, cabe ressaltar que a fratura estava exposta à 20 dias neste momento radiográfico; C) consolidação óssea aos 60 dias de pós-operatório (setas).

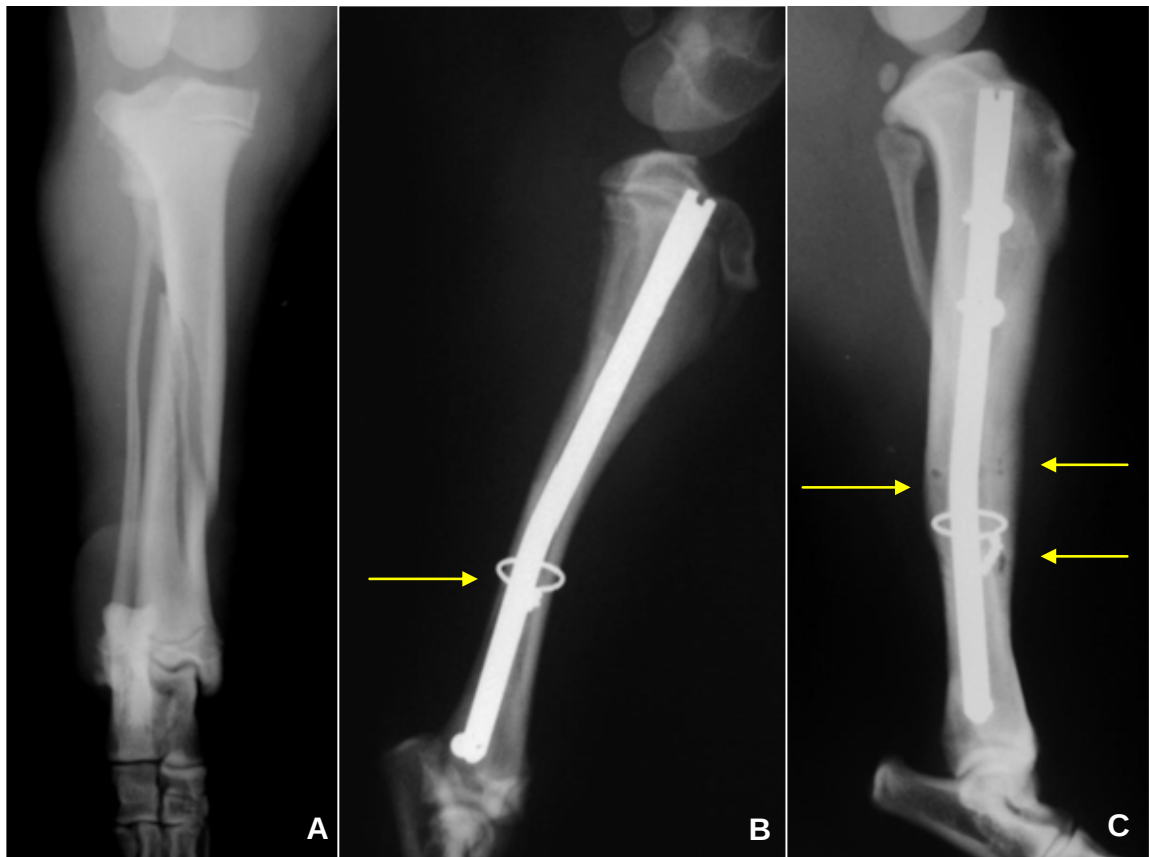
Aos 60 dias de pós-operatório foi evidenciado radiograficamente no animal nº. 9 a presença de calo ósseo em formação. A fratura tibial era exposta, contudo não apresentou nenhuma complicação (Figura 24).



**Figura 24.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tibia de cão (animal nº. 9), ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) osteossíntese de tibia com 30 dias de pós-operatório com o uso da HIBA e cerclagem, notar início de formação de calo ósseo (setas); C e D) reação periosteal e formação de calo ósseo aos 60 dias de pós-operatório (setas).

Em seis animais (7, 8, 9, 10, 11 e 12) foram utilizadas cerclagens de aço associadas à haste bloqueada angulada, como forma coadjuvante de estabilização, principalmente nos casos de fraturas oblíquas longas. Tal técnica auxiliar se mostrou eficaz, não atrapalhando a consolidação das fraturas (Figura 25). Nos animais de números 8 e 11, juntamente com as cerclagens de aço, foram utilizadas cerclagens com

fio de sutura absorvível (categute cromado), obtendo ótimos resultados de estabilização e nenhum contratempo com relação à formação de calo ósseo.



**Figura 25.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal número 8) tratada com haste intramedular bloqueada angulada e cerclagens (fio de aço e fio de categute), ilustrando: A) Imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da HIBA e cerclagem de aço (seta); C) consolidação óssea em fase de remodelação aos 120 dias de pós-operatório (setas).

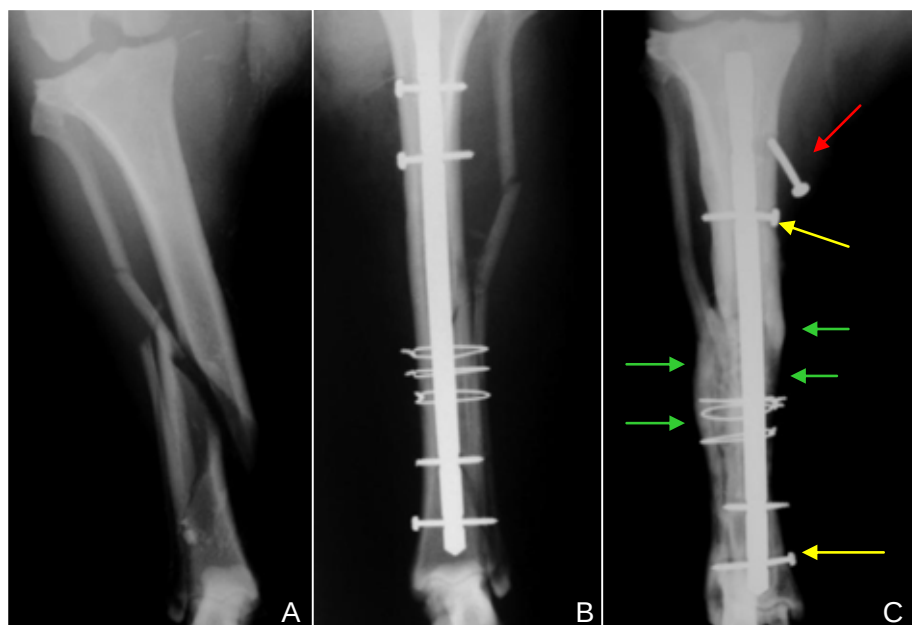
As cerclagens com fio de sutura absorvível (categute cromado) usadas para auxiliar a estabilização das fraturas, conjuntamente com as de aço, se mostraram

bastante eficientes. Não obstante, a formação de calo ósseo nestes animais em nada foi prejudicada (Figura 26). As cerclagens com fios absorvíveis orgânicos foram utilizadas nos animais de números 2, 3, 8 e 11.



**Figura 26.** Imagens radiográficas em projeções mediolaterais e craniocaudal de tíbia de cão (animal número 2) tratado com haste intramedular bloqueada angulada ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) imagem pós-operatória imediata (animal nº. 2), nota-se que radiograficamente fio de cerclagem com categutite não pode ser visibilizado (setas); C) nota-se formação de calo ósseo e a presença do trajeto radioluscente onde está o fio de sutura absorvível (categutite cromado) utilizado como cerclagem (setas), sendo englobado pelo calo ósseo aos 60 dias de pós-operatório.

O animal de número 12 sofreu trauma aos 25 dias de pós-operatório, o que causou claudicação do membro operado por três dias, porém retornou a apoiar o membro em seguida. Ao exame radiográfico notou-se deformidade em dois parafusos de bloqueio e afrouxamento com migração de outro. Não houve problemas com a haste angulada e nem com as cerclagens de aço. Radiograficamente evidenciou consolidação óssea entre 30 e 45 dias de pós-operatório e remodelação óssea aos 120 dias de pós-operatório. Após este período, o animal foi submetido à intervenção cirúrgica para remoção do parafuso proximal (fragmento proximal), uma vez que este estava totalmente solto do osso (migração), em processo de fistular (figura 27).



**Figura 27.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal de tíbia de cão (animal nº. 12), tratada com haste intramedular bloqueada angulada e cerclagens de aço ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato com o uso da HIBA e cerclagens; C) consolidação da fratura aos 120 dias de pós-operatório (setas verdes); nota-se deformidade angular em dois parafusos de bloqueio (setas amarelas), e migração de um parafuso de bloqueio (seta vermelha).

Os aspectos radiográficos estão agrupados na Tabela 3, com as alterações ocorridas em cada animal durante os períodos avaliados.



**Tabela 3.** Aspectos radiográficos de acordo com os períodos avaliados. Os números em negrito correspondem aos cães tratados com haste bloqueada angulada (HIBA). Os números na tabela referem-se aos dias dos achados radiográficos.

| Aspectos Radiográficos/ animais     | 01 | 02       | 03       | 04  | 05 | 06  | 07       | 08           | 09       | 10       | 11           | 12       | 13       | 14       | 15       |
|-------------------------------------|----|----------|----------|-----|----|-----|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| Reabsorção óssea no foco de fratura | X  | X        | X        | X   | X  | X   | X        | X            | X        | X        | X            | X        | X        | X        | X        |
| Reação periosteal                   | 30 | 30       | 30       | 30  | 30 | 30  | 30       | 30           | 30       | 30       | 30           | 30       | 30       | 30       | 30       |
| Presença de calo ósseo              | 60 | 30       | 30       | 90  | 60 | 90  | 60       | 60           | 60       | 90       | 30           | 60       | 45       | 60       | 60       |
| Remodelação do calo ósseo           | 90 | 60       | 60       | 120 | 90 | 120 | 90       | 90           | 90       | 120      | 60           | 120      | 90       | 90       | 90       |
| Fixação auxiliar                    | X  | <b>C</b> | <b>C</b> | X   | X  | X   | <b>A</b> | <b>A e C</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A e C</b> | <b>A</b> | <b>F</b> | <b>F</b> | <b>F</b> |
| Deformação da haste angulada        | X  | X        | X        | X   | X  | X   | X        | X            | X        | X        | X            | X        | X        | X        | X        |
| Deformação de parafusos             | X  | X        | X        | X   | X  | X   | X        | X            | X        | X        | X            | <b>V</b> | X        | X        | X        |
| Migração de implantes               | X  | X        | X        | X   | X  | X   | X        | X            | X        | X        | X            | <b>V</b> | X        | X        | X        |
| Quebra da cabeça do parafuso        | X  | X        | X        | X   | X  | X   | X        | X            | X        | X        | X            | <b>V</b> | X        | X        | X        |
| Quebra de cerclagem                 | X  | X        | X        | X   | X  | X   | X        | X            | X        | <b>V</b> | X            | X        | X        | X        | X        |

X: não verificado; **V**: verificado; **A**: cerclagens com fio de aço; **C**: cerclagens com categut; **F**: fixador esquelético externo.

#### **4.4 Dinamização**

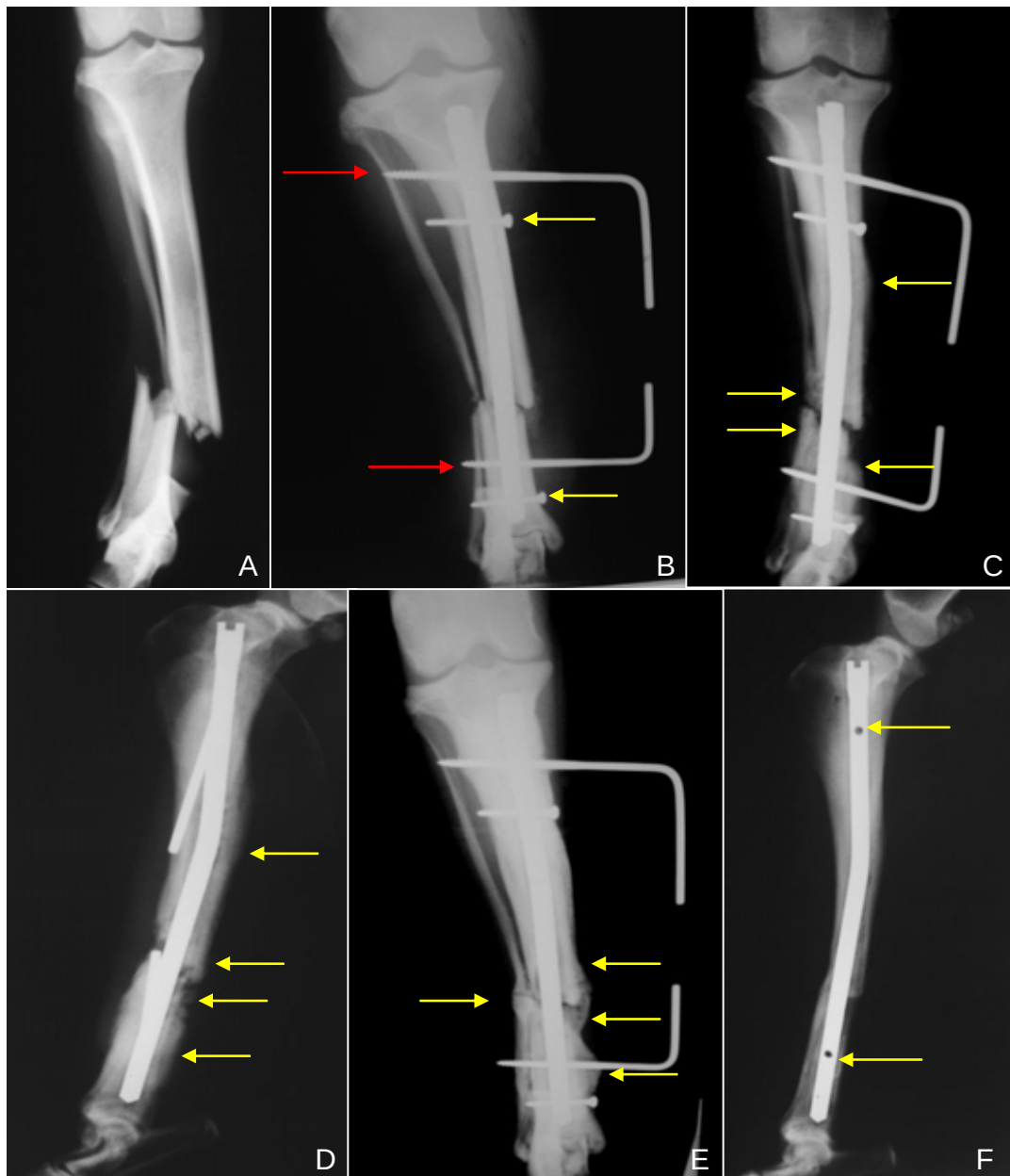
Dinamizações foram realizadas em três animais (13, 14 e 15), que por sua vez possuíam o fixador esquelético externo como coadjuvante do bloqueio, conjuntamente aos parafusos.

As dynamizações foram realizadas quando se observava ao exame radiográfico, a proliferação óssea exuberante ao redor do foco de fratura, ou aquém das expectativas. Nestes dois casos, os dois pinos de Schanz foram removidos, remanescendo os dois parafusos corticais de bloqueio.

Após a remoção dos pinos de fixação externa, nestes três animais, a qualidade do apoio pós-operatório, que era considerada excelente, se manteve.

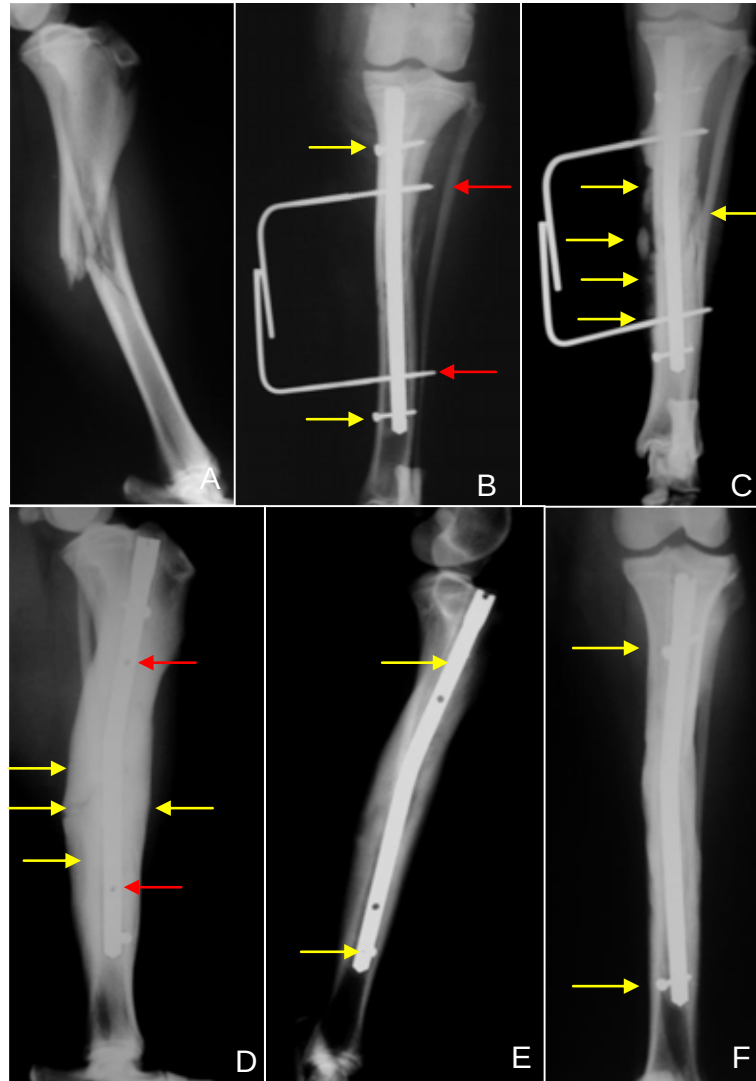
Os três animais suportaram bem o uso do colar protetor durante o período em que ficaram com o fixador esquelético externo, não acarretando nenhum inconveniente também aos proprietários.

No animal de número 13, os pinos de Schanz foram colocados nos orifícios proximais de bloqueio da haste nos fragmentos proximal e distal. Neste animal a dynamização ocorreu aos 45 dias de pós-operatório, uma vez que no primeiro retorno radiográfico, aos 30 dias, notou-se proliferação óssea considerável. O animal retornou após 15 dias (45 dias de pós-operatório) sendo submetido à dynamização (remoção dos pinos de Schanz) (Figura 28).



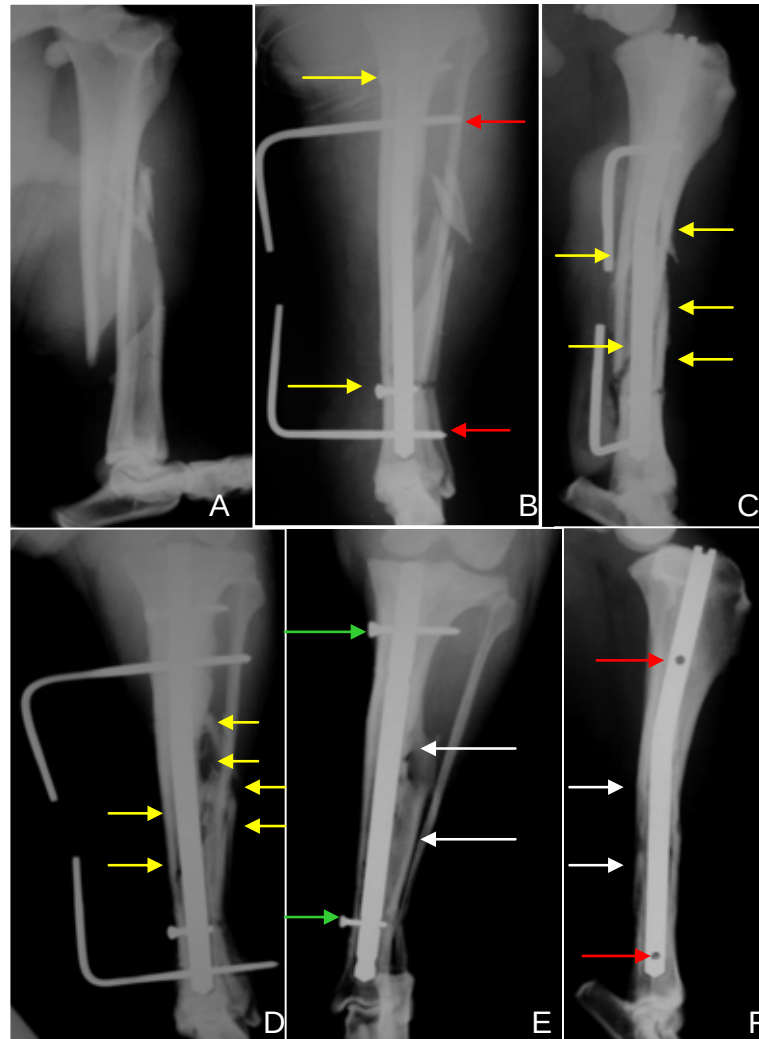
**Figura 28.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 13), tratada com haste intramedular bloqueada angulada, bloqueada com parafusos corticais e pinos de Schanz (fixador externo) ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato, notar os parafusos de bloqueio cortical (setas amarelas) e os pinos de Schanz (setas vermelhas); C e D) nota-se reação periosteal no foco de fratura aos 30 dias de pós-operatório (setas); E) grande proliferação óssea no foco de fratura (setas) aos 45 dias de pós-operatório. Momento em que ocorreu a dinamização (remoção dos pinos de Schanz); F) remodelação do calo ósseo aos 90 dias de pós-operatório. Notam-se dois orifícios da haste angulada sem os bloqueios (pinos removidos) (setas).

No animal de número 14, os pinos de Schanz foram colocados no orifício distal do fragmento proximal e o outro no orifício proximal do fragmento distal. A dinamização ocorreu aos 30 dias, quando verificou-se radiograficamente proliferação óssea no foco de fratura (Figura 29).



**Figura 29.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 14), tratada com HIBA, bloqueada com parafusos corticais e pinos de Schanz (fixador externo) ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato, notar os parafusos de bloqueio (setas amarelas) e os pinos de Schanz (setas vermelhas); C) nota-se intensa reação periosteal no foco de fratura aos 30 dias de pós-operatório (setas), neste dia os pinos de Schanz foram removidos (dinamização); D) calo ósseo exuberante (setas amarelas). Nota-se a remoção dos pinos de Schanz e os dois orifícios sem bloqueio (setas vermelhas); E e F) imagens radiográficas dos 90 e 120 dias de pós-operatório respectivamente. Nota-se remodelamento do calo ósseo e a haste angulada sendo bloqueada pelos dois parafusos corticais (setas).

No animal de número 15, os pinos de Schanz foram colocados nos orifícios distais das seções de bloqueio (proximal e distal à angulação). A dinamização ocorreu aos 60 dias de pós-operatório, pois foi verificado radiograficamente proliferação óssea (calo ósseo) (Figura 30).



**Figura 30.** Imagens radiográficas em projeções craniocaudal e mediolateral de tíbia de cão (animal nº. 15), tratada com HIBA, bloqueada com parafusos corticais e pinos de Schanz (fixador externo) ilustrando: A) imagem pré-operatória da fratura; B) pós-operatório imediato, notar os parafusos de bloqueio cortical (setas amarelas) e os pinos de Schanz (setas vermelhas); C) reação periosteal no foco de fratura aos 30 dias de pós-operatório (setas); D) calo ósseo (60 dias de pós-operatório) no foco de fratura (setas amarelas). A dinamização foi realizada neste dia após este exame radiográfico; E e F) imagens radiográficas dos 90 e 120 dias de pós-operatório respectivamente. Nota-se a ausência dos pinos de Schanz e os dois orifícios sem bloqueio (setas vermelhas); remodelamento do calo ósseo (setas brancas) e a haste angulada sendo bloqueada pelos dois parafusos corticais (setas verdes).

## 5. DISCUSSÃO

Nos últimos anos houve aumento da ocorrência de fraturas tibiais em cães oriundas, principalmente, por acidentes automobilísticos. O tratamento dessas fraturas geralmente é cirúrgico, pois a opção pela terapia conservadora frequentemente não permite o alinhamento correto dos fragmentos ósseos, acarretando dificuldade ou incapacidade para deambulação (BASINGER & SUBER, 2004; GIORDANO, 2004; DIAS, 2006). Em virtude da grande casuística (20% das fraturas de ossos longos e 12% das fraturas apendiculares) (PIERMATTEI & FLO, 1999; BASINGER & SUBER, 2004; DIAS, 2006), a tíbia foi o osso escolhido para este estudo clínico.

É impossível identificar o método ideal de estabilização de fraturas devido à grande variação entre os pacientes, tipos das fraturas, lesões concomitantes, habilidade do cirurgião e aspectos financeiros. Desta forma, cada método apresenta vantagens que devem ser maximizadas e desvantagens que necessitam ser minimizadas (HARARI, 2002).

Partindo do pressuposto de que os métodos de fixação devem resistir às forças mecânicas incidentes no foco de fratura, incluindo a força de flexão, compressão axial e a de rotação (MUIR et al., 1993), a haste intramedular bloqueada apresenta muitas características biomecânicas vantajosas (DURRAL & DIAZ, 1996; DUHAUTOIS, 2003; GIORDANO, 2004; SCHMAEDECKE et al., 2005). Como a haste intramedular bloqueada e todo seu instrumental para sua implantação não estão bem difundidos no Brasil, mesmo possuindo superioridade biomecânica quando comparada aos demais métodos de estabilização, buscou-se, neste estudo, desenvolver material para

implantação da haste intramedular bloqueada angulada para uso exclusivo em fraturas tibiais de cães.

A osteossíntese com haste intramedular bloqueada encontra sua maior indicação na medicina humana em fraturas diafisárias dos ossos longos (WISS et al., 1990; JUBEL et al., 2003; WHITE et al., 2006), e na medicina veterinária são comumente utilizadas no reparo de fraturas em ossos longos, instáveis, do ponto de vista axial ou rotacional principalmente no fêmur, tíbia e úmero (BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004). Além disso, são indicadas em fraturas diafisárias expostas ou fechadas, cominutivas, pseudoartroses com ou sem infecção, em osteotomias para correção de rotação, e aumento ou diminuição no tamanho do osso (DUELAND et al., 1999; PASCHOAL & PACCOLA, 2000). No presente trabalho, todos os animais apresentavam fraturas tibiais instáveis no plano rotacional ou rotacional e axial.

Os implantes metálicos são frequentemente utilizados em osteossínteses de cães e gatos (SOONTORNVIPART et al., 2003). Utilizou-se, neste estudo, o aço inoxidável da série 316L para confecção das hastes anguladas, o qual possui comprovadamente aceitável biocompatibilidade e resistência à corrosão (DURALL & DIAZ, 1996, GIORDANO, 2004), sendo também o material de escolha por diversos autores como PASCHOAL & PACCOLA (2000); GALUPPO et al. (2002); SUBER & BASINGER (2002) e SCHMAEDECKE et al. (2005).

A duração dos procedimentos cirúrgicos não foi aferida neste estudo, porém DUHAUTOIS (2003) relata que a osteossíntese com o emprego de haste intramedular bloqueada é razoavelmente rápida. O mesmo autor cita que em 71 cirurgias ortopédicas com esta técnica, o tempo cirúrgico médio foi inferior à uma hora (52 minutos). Não

obstante, corroborando com DURALL et al. (1993), esta técnica é relativamente simples de ser realizada quando comparada à outras modalidades e pode ser aplicada a uma variação grande de tipos de fraturas.

Em todos os 15 cães, o acesso à fratura e a implantação das hastes foram realizadas de forma aberta, porém a dissecação dos tecidos moles fora feita com parcimônia, minimizando a destruição em massa da vascularização periosteal, diminuindo as chances de não uniões, dados estes semelhantes aos citados por MUIR & JOHNSON (1996); SOONTORNVIPART et al. (2003); BASINGER & SUBER, (2004); HORSTMAN et al. (2004); FAN et al. (2005); SCHMAEDECKE et al. (2005). No entanto, DUELAND et al. (1999) e DUHAUTOIS (2003), afirmam que o melhor acesso é o fechado ou, caso necessite ser aberto, seja realizado com mínima dissecação dos tecidos moles, como fora o preconizado neste presente estudo.

Em osteossínteses tibiais, quando o pino intramedular é utilizado no canal medular, pode acarretar, frequentemente, complicações peri-articulares e intra-articulares, como por exemplo, interferência do pino com os ligamentos cruzados, meniscos, ligamento patelar, côndilos femorais, tróclea e patela (DIXON et al., 1994; PARDO, 1994; PIERMATTEI & FLO, 1999).

Em virtude destas possíveis complicações e ao fato de haver necessidade de perfurar com a broca e fresar o canal medular tibial em direção ao joelho, criando um orifício na face medial próximo à crista tibial, realizou-se estudo anatomo-clínico prévio em cadáveres, no qual foi observado que tais procedimentos em nada comprometeram as estruturas articulares, sendo comprovado, *in vivo* em 15 animais, que não



apresentaram nenhuma complicação desde o pós-operatório imediato até a última avaliação aos 120 dias.

Utilizou-se hastes de maior comprimento e diâmetro possíveis, corroborando com os achados de LIN et al. (2001); CHEUNG et al. (2004); GIORDANO (2004) e SCHMAEDECKE et al. (2005), que citam estes pontos como críticos para que haja boa estabilização e consolidação óssea. Para tanto, o canal medular foi fresado, consoante ao proposto por FAIRBANK et al. (1995), sendo este procedimento necessário para homogeneização e adequação da haste no interior do canal medular tibial.

No entanto, os resultados da fresagem no presente trabalho não foram os mesmos obtidos por FROLKE et al. (2001), que citam o aumento da temperatura provocada pela fresagem como fator desencadeante de severas complicações da técnica, podendo ocasionar desde quadros de retardo na consolidação até processos de tromboembolismo, fatos estes não observados no presente estudo.

De acordo com DUHAUTOIS, (2001); DURALL et al. (2001); KHARE & MEHRA, (2002), as hastes podem ser implantadas na cavidade medular de maneira retrógrada, contudo, neste estudo, as hastes intramedulares anguladas foram inseridas na cavidade medular tibial pelo acesso normógrado, como nos estudos e citações de LARIN et al. (2001); JOHNSON & HULSE, (2002); GIORDANO, (2004); SCHMAEDECKE et al. (2005).

Segundo DUHAUTOIS, (1995); GIORDANO, (2004) e SCHMAEDECKE et al., (2005), normalmente são alocados dois parafusos proximais e dois distais à linha de fratura, entretanto, em alguns casos, um número menor de parafusos pode ser aceito, sem prejudicar a estabilidade do sistema. Corroborando com estes autores em dois

casos deste estudo (animais de números 3 e 8), utilizou-se somente um parafuso no fragmento distal fraturado, e nenhuma complicação foi notada tanto no trans-operatório quanto no pós, pois a formação de calo ósseo ocorreu nos dois animais aos 60 dias de pós-operatório.

Todas as hastes anguladas foram sepultadas dentro da cavidade medular tibial, corroborando com SCHRADER (1991); Mc LAUGHLIN (1999); GIORDANO, (2004); SCHMAEDECKE et al. (2005), pois segundo tais autores, a extremidade proeminente pode acarretar lesões teciduais à articulação assim como aos tecidos circunvizinhos. Não obstante, como na medicina humana, após a consolidação óssea as hastes não foram removidas. Desta forma, os cães não precisaram ser submetidos a outro procedimento anestésico e cirúrgico como citado por PASCHOAL & PACCOLA (2000), MOSES et al. (2002); DUHAUTOIS, (2003); GIORDANO, (2004); SCHMAEDECKE et al. (2005).

De acordo com DUELAND et al. (1999); SUBER et al. (2002); DUHAUTOIS, (2003); GIORDANO, (2004); SCHMAEDECKE et al. (2005), o alto índice de quebra e deformidade das hastes está diretamente relacionado ao número de orifícios contidos na haste e seus respectivos diâmetros. As hastes utilizadas neste estudo possuíam quatro orifícios, com diâmetros variando de acordo com o diâmetro da haste. Desta forma, semelhante aos autores acima citados, o número reduzido de orifícios na haste angulada e diâmetro destes, foram aspectos primordiais, para que não acarretasse nenhum problema com as hastes nos 15 animais deste estudo.

Com a diminuição do diâmetro dos orifícios, segundo MOSES et al. (2002); SUBER et al. (2002); WATANABE et al. (2002); DUHAUTOIS, (2003) e GIORDANO,

(2004), o maior problema instalado é a quebra ou deformação dos parafusos. Neste trabalho ocorreu a deformação em dois parafusos do animal de número 12, porém sua evolução foi satisfatória, o que confirma as observações de DUHAUTOIS, (2003) e HOLLAMBY et al. (2004), segundo os quais, essa complicação, geralmente, não requer novas intervenções cirúrgicas e a consolidação óssea acontece sem problemas.

Outras técnicas podem ser utilizadas concomitantes à haste intramedular bloqueada, principalmente em fraturas oblíquas e cominutivas (LARIN et al., 2001; DUHAUTOIS, 2003; GIORDANO, 2004; SCHMAEDECKE et al., 2005). Neste trabalho foram utilizadas cerclagens com fios de aço e cerclagens com fio de sutura absorvível orgânico (categute cromado), e em três casos foi utilizado fixador esquelético externo, sendo assim, ao invés de quatro parafusos corticais de bloqueio, dois foram substituídos por pinos de Schanz conectados externamente com resina acrílica.

Não houve nenhum tipo de complicação com o uso de cerclagens (aço ou categute), porém foram colocadas duas ou mais cerclagens, independentemente do tipo de fio, pois de acordo com HULSE & HYMAN (1991), SCHARDER (1991), Mc LAUGHLIN (1999), GIORDANO (2004) e DIAS (2006), um único fio de cerclagem atua como concentrador de tensão para as forças de flexão e, rotineiramente, pode causar fratura patológica distalmente a ela.

As cerclagens com categute foram principalmente utilizadas nos animais jovens, uma vez que as de aço podem causar isquemia e esmagamento das corticais segundo SCHARDER (1991), Mc LAUGHLIN (1999). Quando utilizadas em associação (aço e categute) o intuito foi o mesmo, ou seja, auxiliar a estabilização, diminuir possíveis

danos ao suprimento sanguíneo cortical, não acarretando prejuízos à consolidação óssea, uma vez que a média de idade dos animais do trabalho era baixa (3,1 anos).

BASINGER & SUBER (2004) e DURALL et al. (2004), demonstraram através de estudo *in vivo* a utilização de haste bloqueada associada a fixação esquelética externa, como forma de minimizar os riscos de quebra do parafuso em fraturas instáveis, o que, segundo os autores, é importante forma de perda do sistema e falha da osteossíntese. Nos três animais onde se utilizou esta associação, as fraturas eram extremamente instáveis, mesmo após o bloqueio com dois parafusos corticais (um parafuso em cada fragmento ósseo fraturado).

Nos casos que foram associados os fixadores externos (números 13, 14 e 15) à haste bloqueada angulada, os pinos de Schanz foram dobrados e conectados externamente com resina acrílica de metilmetacrilato, ao invés da utilização de conexão com presilha e barra, evidenciando algumas vantagens também enunciadas por EGGER, (1991); JOHNSON et al. (1998); Mc LAUGHLIN & ROUSH, (1999); PIERMATTEI & FLO, (1999a); JOHNSON & HULSE, (2002); DIAS, (2006), como a versatilidade do material, facilidade de acesso às feridas cirúrgicas para higienização, e a característica radioluscente do material que favorece a avaliação radiográfica.

Não houve nenhum contratempo com o aparelho de fixação externa nem com a resina acrílica durante o tempo de permanência do fixador nos três animais, corroborando com MERCADANTE et al. (2003) que, realizando estudos biomecânicos demonstraram que o ponto de menor resistência da configuração do fixador externo à torção é a conexão dos implantes com presilha e barra (barras conectoras) ao invés do uso da resina, e que qualquer alteração desta conexão provoca o aparecimento de

desvio no plano axial, com desvio do eixo ósseo, ocasionando deformação e quebra dos implantes e separação dos fragmentos ósseos.

Nestes três animais que foi utilizado o fixador externo coadjuvante à haste angulada, não houve nenhum contratempo no pós-cirúrgico (atrofia muscular, secreção nos pinos, claudicação), inclusive com o apoio (deambulação) que permaneceu excelente desde os primeiros dias, semelhante aos achados de diversos autores estudando animais com fixadores externos (EGGER, 1991; WHITEHAIR & VASSEUR, 1992; ROCHAT, 2001).

Quando ocorre a remoção de implantes de bloqueio da haste, a fixação passa de estática para dinâmica, o que permite a aplicação de carga axial sobre o foco de fratura durante a deambulação, procedimento este conhecido como dinamização, estimulando, em muitos casos, a proliferação periosteal, consequentemente a consolidação óssea e o remodelamento (DUELAND et al., 1999; LARIN et al., 2001; LARSSON et al., 2001; LANGLEY-HOBBS & FRIEND, 2002; BASINGER & SUBER, 2004; DURALL et al., 2004; DIAS, 2006). Neste estudo, nos três animais com fixação externa, foi realizada a dinamização, com o mesmo intuito e com resultados semelhantes aos autores supracitados.

As dinamizações neste estudo foram realizadas obedecendo a um período mínimo de 30 dias de pós-operatório e máximo de 80 dias, pois segundo BASINGER & SUBER, (2004); DURALL et al. (2004) e DIAS, (2006), as dinamizações realizadas fora deste período, pouco podem influenciar sobre o processo de consolidação óssea. As dinamizações foram realizadas aos 30, 45 e 60 dias de pós-operatório.

As dinâmizações realizadas desempenharam papel fundamental no sucesso das osteossínteses (associação de haste angulada e fixador externo). Relembrando palavras de ARCHIBALD (1974), “cada fratura representa verdadeiro desafio para o cirurgião, pela diversidade de situações que podem ser encontradas, como a idade do paciente, tipo de fratura, grau de comprometimento dos tecidos moles e fatores sistêmicos correlacionados”, pensamento também citado por De YOUNG & PROBST (1998); HARARI, (2002); BASINGER & SUBER, (2004) e DURALL et al. (2004).

A avaliação radiográfica periódica foi imperativa para o acompanhamento e êxito dos tratamentos dos 15 animais, principalmente dos três que foram submetidos à dinamização. Nestes três casos, tais avaliações permitiram interferir beneficemente no processo de consolidação óssea por meio da dinamização, apontamentos estes também citados por WU, (1997); JOHNSON et al. (1998); LARSSON et al. (2001); BASINGER & SUBER, (2004) e DIAS, (2006).

Logo após a remoção dos pinos de Schanz, o grau de apoio dos três animais se mostrou inalterado, continuava excelente, dados estes semelhantes aos constatados por BASINGER & SUBER (2004) e DURALL et al. (2004), o que pode ser justificado pela presença da haste intramedular no canal medular, permanecendo bloqueada pelos parafusos remanescentes, ao contrário do que ocorre ocasionalmente nas dinâmizações de fixadores externos convencionais (JOHNSON & HULSE, 2002; JOHNSON, 2003), onde após a diminuição do número destes, diferentemente deste estudo, não permanecem com nenhum implante intramedular.

A principal complicação relacionada à osteossíntese de tíbia com o uso de hastes intramedulares bloqueadas são os erros de bloqueio da haste (DURALL & DIAZ,

1996; DUELAND et al., 1997; LARIN et al., 2001; SUBER & BASINGER, 2002; BASINGER & SUBER, 2004; HORSTMAN et al., 2004; FAN et al., 2005). No presente estudo utilizando hastes anguladas compatíveis à angulação do canal medular tibial, não foram observados nenhum erro de bloqueio nos 15 animais, fato este contrário ao encontrado pelos autores acima citados ao utilizarem hastes retas (convencionais).

Os erros de bloqueio ocasionados pelo uso de hastes retas em tíbia podem sim estar relacionados à angulação do canal medular tibial do cão. As hastes retas, ao serem introduzidas num canal medular angulado, mudam sua trajetória dentro deste, que por sua vez, não é acompanhada pelo guia externamente, ocasionando erros de bloqueio. No presente estudo, tal problema foi solucionado ao utilizar hastes e o guia de perfuração com angulação semelhante à do canal medular tibial, não ocorrendo desta forma nenhum erro de bloqueio.

Não obstante, a haste possuindo tal angulação de 170° proporcionou maior estabilidade à fratura quando comparada às hastes retas utilizadas convencionalmente.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente estudo permitem concluir que:

- ✓ A técnica de haste intramedular bloqueada angulada (170°) é funcionalmente eficaz no tratamento de fraturas tibiais para cães com peso superior a 15 kg.
- ✓ O orifício criado pela perfuração e fresagem retrógradas, na face medial tibial, próximo à crista da tíbia, permite inserção normógrada da haste intramedular angulada no canal medular tibial, sem causar lesões articulares e peri-articulares no joelho.
- ✓ O uso da haste e do guia de perfuração angulados em fraturas de tíbia proporcionou que todos os bloqueios fossem realizados com sucesso.
- ✓ A técnica de haste intramedular bloqueada angulada aceita o uso concomitante de outras técnicas de estabilização óssea.



## 7 REFERÊNCIAS\*

AGUILA, A. Z.; MANOS, J. M.; ORLANSKY, A. S.; TODHUNTER, R. T.; TROTTER, E. J.; VAN DER MEULEN, M. C. In Vitro biomechanical comparison of limit contact dynamic compression plate and locking compression plate. **Veterinary Compendium of Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 18, n. 4, p. 220-226, 2005.

ARCHIBALD, J. **canine surgery**. Califórnia: American Veterinary Publications, 1974. p. 951-1048.

ARON, D. N.; DEWEY, C. W. Application and postoperative management of external skeletal fixators. **The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 22, p. 69-97, 1992.

ARON, D. N.; PALMER, R. H.; JOHNSON, A. L. Biologic strategies and a balanced concept for repair of highly comminuted long bone fractures. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, Yardley, v. 17, n. 1, p. 35-49, 1995.

BASINGER, R. R.; SUBER, J. Supplemental fixation of fractures repaired with interlocking nails: 14 cases. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 15, n. 2, p. A1, 2002.

BASINGER, R. R.; SUBER, J. Interlocking nail/external fixator "tie-in": description and application technique of two investigations devices. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 16, n. 3, p. A11, 2003.

---

\* De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – N.B.R. – 6023 Ago/2002.

BASINGER, R. R.; SUBER, J. Two techniques for supplementing interlocking nail repair of fractures of the humerus, femur, and tibia: results in 12 dogs and cats. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 33, p. 673-680, 2004.

BEARDSLEY, C. L.; ANDERSON, D. D.; MARSH, J. L.; BROWN, T. D. Interfragmentary surface area as an index of comminution severity in cortical bone impact. **Journal of Orthopaedic Research**, Aberdeen, v. 23, n. 3, p. 686-690, 2005.

BERNARDÉ, A.; DIOP, A.; MAUREL, N.; VIGUIER, E. An in vitro biomechanical study of bone plate and interlocking nail fixation in a canine diaphyseal femoral fracture model. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 30, p. 397-408, 2001.

BERNARDÉ, A.; DIOP, A.; MAUREL, N.; VIGUIER, E. Na in vitro biomechanical comparison between bone plate and interlocking nail. 3-D interfragmentary motion and bone strain analysis in ostectomized canine femurs. **Veterinary Compendium of Orthopedics and Traumatology**, New York, v. 15, p. 57-66, 2002.

BRINKER, W.O.; FLO, G.L. Principles and application of external skaletal fixation. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Prattice**, Philadelphia, v. 5, p.197-208, 1975.

CHEUNG, G.; ZALZAL, P.; BHANDARI, M.; SPELT, J. K.; PAPINI, M. Finite element analysis of a femoral retrograde intramedullary nail subject to gait loading. **Medical Engineering and Physics**, England, v. 26, n. 2, p. 93-108, 2004.

CLARK, B.; Mc LAUGHLIN, R. M. Physical rehabilitation in small- animal orthopedic patients. **Veterinary Medicine**, Lexena, v. 95, p. 234-247, 2001.

COURT-BROWN, C. M. The management of femoral and tibial diaphyseal fractures. **Journal R. College Surgery Edinburgh**, Edinburg, v. 43, p. 374-380, 1998.

DALLMAN, M. J.; MARTIN, R. A.; SELF, B. P.; GRANT, J. W. Rotational strength of double-pinning techniques in repair of transverse fractures in femurs of dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Illinois, v. 51, n. 1, p. 123-127, 1990.

DAVENPORT, S. R.; LINDSEY, R. W.; LEGGON, R.; MICLAU, T.; PANJAB, M. Dynamic compression plate fixation: a biomechanical comparison of unicortical vs bicortical distal screw fixation. **Journal of Orthopaedic Trauma**, Philadelphia, v. 2, n. 2, p. 146-150, 1988.

DENNY, H. R.; BUTTERWORTH, S. J. **A Guide to canine and feline orthopaedic surgery**. 4th ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. 634p.

De YOUNG, D. J.; PROBST, C. W. Métodos de fixação interna das fraturas. Princípios gerais. In: SLATTER, S. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1998. p. 1909-1943.

DIAS, L. G. G. G. **Osteossíntese de tíbia com uso de fixador esquelético externo conectado ao pino intramedular "Tie-in" em cães**. Jaboticabal. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

DIAZ-BERTRANA, M. C.; DURALL, I.; PUCHOL, J. L.; SANCHEZ, A.; FRANCH, J. Interlocking nail treatment of long-bone fractures in cats: 33 cases (1995-2004). **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 18, n. 3, p. 119-126, 2005.

DIXON, B. C.; TOMLINSON, J. L.; WAGNER-MANN, C. Effects on three intramedullary pinning techniques on proximal pin location and articular damage in canine tibia. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 22, p. 247-283, 1994.

DUELAND, R. T. History and indications of interlocking nail fixation. In: **ACVS VETERINARY SYMPOSIUM**, 5., 1995, Chicago, 29 October-1 November, p. 279.

DUELAND, R. T.; BERGLUND, L.; VANDERBY, R. Jr.; CHAO, E. Y. Structural properties of interlocking nails, canine femoral, and femur-interlocking nail constructs. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 25, p. 386-396, 1996.

DUELAND, R. T.; JOHNSON, K. A.; ROE, S. C.; ENGEN, M. H.; LESSER, A. S. Five year multi-center experience with interlocked nailing of femoral, tibial and humeral fractures in the dog. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 10, n. 2, p. 73, 1997.

DUELAND, R. T.; JOHNSON, K. A.; ROE, S. C.; ENGEN, M. H.; LESSER, A. S. Interlocking nail treatment of long-bone fractures in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 214, n. 1, p. 59-66, 1999.

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

DUHAUTOIS, B. L'enclouage verrouillé dans le traitement des fractures du chien et du chat: etude retrospective sur 121 cas (1992-1999). **Pratique medicale and chirurgicale de l'animal de compagnie**, v. 36, n. 5, p. 481-496, 2001

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

DURALL, I.; DIAZ, M.C.; MORALES, I. An experimental study of compression of femoral fractures by an interlocking intramedullary pin. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 6, p. 29-35, 1993.

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

DURALL, I.; DIAZ, M.C.; FRANCH, J. Clavos cerrojados, un Nuevo concepyo en la fijación intramedular. In: **INTERNACIONAL DE ORTOPEDIA EM ANIMALES DR. WADE O. BRINKER**, 1., 2001, Cancun.

DURALL, I.; FALCÓN, C.; DÍAZ-BERTANA, M. C.; FRANCH, J.. Effects of static fixation and dynamization after interlocking femoral nailing locked with an external fixator: an experimental study in dogs. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 33, p. 323-332, 2004.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 25-78.

EGGER, E. L. Complications of external fixation. **The Veterinary Clinics of North America Small animal practice**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 705-733, 1991.

EGGER, E. L.; GOTTSÄUNER-WOLF, F.; PALMER, J.; ARO, H. T.; CHAO, E. Y. Effects of axial dynamization on bone healing. **Journal of trauma**, Baltimore, v. 34, n. 2, p. 185-192, 1993.

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

FAN, C. Y.; CHIANG, C. C.; CHUANG, T. Y.; CHIU, F. Y.; CHEN, T. H. Interlocking nails for displaced metaphyseal fractures of the distal tibia. **Injury**, England, v. 36, p. 669-674, 2005.

FERNANDES, H. J. A.; REIS, F. B.; KÖBERLE, G.; FALOPPA, F.; CHRISTIAN, R. W. Tratamento de fraturas diafisárias instáveis do fêmur com haste intramedular bloqueada. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Lorena, v. 32, n. 6, p. 418-424, 1997.

FERRIGNO, C. R. A.; PEDRO, C. R. Fraturas. In: MIKAIL, S.; PEDRO, C. R. **Fisioterapia veterinária**. São Paulo: Ed. Manole, 2006. p. 138-152.

FIELD, J. R. Bone plate fixation: its relationship with implant induced osteoporosis. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 10, p. 88-94, 1997.

FIELD, J. R.; TÖRNVIST, H. Biological fracture fixation: a perspective. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 14, p. 169-178, 2001.

FITCH, G. L.; GALUPPO, L. D.; STOVER, S. M.; WILLITS, H. H. An in vitro biomechanical investigation of an intramedullary nailing technique for repair of third metacarpal metatarsal fractures in neonates and foals. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 30, p. 422-432, 2001.

FRIGG, R.; ULRICH, D. Innovative implants – a prerequisite for biological osteosynthesis. **Therapeutische Umschau**, Bern, v. 60, n. 12, p. 723-728, 2003.

FROLKE, J. P.; PETERS, R.; BOSHUIZEN, K.; PATKA, P.; BAKKER, F. C.; HAARMAN, H. J. The assessment of cortical heat during intramedullary reaming of long bones. **Injury**, v. 32, n. 9, p. 693-688, 2001.

GALUPPO, L. D.; STOVER, S. M.; ALDRIDGE, A.; HEWES, C.; TAYLOR, K. T. An in vitro biomechanical investigation of an MP35N intramedullary interlocking nail system for repair of third metacarpal fractures in adults horses. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 31, n. 3, p. 211-225, 2002.

GAUTIER, E.; SOMMER, C. Biological internal fixation-guidelines for rehabilitation. **Therapeutische Umschau**, Bern, v. 60, n. 12, p. 729-735, 2003.

GEORGIADIS, G. M.; MINSTER, G. J.; MOED, B. R. Effects of dinamization after interlocking nailing: an experimental study in dogs. **Journal of Orthopaedic Traumatology**, Philadelphia, v. 4, n. 3, p. 323-330, 1990.

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

GUPTA, A. Dinamic compression nail: a preliminary report. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 2, n. 6, 2001.

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

HARASEN, G. Common long bone fractures in small animal practice – part 1. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 44, p. 333-334, 2003.

HAY, C. W.; JOHNSON, K. A. Interlocking nail fixation o fan opening wedge corrective osteotomy for femoral malunion in a dog. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 8, p. 218-221,1995.

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

HORSTMAN, C. L., BEALE, B. S. Long bone fracture repair using the interlocking nail in a minimally invasive surgical procedure in cats and dogs: 65 cases (1994-2001). **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 15, n. 2, 2002.

HORSTMAN, C. L.; BEALE, B. S.; CONZEMIUS, M. G.; EVANS, R. R. Biological osteosynthesis versus traditional anatomic reconstruction of 20 long-bone fractures using an interlocking nail: 1994-2001. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 33, n. 3, p. 232-237, 2004.

HULSE, D. A.; HYMAN, W.; NORI, M.; SLATER, M. Reduction in plate strain by addition of an intramedullary pin. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 26, p. 451-459, 1997.

HULSE, D. A.; ARON, D. N. Advances in small animal orthopedics. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, Yardley, v. 16, n. 7, p. 831-832, 1994.

HULSE, D. A.; HYMAN, B. Biomechanis of fracture fixation failure. . **The Veterinary Clinics of North America Small Animal Prattice**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 647- 667, 1991.

JOHNSON, A. L.; EURELL, J. A. C.; LOSONSKY, J. M.; EGGER, E. L. Biomechanics and bilogy of fracture healing with external skeletal fixation. **The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, Yardley, v. 20, n. 4, p. 487-499, 1998.



JOHNSON, A. L. Current concepts in fracture reduction. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 16, n. 2, p. 59-66, 2003.

JOHNSON, A. L., BOONE, E. G. Fraturas da tíbia e fíbula. In: SLATTER, S. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1998. p. 2022-2213.

JOHNSON, A.L., HULSE, D.A. Fundamentals of orthopedic surgery and fracture managementof and management specific fractures. In FOSSUM, T.W., HEDLUND, C.S., HULSE, D.A. et al. **Small animal surgery**, 2nd ed. St. Louis: Mosby, 2002. p. 821-1017.

JOHNSON, A.L.; HULSE, A.D. Fundamentos da cirurgia ortopédica e tratamento de fraturas. In: FOSSUM, T. W., HEDLUND, C.S., HULSE, D.A. et al. **Cirurgia de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2002a. p.787-853.

JUBEL, A.; ANDERMAHR, J.; BERGMAN, H.; INSENER, J.; REHM, K. E. Elastic stable intramedullary nailing of midclavicular fractures in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, Surrey, v. 37, n. 3, p. 480-483, 2003.

KHARE, A.; MEHRA, M.M. Retrograde femoral interlocking nail in complex fractures. **Journal of Orthopaedic Surgery**, Iowa, v. 10, n. 1, p. 17-21, 2002.

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

LARIN, A., EICH, C. S., PARKER, R. B., STUBBS, W. P. Repair of diaphyseal femoral fractures in cats using interlocking intramedullary nails: 12 cases (1996-2000). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 219, n. 8, p. 1098-1104, 2001.

LARSSON, S.; KIM, W.; CAJA, V. L.; EGGER, E. L.; INOUE, N.; CHAO, E. Y. Effect of early axial dynamization on tibial bone healing: a study in dogs. **Clinical Orthopaedics**, Philadelphia, v. 388, p. 240, 251, 2001.

LEPORE, L.; LEPORE, S.; MAFFULI, N. Intramedullary nailing of the femur with inflatable self-locking nail: comparison with locked nailing. **Journal of Orthopaedic Science**, Toquio, v. 8, p. 796-801, 2003.

LILLICH, J. D.; ROUSH, J. K.; De BOWES, R. M.; MILLS, M. J. Interlocking intramedullary nail for a comminuted diaphyseal femoral fractures in an alpaca. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v.12, p. 81-84, 1999

LIN, J.; LIN, S. J.; CHEN, P. Q.; YANG, S. H. Stress analysis of the distal locking screws for femoral interlocking nailing. **Journal of orthopaedic Reserch**, Needham, v. 19, n. 1, p. 57-63, 2001.

LOPEZ, M.; WILSON, D. G.; VANDERBY Jr, R.; MARKEL, M. D. An in vitro biomechanical comparision of an interlocking nail system and dynamic compression plate fixation of ostectomized equine third metacarpal bones. **Veterinary Surgery**, Filadelfia, v. 28, p. 333-340, 1999.

LOPEZ, M.; WILSON, D. G.; VANDERBY Jr, R.; MARKEL, M. D. An in vitro biomechanical comparision of two interlocking nail system for fixation of ostectomized equine third metacarpal bones. **Veterinary Surgery**, Filadelfia, v. 30, n. 3, p. 246-252, 2001.

Mc CLURE, S. R.; WATKINS, J. P.; ASHMAN, R. B. In vivo evaluation of intramedullary inter-locking nail fixation of transverse osteotomias in foals. **Veterinary Surgery**, Filadelfia, v. 27, p. 29-36, 1998.

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

Mc LAUGHLIN, R. M.; ROUSH, J. K. Principles of external skeletal fixation. **Veterinary Medicine**, Lenexa, v. 94, n. 1, p. 53-63, 1999.

Mc LAUGHLIN, R. M.; ROUSH, J. K. Repairing fractures with bone plate and screw fixation. **Veterinary Medicine**, Lenexa, v. 94, n. 1, p. 64-73, 1999a.

McDUFFEE, L. A., STOVER, S. M., TAYLOR, K. T., et al. An in vitro biomechanical investigation of an interlocking nail fixation of diaphyseal tibial fractures in adults horses. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 23, p. 219-230, 1994.

MERCADANTE M. T.; KOJIMA, K.; HUNGRIA, J. O. S.; ZAN, R. A.; ABULASAN, T.; IAMAGUCHI, R. B.; MEZZARILA, L. G. Estudo mecânico comparativo de quatro montagens de fixador externo monolateral submetidos à força de torção. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Lorena, v. 38, n. 3, p. 106-116, 2003.

MILLER, A. Principles of Fracture Surgery. In: COUGHLAN, A.; MILLER, A. Manual of Small Animal Fracture Fracture Repair and Management. **BSAVA**, 1998. p. 65-94.

MILTON, J. L. Fraturas do fêmur. In SLATTER, S. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1998. p. 2135-2148.

MOSES, P. A.; LEWIS, D. D.; LANZ, O. I.; STUBBS, W. P.; CROSS, A. R.; SMITH, K.R. Intramedullary interlocking nail stabilization of 21 humeral fractures in 19 dogs and one cat. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 80, n. 6, p. 336-343, 2002.

MUIR, P.; PARKER, R. B.; GOLDSMID, S. E.; JOHNSON, K. A. Interlocking intramedullary nail stabilization of a diaphyseal tibial fracture. **Journal of Small Animal Practice**, London, v. 34, p. 26-30, 1993.

MUIR, P.; JOHNSON, K. A.; MARKELL, M. D. Area moment of inertia for comparison of implant cross-sectional geometry and bending stiffness. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 8, n. 2, p. 146-152, 1995.

MUIR, P.; JOHNSON, K. A. Interlocking intramedullary nail stabilization of a femoral fracture in a dog with osteomyelitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 209, n. 7, p. 1262-1264, 1996.

OLSMTEAD, M. L. Complications of fractures repaired with plates and screws. **The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 669-686, 1991.

PALMER, R. H. Biological osteosynthesis. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 29, p. 1171-1185, 1999.

PARDO, A. D. Relationship of tibial intramedullary pins to canine stifle joint structures: a comparison of normograde and retrograde insertion. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 30, n. 8, p. 369-374, 1994.

PASCHOAL, F. M., PACCOLA, C. A. J. Haste bloqueada "Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto" experiência clínica no tratamento da fraturas femorais. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, vol. 8, n. 3, p. 160-177, 2000.

PERREN, S. M.; PERREN, T.; SCHNEIDER, E. Are the terms "biology" and "osteosynthesis" contradictory? **Therapeutische Umschau**. Bern, v. 60, n. 12, p. 723-728, 2003.

PIERMATTEI, D.L.; GREELEY, R.G. **Atlas de abordagens cirúrgicas aos ossos do cão e gato**. São Paulo: Manole, 1998; p.177-176.

PIERMATTEI , D. L., FLO, G. L. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1999. p. 539-563.

PIERMATTEI , D. L., FLO, G. L. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**. 3 ed. São Paulo: Manole, 1999a. p. 24-138 .

POSPULA, W.; ABU AL NOOR, T.; EZZAT, F.; ABUL MALAK, F. Percutaneous fixation of comminuted fractures of the femur and tibia. Preliminary study. **Medical Principles and Practice**, Basel, v. 12, n. 4, p. 214-217, 2003.

RADICLIFFE, R. M.; LOPEZ, M. J.; TURNER, T. A.; WATKINS, J. P.; RADCLIFF, C. H.; MARKEL, M. D. An in vitro biomechanical comparison of interlocking nail constructs and double plating for fixation of diaphyseal femur fractures in immature horses. **Veterinary Surgery**, Philadelphia, v. 30, p. 179-190, 2001.

RAHAL, S. C.; GARIB, M. I.; MATSUBARA, F. M.; VULCANO, L. C.; LOUZADA, M. J. Q. Imobilização de fraturas femorais em gatos usando pino intramedular conectado ou não ao fixador esquelético externo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1841-1847, 2004.

ROCHAT, M. C. Considerations for successful fracture repair. **Veterinary Medicine**, Lexena. V. 96, n. 5, p. 375-384, 2001.

SCHARDER, S. C. Complications associated with the use of Steinmann intramedullary pins and cerclagem wires for fixation of long-bone fractures. **The Veterinary Clinics of North America – Small animal practice**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 687-703, 1991.

SCHMAEDECKE, A. **Avaliação biomecânica de diferentes bloqueios transcorticais de interlocking nail em relação às forças de torção, encurvamento e axiais atuantes em fraturas diafisárias de fêmur de cães – estudo *in vitro***. 2007. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

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

SHIMABUKURO, E.H.; NETO, P. F. T.; CHOIFI, M.; REIS, F. B.; DI GIOVANNI, J. F. Estudo comparativo do emprego da placa-ponte e da haste intramedular bloqueada nas fraturas diafisárias do fêmur. **Revista Brasileira de Ortopedia**, Lorena, v. 32, n. 3, p. 221-228, 1997.

SOONTORNVIPART, K.; NECAS, A.; DVORÁK, M. Effects of metallic implant on the risk of bacterial osteomyelitis in small animals. **Acta Veterinaria**, Belgrade, v. 72, p. 235-247, 2003.

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

SUBER, J. T.; BASINGER, R. R.; KELLER, W. G. Two unreported modes of interlocking nail failure: breakout and screw bending. . **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 15, n. 4, p. 228-232, 2002.

SUBER, J. T.; BASINGER, R. R. A comparison of bending and gap stiffness between interlocking nails and interlocking supplemented with stack pins. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, New York, v. 15, n. 2, p. 12, 2002.

TEENY, S. M.; WISS, D. A. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. **Clinical Orthopaedics**, Philadelphia, v. 192, p. 108-117, 1993.

TILLSON, D.M. Open fracture Management. **The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 25, n. 5, p.1093-1110, 1995.

Van der ELST, M.; DIJKEMA, A. R.; KLEIN, C. P.; PATKA, P.; HAARMAN, H. J. Tissue reaction on PLLA versus stainless steel interlocking nails for fracture fixation: An animal study. **Biomaterials**, Kiddlington, v. 16, n. 2, p. 103-106, 1995.

WALTER, M. C.; LENEHAN, T. M.; SMITH, G. K.; MATTHIESEN, D. T.; NEWTON, C. D. Treatment of severely comminuted diaphyseal fractures in the dog, using standard bone plates and autogenous cancellous bone graft to span fracture gaps: 11 cases (1979-1983). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 189, n. 4, p. 457-462, 1986.

WATANABE, Y.; TAKAI, S.; YAMASHITA, F.; KUSAKABE, T.; KIM, W.; HIRASAWA, Y. Second-generation intramedullary supracondylar nail for distal femoral fractures. **International Orthopaedics**, Berlin, v. 26, n. 2, p. 85-88, 2002.

WHITE, T. O.; CLUTTON, R. E.; SALTER, D.; SWANN, D.; CHRISTIE, J.; ROBINSON, C. M. The early response to major trauma and intramedullary nailing. **Journal of Bone and Joint Surgery**, Needham, v. 88, n. 6, p. 823-827, 2006.

WHITEHAIR, J. G.; VASSEUR, P. B. Fractures of the femur. **The Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 22, n. 1, p. 149- 159, 1992.

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

WU, C. The effect of dynamization on slowing the healing of femur shaft fractures after interlocking nail. **Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care**, Philadelphia, v. 43, n. 2, p. 263-267, 1997.