UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

MAÍRA SANTOS SEVERO

ESTABILIZAÇÃO DE FRATURAS FEMORAIS E UMERAIS DE CÃES E GATOS MEDIANTE PINO INTRAMEDULAR E FIXAÇÃO PARACORTICAL COM POLIMETILMETACRILATO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Veterinária.

Orientação: Prof. Dr. Eduardo Alberto Tudury.

RECIFE-PE

2008

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

ESTABILIZAÇÃO DE FRATURAS FEMORAIS E UMERAIS DE CÃES E GATOS MEDIANTE PINO INTRAMEDULAR E FIXAÇÃO PARACORTICAL COM POLIMETILMETACRILATO

Dissertação de Mestrado Elaborada por
MAÍRA SANTOS SEVERO

Aprovada pela
COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Eduardo Alberto Tudury - Professor orientador
Depto. de Medicina Veterinária / Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profª Dra. Mirian Nogueira Teixeira
Depto. de Medicina Veterinária / Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profª Dra. Ana Paula Monteiro Tenório - UFRPE
Depto. de Medicina Veterinária / Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profª Dra. Maria Cristina Cardoso de Oliveira Coelho
Depto. de Medicina Veterinária / Universidade Federal Rural de Pernambuco

Recife, 22 de fevereiro de 2008

Dedico este trabalho:

À minha avó, Maria Cecília, pelo amor e carinho eternos e pelo exemplo de dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por cada dia a mim ofertado com saúde, pela proteção diante das adversidades da vida atual e pela força que me fez vencer os obstáculos.

Aos meus pais, Maria José Santos Severo e João Severo Filho, exemplos de dedicação e amor incondicional às filhas, pelo apoio e orientações ao longo desses anos. À minha irmã, Maiara Santos Severo, motivo de orgulho, pela convivência diária e carinho. À minha companheira fiel de todos os dias, Malu, que tantos sorrisos faz brotar em meu rosto diariamente, me proporcionando muitos momentos espontâneos de felicidade.

Ao Prof. Eduardo Alberto Tudury pelos ensinamentos e orientações durante a graduação e todo o mestrado, e pelo apoio na realização deste trabalho. Agradeço também pela preocupação e cuidados dispensados a mim em momentos importantes da minha vida pessoal.

A toda a minha família que sempre me apoiou e torceu pelo meu sucesso.

Às minhas estagiárias e amigas Rosana e Damaris pelo apoio e auxílio indiscutíveis na realização deste trabalho e ao carinho e amizade a mim oferecidos.

Aos meus amigos e colegas de trabalho Marcella Luiz de Figueiredo e Bernardo Kemper por serem tão presentes em minha vida e pelo auxílio no desenvolvimento desta pesquisa. Obrigada pela convivência e amizade. Com certeza sem vocês o trabalho teria sido menos divertido.

Aos colegas de trabalho e amigos Ricardo Chioratto, Neuza Marques, Jamile Prado, Flávia Maia e Alex pelo apoio na realização deste trabalho e pelo carinho da convivência diária.

A todos os estagiários do projeto de extensão em "Ortopedia e Neurocirurgia Animal" pelo apoio e dedicação, e pela ajuda valiosa com cada um dos pacientes, desde o atendimento inicial às avaliações posteriores.

Às funcionárias da cirurgia Ilma da Silva Braga, Josiete Joaquina da Silva e Vera Lúcia de Farias Cavalcante pela amizade, atenção, carinho e auxílio nos momentos de emergência.

Ao residente da radiologia Júlio César e à professora Jacinta pela ajuda nos exames radiográficos que precisei realizar.

Aos médicos veterinários e amigos Júlio e Flávia pela ajuda na realização das análises das fosfatases alcalinas dos pacientes desta pesquisa. Obrigada pela disposição.

À secretária Edna Chérias pelos serviços prestados durante a pós-graduação.

Aos proprietários por confiarem em nossos serviços, colaborando com a pesquisa ao trazerem seus animais ao hospital veterinário e por acreditarem junto conosco que tudo daria certo.

Aos amigos antigos e àqueles novos que fiz durante o mestrado, que sempre se fizeram presentes, não só na minha vida profissional, mas também na vida pessoal, me dando carinho, apoio e conselhos.

A todos que direta e indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

RESUMO

Título: Estabilização de fraturas femorais e umerais de cães e gatos mediante pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato.
Autora: Maíra Santos Severo.
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alberto Tudury.

Fraturas femorais e umerais são freqüentes na rotina clínica de cães e gatos; e vários métodos de estabilização das mesmas, com suas vantagens e desvantagens são propostos pela literatura. A presente pesquisa objetivou avaliar uma nova técnica de estabilização das fraturas femorais e umerais mediante uso de pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato. Foram utilizados 12 animais acometidos por fraturas de fêmur ou úmero, sendo seis gatos e seis cães, com peso variando entre 2.3 e 15.0 kg (mediana de 7.3 kg), idades entre quatro meses e oito anos, de raças variadas, onde três deles apresentaram fratura de úmero e os demais apresentaram fratura femoral, todas diagnosticadas através de exames clínico e radiográfico. Todos os pacientes foram submetidos à estabilização das fraturas mediante a utilização de pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato. A cicatrização óssea foi avaliada através do acompanhamento radiográfico 30, 60 e 90 dias após o procedimento cirúrgico, e mediante a aferição sérica do marcador de atividade óssea, fosfatase alcalina (FA), no dia zero (dia da cirurgia) e após sete, 15, 30, 60 e 90 dias após a cirurgia. Observou-se imediatamente após a implantação da técnica (período trans-operatório), que o método neutralizou eficientemente as forças de rotação, flexão, deslocamento axial e cisalhamento; proporcionando graus de alinhamento e aposição adequados, mas ao longo do tempo a estabilidade requerida não permaneceu, gerando em alguns animais, retardo na união óssea, interferindo diretamente na recuperação funcional do membro. Além disso foram observados fenômenos de deiscência de ferida, perda da integridade dos implantes e osteomielite. Os valores de referência para a FA estiveram abaixo dos encontrados na literatura e quando comparados com o grau de cicatrização não houve diferença significativa. A espécie animal foi determinante na associação com a evolução funcional do membro e da união óssea, visto que, nos felinos, apresentou melhores resultados. Esta técnica de estabilização de fraturas umerais e femorais em cães e gatos é aplicável apenas a fraturas transversas ou levemente oblíquas e pode ser

considerada pouco eficiente, frente ao número de vicissitudes, observadas durante a pesquisa.

Palavras chave: cirurgia, ortopedia, animais de companhia, cimento acrílico.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

Dissertação de Mestrado em Ciência Veterinária

Recife, 22 de fevereiro de 2008.

ABSTRACT

Título: Stabilization of femoral and humeral fractures of dogs and cats by Intramedullary pin and paracortical fixation with polymethylmethacrylate.
Autor: Maíra Santos Severo.
Orientador: Professor. Dr. Eduardo Alberto Tudury.

Humeral and femoral fractures are frequent in the clinical routine of dogs and cats, and various methods of stabilization of the same, with their advantages and disadvantages are proposed in the literature. This study aimed to evaluate a new technique for stabilization of femoral and humeral fractures through use of intramedullary pin and paracortical fixing with polymethylmethacrylate. We used 12 animals affected by fractures of humerus or femur, six cats and six dogs, weighing ranging between 2.3 and 15.0 kg (median of 7.3 kg), aged between four months and eight years, the various races, where three of them had fracture of the humerus and the others had femoral fracture, all diagnosed by clinical and radiographic examination (in two projections). All patients were submitted to the stabilization of fractures with the use of intramedullary pin and paracortical fixing with polymethylmethacrylate. The bone healing was evaluated through monitoring radiographic 30, 60 and 90 days after the procedure, and by the measurement of serum marker of bone activity, alkaline phosphatase (AP), on day zero (day of the surgery) and after seven, 15 , 30, 60 and 90 days of surgery. It was observed immediately after the deployment of the technique (trans-operative period), that the method effectively neutralized the forces of rotation, bending, shear and axial displacement, providing degrees of alignment and affixing adequate, but over time the stability not required remained, generating in some animals, delayed bone union, interfering directly in functional recovery of the member. Moreover were observed phenomena of the wound dehiscence, loss of integrity of the implants and osteomyelitis. The reference values for the AP was below found in the literature and compared with the graduate of healing there was no significant difference. The animal species was decisive in association with the functional evolution of the State and bone union, as in cats, showed better results. This approach to stabilization of humeral and femoral fractures in dogs and cats is applicable only to transverse fractures or slightly oblique and can be considered inefficient, compared to the number of

imperfections, observed during the research.

Key words: surgery, orthopaedics, companion animal, acrylic cement.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

Master's Dissertation in Veterinary Science

Recife, february 22, 2008.

SUMÁRIO

Seção	Pág.
Dedicatória	3
Agradecimentos	4
Resumo	6
Abstract	8
Lista de quadros	11
Lista de tabelas	12
Lista de figuras	13
1. Introdução	15
2. Revisão de literatura	17
3. Material e métodos	30
3.1. Animais e avaliação clínica inicial	30
3.2. Avaliação radiográfica	30
3.3. Protocolo anestésico e cuidados pré-cirúrgicos	31
3.4. Implantes	31
3.5. Abordagem cirúrgica e estabilização das fraturas diafisárias de fêmur	32
3.6. Abordagem cirúrgica e estabilização das fraturas diafisárias de úmero	33
3.7. Cuidados e avaliação pós-operatória	35
3.8. Coleta e análise da fosfatase alcalina	37
4. Resultados	38
5. Discussão	50
6. Conclusão	58
7. Referências Bibliográficas	59
8. Anexos	65
9. Ficha de avaliação e identificação do paciente	66

LISTA DE QUADROS

Pág.

Quadro 1 - Quadro 1. Períodos médios para o tempo de consolidação esperado de uma fratura completa não complicada, tratada de maneira ótima, com diferentes métodos de fixação..... 18

Quadro 2 - Sinais radiográficos da consolidação da fratura adimitindo-se uma situação de fratura em cães sadios com fixação estável e boa vascularização para os fragmentos da fratura..... 19

Quadro 3 - Características clínicas dos cinco graus utilizados para apreciar a recuperação do uso funcional do membro em cães após redução e fixação de fraturas..... 20

Quadro 4 - Avaliação radiográfica de consolidação da fratura..... 27

Quadro 5 - Dados da resenha e resultados dos pacientes operados quanto ao tipo de fratura, cicatrização óssea final, integridade e estabilidade dos implantes e recuperação funcional ao se realizar o último exame radiográfico..... 30

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 - Ilustrações nas projeções lateral (1A) e antero-posterior (1B) e exame radiográfico pós-operatório (1C) da técnica de estabilização de fratura femoral mediante pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato..... 24

Figura 2 - Ilustrações nas projeções lateral (1A) e antero-posterior (1B) e exame radiográfico pós-operatório (1C) da técnica de estabilização de fratura umeral mediante pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato..... 26

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos da fosfatase alcalina dos animais operados após sofrerem fratura de fêmur ou úmero, segundo o tempo de avaliação..... 47

Tabela 2 - Intercorrências observadas nas avaliações periódicas aos sete, 15, 30, 60 e 90 dias após a cirurgia 49

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1 – Curvas referentes aos valores dos níveis séricos de fosfatase alcalina, dos pacientes caninos, no dia 0 (dia da cirurgia), e após 7, 15, 30, 60 e 90 dias de cirurgia..... 47

Gráfico 2 - Curvas referentes aos valores dos níveis séricos da fosfatase alcalina, dos pacientes felinos, no dia 0 (dia da cirurgia), e após 7, 15, 30, 60 e 90 dias de cirurgia..... 49

1. INTRODUÇÃO

As fraturas são afecções bastante comuns na clínica veterinária de pequenos animais, sendo geralmente decorrentes de acidentes automobilísticos (PIERMATTEI e FLO, 1999). O reparo das fraturas pode ser realizado mediante redução fechada ou aberta com apoio externo, apenas fixação interna e fixação interna com apoio externo secundário, sempre se levando em consideração as forças atuantes na fratura que são a flexão, torção, cisalhamento, tensão axial e compressão axial. Tais forças devem ser devidamente bloqueadas para se garantir a estabilidade necessária para a cicatrização óssea (SLATTER, 2003).

Fraturas de fêmur e úmero podem ser estabilizadas utilizando-se pinos intramedulares, placas ósseas, parafusos, fixador externo, pino intramedular e fixador externo, fios de kirschner, pino intramedular e fio de cerclagem, pino em banda de tensão, hastes intramedulares bloqueadas ou uma associação destas (GILMORE, 1998; JACKSON, 1998; POPE, 1998; PIERMATTEI e FLO, 1999; SLATTER, 2003; DALLABRIDA et al., 2005). Cada uma das técnicas de estabilização apresenta vantagens e desvantagens. Os pinos intramedulares resistem bem às forças de flexão, porém são pouco resistentes às demais forças atuantes na fratura, prejudicando assim a estabilidade (MARCELLIN-LITTLE, 1998; DALLABRIDA et al., 2005). Já as placas ósseas não apresentam tais problemas, sendo, adicionalmente, adaptáveis a praticamente todos os tipos de fratura; entretanto sua utilização exige ampla exposição óssea, pode acarretar quebra e perda funcional dos implantes, osteoporose do osso abaixo da placa, irritação e infecções ósseas. Além disso, tal técnica requer instrumental específico e custo elevado para a sua aplicação (PIERMATTEI e FLO, 1999). O fixador esquelético externo controla bem todas as forças atuantes na fratura, entretanto pode acarretar infecção óssea, frouxidão prematura dos implantes, união retardada, não-união, fraturas ósseas, necrose da pele por pressão, além de lesões neuromusculares e vasculares (DAVIDSON, 1997; HARARI et al., 1998).

Sempre se buscou na literatura técnicas de estabilização de fraturas que apresentassem a vantagem de controlar as forças de flexão, torção, cisalhamento, tensão axial e compressão axial, atuantes na fratura, tendo adicionalmente fácil aplicação, versatilidade e baixo custo, sem exibir as desvantagens que as técnicas de fixação já

existentes possuem como riscos de infecção, quebra dos implantes, custo elevado, chances de desenvolvimento de união retardada e não-união.

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo verificar se a utilização de pino intramedular associado à estabilização complementar paracortical com pinos transfixados e polimetilmetacrilato, em fraturas de fêmur e úmero de cães e gatos constitui-se uma técnica simples, eficiente e versátil, que ofereça estabilização, cicatrização óssea e uma recuperação funcional em tempo hábil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A lesão músculo esquelética traumática é problema comum na clínica de animais de companhia (SLATTER, 2003). A grande maioria das fraturas decorre de acidentes automobilísticos, queda de alturas excessivas, traumatismos por armas de fogo e brigas (mordeduras). As fraturas de fêmur são as mais comuns em cães e gatos e correspondem à cerca de 45% das fraturas que ocorrem em ossos longos (PIERMATTEI e FLO, 1999; LARIN et al., 2001), enquanto que as fraturas de úmero correspondem a 34% (MARCELLIN-LITTLE, 1998; SLATTER, 2003).

São três os princípios de reparo de uma fratura: redução anatômica, estabilização rígida e rápido retorno à função do membro acometido. Um rápido retorno à função mantém o tono muscular, leva à movimentação da articulação normal e a sua nutrição, e usa a força de sustentação do peso para manter a densidade óssea. A estabilidade rígida elimina a movimentação dos fragmentos e melhora o nível de conforto do animal pela redução da dor (JOHNSON et al., 1998; ROUSH e McLAUGHLIN, 1998).

A cicatrização das fraturas ósseas está influenciada por mecanismos de regulação complexos, os quais se encontram associados à regeneração, à vascularização e à estabilização óssea (BRINCKER et al., 1998). Seguindo a ocorrência de uma fratura inicia-se uma série de eventos na qual culmina na total habilidade do osso de se regenerar e voltar a sua original estrutura tecidual. Em áreas de contato ósseo intermitente haverá reabsorção das superfícies de fratura para aumentar a lacuna, acompanhada de união óssea indireta. Neste caso, a seqüência de eventos pode ser brevemente estabelecida como: 1) hemorragia local; 2) formação de coágulo; 3) inflamação e edema seguido por 4) proliferação de células mesenquimais pluripotenciais; 5) formação óssea e cartilaginosa; e 6) remodelamento do calo para um osso normal. A seqüência de eventos resulta em substituição progressiva do tecido na lacuna da fratura para tecido mais duro e mais forte, indo de tecido de granulação para tecido fibroso, cartilagem, cartilagem mineralizada, osso lamelar e osso cortical (REDDI, 1995; MARTINEZ e REMÉDIOS, 1999; PIERMATTEI e FLO, 1999).

O tempo normal requerido para a cicatrização de fraturas pode variar de acordo com a idade do animal, seu estado nutricional, a configuração e localização da fratura, a presença de doenças metabólicas concomitantes, infecção, uso de drogas, e severidade da lesão aos tecidos moles envolvidos (ROBELLO e ARON, 1992), bem como o

método de estabilização da fratura escolhido (PIERMATTEI e FLO, 1999). Cicatrização ou união retardada refere-se a uma fratura ainda em processo de cicatrização, mas que o mesmo falhou dentro do período de tempo normal (para a localização e o tipo de fratura). Na não-união o processo de cicatrização é interrompido, quando a fratura falha em mostrar progressão na união em radiografias seqüenciadas (ROBELLO e ARON, 1992). Técnicas de fixação de fraturas como fixadores externos e pinos intramedulares, quando aplicados equivocadamente, podem produzir infecção, osteomielite, necrose óssea e instabilidade acentuada, levando ao desenvolvimento da união retardada e da não-união, que somente são tratáveis mediante intervenção cirúrgica (ROBELLO e ARON, 1992; FOSSUM, 2001).

O reparo das fraturas de animais de pequeno porte se divide em três categorias: redução aberta ou fechada com apoio externo, apenas fixação interna e fixação interna com apoio externo secundário (SLATTER, 2003). A escolha do método de fixação deve ser feita baseando-se no tipo e localização da fratura; tamanho, temperamento e idade do animal; grau de cooperação do proprietário e fatores econômicos (DeYOUNG e PROBST, 1998; SANTOS Jr e SCHOSSLER, 2002). Além dos critérios precedentes, há necessidade de levar em consideração as forças atuantes na fratura que são flexão, torção, cisalhamento, tensão axial e compressão axial (SLATTER, 2003).

O método mecânico de manejo de fraturas enfatiza a reconstrução anatômica da coluna óssea, com o aposicionamento dos fragmentos ósseos, acompanhada por uma estabilização rígida. Sua principal vantagem é o compartilhamento do peso entre o osso e o implante, reduzindo o estresse sobre este último, prolongando assim a estabilização da fratura. As desvantagens incluem a necessidade de exposição e manipulação da fratura, o que acarreta lesões aos tecidos moles circunvizinhos, ao suprimento sanguíneo e aos fragmentos ósseos, prejudicando a vascularização e aumentando os riscos de contaminação óssea pela inoculação de bactérias. Tais eventos prolongam o tempo de cicatrização óssea (ROUSH e McLAUGHLIN, 1998).

Muitos métodos de fixação de fraturas de fêmur e úmero são encontrados na literatura, dentre eles os pinos intramedulares, placas ósseas, parafusos, fixador externo, pino intramedular e fixador externo, fios de Kirschner, pino intramedular e fio de cerclagem, pino em banda de tensão, hastes intramedulares bloqueadas ou uma associação destas (GILMORE, 1998; JACKSON, 1998; POPE, 1998; PIERMATTEI e FLO, 1999; SLATTER, 2003; DALLABRIDA et al., 2005).

A fixação interna com pino intramedular é o mais utilizado dos métodos, provavelmente pelo seu baixo custo e facilidade de aplicação. Sua utilização objetiva uma estabilidade que permita rápido retorno ao apoio normal do membro afetado, principalmente em animais que apresentam maiores riscos de anquilose articular, desmineralização e instalação da doença do animal fraturado. Sabe-se que a carga imposta pelo peso corporal aumenta a produção de osso periostal e absorção energética (SLATTER, 2003). Para que se obtenha estabilidade axial exige-se um ponto de apoio proximal e distal, bem como o preenchimento de 60 a 70% do canal medular, visando evitar um prejuízo vascular do córtex ósseo. A capacidade do pino em restringir a mobilidade dos fragmentos está relacionada ao seu contato com o córtex ósseo circunjacente (EL-WARRAK e SCHOSSLER, 1998). Os pinos intramedulares têm a vantagem biomecânica de resistir a cargas de envergamento (flexão) em qualquer direção, porém são pouco resistentes a cargas axiais ou de rotação (MARCELLIN-LITTLE, 1998; DALLABRIDA et al., 2005), o que pode acarretar instabilidade, levando a não-união e osteomielite (PIERMATTEI e FLO, 1999). Por essa razão os pinos intramedulares são melhor utilizados em combinação com outros implantes para uma adequada estabilização da fratura (MARCELLIN-LITTLE, 1998).

A utilização de pinos de Steinmanm para fixação de fraturas é indicada em pacientes jovens onde se espera que a formação de um calo exuberante compense a considerável falta de estabilidade rotacional (PIERMATTEI e FLO, 1999). Sua utilização como único método somente é recomendada em deslocamentos mínimos, em fraturas simples em raças pequenas e quando a fratura é inerentemente estável (EL-WARRAK e SCHOSSLER, 1998). Já em cães adultos alguma fixação auxiliar é necessária. Estabilidade rotacional pode ser conseguida combinando-se o pino intramedular com fios de cerclagem, fixação esquelética externa ou através do uso de placas e combinações de pinos. Dois pinos intramedulares combinados a um fixador externo provêm um aumento significante na resistência à rotação, melhorando sobremaneira a estabilidade e os resultados clínicos (PIERMATTEI e FLO, 1999). A utilização de pino intramedular em fraturas de úmero é indicada em fraturas transversas e levemente oblíquas, em cães de pequeno a médio porte (JACKSON, 1998), podendo ser associado a um fixador esquelético externo, evitando a rotação do foco de fratura e melhorando a estabilidade (PIERMATTEI e FLO, 1999).

O pino intramedular pode ser inserido no fêmur a partir da extremidade proximal (via normógrada), entrando pela fossa trocantérica, ou a partir do foco de fratura (via

retrógrada) em direção proximal através do canal medular (PIERMATTEI e FLO, 1999). A inserção normógrada do pino é aplicável para reduções abertas ou fechadas e é preferível porque tem a vantagem sobre a inserção retrógrada de se posicionar o pino mais lateralmente na fossa trocantérica e, portanto, mais longe da cabeça femoral e do nervo ciático (MARCELLIN-LITTLE, 1998). Quando a técnica retrógrada é usada deve ser tomado cuidado para ter o fragmento proximal da fratura aduzido (paralelo à mesa) e na angulação e rotação da posição normal de estação. Passando o pino proximalmente, ele é dirigido ao longo da superfície craniolateral da cavidade medular, para manter a emergência do pino longe da cabeça do fêmur e do nervo ciático (PIERMATTEI e FLO, 1999).

As placas ósseas são adaptáveis a praticamente todos os tipos de fratura da diáfise e têm a vantagem distinta de fornecer fixação interna rígida ininterrupta com rápido retorno à sustentação do peso corporal (SLATTER, 2003). Entretanto a utilização deste método pode acarretar problemas tais como: quebra e perda funcional dos implantes; osteoporose do osso abaixo da placa, devido ao remodelamento associado à interferência vascular na superfície óssea; irritação, levando a granuloma por lambedura e infecções ósseas acarretando frouxidão dos parafusos. A aplicação de placas exige grande exposição cirúrgica do osso fraturado para a sua adequada fixação, além de ser um método de custo elevado que requer instrumentos e materiais específicos para sua utilização bem como profissionais experientes (PIERMATTEI e FLO, 1999).

Na maioria dos casos as placas ósseas constituem-se na técnica de fixação interna de primeira escolha em cães de raças de grande porte a gigantes (PIERMATTEI e FLO, 1999); podendo ser aplicadas na maioria das fraturas diafisárias de úmero e em fraturas cominutivas (JACKSON, 1998). Em fraturas femorais a facilidade de abordagem lateral ao fêmur possibilita a utilização de placas, que podem se estender até o aspecto proximal do osso, ao nível do trocanter maior, maximizando o número de parafusos (SLATTER, 2003).

Outra técnica de reparo de fraturas de fêmur e úmero é o fixador esquelético externo. Este método tem sido utilizado há 100 anos em ortopedia humana e nos últimos anos vem crescendo marcadamente na medicina veterinária (PADGETT et al., 1996; HARARI et al., 1998). Seu uso para a imobilização de fraturas de ossos longos necessita da inserção transcutânea de, no mínimo, dois pinos em cada um dos fragmentos da fratura (fragmento proximal e distal), que são então conectados por uma

ou mais barras ou hastes externas de conexão, metálicas ou de acrílico (PADGETT et al., 1996; PIERMATTEI e FLO, 1999; LEWIS et al., 2001; RAHAL et al., 2005). Podem ser utilizados para manejar fraturas abertas ou fechadas, simples ou cominutivas, fraturas infectadas, por lesões de armas de fogo, osteotomias corretivas e no tratamento da união retardada (CARMICHAEL, 1991; PADGETT et al., 1996; HARARI et al., 1998; LEWIS et al., 2001; SANTOS Jr e SCHOSSLER, 2002). Devido a sua versatilidade os fixadores externos prestam-se tanto para abordagem aberta (redução anatômica do osso e fixação rígida) quanto para abordagem fechada ou abertura mínima com redução e alinhamento direcionados (PADGETT et al., 1996).

As vantagens da utilização do fixador esquelético externo incluem: fácil aplicação; pouco contato do implante com o foco de fratura; utilidade no tratamento de fraturas reduzidas tanto por métodos abertos quanto fechados; preservação do suprimento vascular ósseo; fácil avaliação da consolidação da fratura; habilidade de ser modificada e combinada com outras técnicas de fixação; e relativo baixo custo (PADGETT et al., 1996; PIERMATTEI e FLO, 1999; MIKAIL e PEDRO, 2006). Em adição, o fixador externo pode controlar todas as forças atuantes no local da fratura e é facilmente removido quando a cicatrização da fratura está completa (McLAUGHLIN e ROUSH, 1999). Como desvantagens, a utilização de fixadores esqueléticos externos pode acarretar: infecção, com drenagem de secreção purulenta na inserção dos pinos; frouxidão prematura dos implantes; osteomielite crônica; união retardada; não-união; transfixação de músculos ou tendões; fraturas ósseas; necrose da pele por pressão; e danos a estruturas neurovasculares (DAVIDSON, 1997; HARARI, et al., 1998), obrigando o proprietário a ter cuidados diários de enfermagem e proteção do implante por longo período de tempo.

Muitos tipos de fixadores têm sido descritos de acordo com: 1) o número de superfícies de pele penetrada pelos pinos (unilateral ou bilaterais), 2) o número de planos envolvidos no fixador; ou 3) modificações que podem ser requeridas (PADGETT et al., 1996; McLAUGHLIN e ROUSH, 1999). O fixador simples é o de configuração unilateral que consiste em um pino percutâneo que penetra a superfície da pele e então envolve ambas as corticais. Os pinos são mantidos fixos por uma única barra de conexão (metálica ou acrílica) (RAHAL et al., 2005). Outras modificações são sugeridas como a conexão de um fixador externo unilateral no fêmur a um pino intramedular para aumentar a estabilidade (PADGETT et al., 1996; PIERMATTEI e FLO, 1999).

Zahn e Matis (2004) descrevem a utilização de um fixador esquelético interno, onde parafusos atravessam as duas corticais ósseas e são fixados a barras metálicas axiais paracorticais. Tal técnica foi utilizada em fraturas de fêmur, tíbia, úmero, rádio, ulna, escápula, acetábulo e fraturas vertebrais em 50 cães e 70 gatos. Zahn e Matis (2004) concluíram ser um método versátil, minimamente invasivo, sem necessitar perfeita adaptação óssea, com mínimo contato implante-osso, com menores efeitos na biologia da cicatrização da fratura, tendo-se ainda a possibilidade de correção do alinhamento ósseo transcirurgicamente. Mesmo ocorrendo complicações em cinco cães e 10 gatos (não união, frouxidão, torção ou quebra de implantes), tais problemas puderam ser resolvidos com sucesso e a cicatrização óssea ocorreu devidamente em 96% dos animais.

Fraturas de diáfise umeral podem ser corrigidas utilizando-se um fixador externo sozinho ou acompanhado de pino intramedular (PIERMATTEI e FLO, 1999, TOMLINSON, 2003). A fixação externa em fraturas de fêmur é raramente adequada (PIERMATTEI e FLO, 1999), porém pode-se utilizar pino intramedular associado a fixação esquelética externa, aumentando assim a estabilidade (SLATTER, 2003), ou o "tie-in" (tudo amarrado), onde a extremidade proximal do pino intramedular é exposta, torcida e incorporada ao aparelho externo de fixação (ARON et al., 1991). Entretanto há elevada incidência de mobilidade dos pinos e contratura do quadríceps em casos onde foi utilizada fixação externa em fraturas femorais (SIMPSON e LEWIS, 2003).

Fraturas diafisárias de fêmur e úmero também podem ser estabilizadas utilizando-se hastes intramedulares bloqueadas (HIB), técnica que tem demonstrado sucesso em cães e pacientes humanos (DUELAND, 1998; LARIN et al., 2001; WHEELER et al., 2004), sendo utilizada há mais de uma década para o tratamento de fraturas em cães e gatos (DURALL et al., 2004). Consiste em um pino intramedular com orifícios transversos proximais e distais que são atravessados por parafusos corticais ou de bloqueio, que podem ser inseridos nos fragmentos ósseos proximal e distal (modo estático) ou somente no fragmento distal ou proximal da fratura (DUELAND et al., 1996; McLAUGHLIN, 1999; MOSES et al., 2002). A fixação de fraturas diafisárias com HIB promove estabilidade contra forças axiais que possam promover a torção ou inclinação/dobra de implantes, vencendo muitas das limitações associadas ao uso de pino intramedular para a fixação de fraturas, incluindo colapso de fraturas cominutivas durante a sustentação do peso, instabilidade rotacional e migração do pino (DUELAND, et al., 1996). O pino promove boa estabilidade contra forças de

flexão, enquanto os parafusos controlam o encurtamento axial e a instabilidade rotacional (MUIR et al., 1993). Para a utilização da técnica são necessários pinos intramedulares (hastes) específicos, parafusos corticais, guia de perfuração com suporte para encaixe das hastes, brocas, mandris, trocáteres, chave sextavada, machos, impactador, fresas, diapasão, furadeira elétrica, medidor de profundidade, e experiência por parte do cirurgião (DUELAND et al., 1999; FOSSUM, 2001). Uma desvantagem se refere ao custo dos implantes e materiais auxiliares utilizados. São disponíveis no mercado kits contendo pinos, parafusos e brocas de diâmetros e comprimentos variados, além de uma jiga guia e de materiais auxiliares à fixação, com custo entre R$ 2.500,00 e R$ 3.500,00, o que inviabiliza sua aquisição por parte de muitos profissionais e instituições veterinárias.

O polimetilmetacrilato (PMMA) faz parte dos polímeros sintéticos, que constituem uma classe de materiais biocompatíveis, podendo ser processado por diferentes modos de elaboração em próteses, lentes, dentre outros (WILLIANS, 1982). Os polímeros apresentam como vantagens o fato de serem pré-fabricados, disponíveis em grande quantidade e não necessitarem de um segundo local cirúrgico (região doadora) para serem obtidos e utilizados, reduzindo assim o tempo de cirurgia (HOLLINGER, 1993; CHOUEKA et al., 1996).

O PMMA foi descoberto na Alemanha, em 1902, pelo químico O. Röhm, tendo sido patenteado em 1928. O primeiro uso, na área da saúde, ocorreu em 1936 em próteses dentárias. Foi utilizado extensivamente desde então em uma variedade de produtos médicos e odontológicos, incluindo o cimento ósseo, as dentaduras e as lentes intra-oculares (CALIXTO, 2003). É um termoplástico duro, rígido e transparente, que tem boa resistência às condições ambientais, sendo mais resistente ao impacto do que o vidro. A ligação à cadeia principal de grupos metilo e metacrilato, origina bloqueios espaciais consideráveis, tornando o polimetilmetacrilato rígido e resistente. É um material utilizado em substituição ao vidro em aviões e barcos, iluminação exterior e painéis, lentes para luzes traseiras de automóveis e proteções de segurança (SMITH, 1998). O PMMA é um polímero que alcança temperaturas de fusão de cerca de 105°C sendo um material utilizado tanto na medicina humana quanto na veterinária, em especialidades como ortopedia, odontologia, neurologia e oftalmologia (CALLISTER, 2000). Segundo Sumner-Smith e Waters (1976) as reações teciduais geradas pelo implante de PMMA são primariamente compostas por dois tipos de células. Existe reação de células gigantes que estão ausentes na face de contato do osso com o PMMA,

que é um sítio de grande transmissão de carga, e nos locais de contato do PMMA com tecidos moles, uma fina camada de células gigantes cobre a superfície do cimento. A natureza exata dessa membrana não é exatamente esclarecida. Contudo o autor relata que não foram visualizadas coleções de células gigantes formando áreas caseosas ou granulomatosas. Depósito de tecido adiposo, indicando ausência de irritação química, pode ocorrer, em espessura de 10 microns, na superfície de contato com os tecidos moles.

Nos últimos anos vários trabalhos foram publicados em ortopedia veterinária utilizando o PMMA, junto com pinos ou parafusos, para estabilização de fraturas que outrora eram estabilizadas com placa de aço e parafusos. Hallingen et al (2000) e Lewis et al (1997) fixaram fraturas de acetábulo com parafusos e fios de aço cimentados com PMMA e concluíram que essa fixação composta mantém a redução anatômica, tem poucas complicações e produz resultados clínicos satisfatórios.

Alvarez e Martines (1998) utilizaram pinos de Steinmann ou parafusos e PMMA paracortical para a fixação do ílio na osteotomia tripla da pelve. Esse procedimento foi realizado em 14 cães, sendo que em seis deles foi bilateral. Em cada lado da osteotomia foram colocados dois parafusos ou pinos de Steinmann cortados a dois centímetros de distância do osso e cobertos com PMMA. Todos os pacientes permaneceram em repouso, porém não em gaiola de contenção e tiveram boa recuperação, já que após uma semana estavam utilizando o membro operado, sem apresentar problemas relacionados ao uso do PMMA.

Roesig et al (2005) fixaram fraturas ilíacas utilizando parafusos ortopédicos transfixados e imobilizados com polimetilmetacrilato paracortical. As fraturas foram reduzidas com pinça óssea e em cada segmento foram inseridos dois a três parafusos, de modo que estes permanecessem sobressalentes cinco a sete milímetros além da cortical externa. O cimento ósseo estéril, previamente misturado com cefazolina sódica liofilizada, na proporção de 20g do cimento em pó para 1 g de cefazolina sódica, foi então despejada ainda em sua fase líquida entre e sobre os parafusos. Tais autores concluíram que tal fixação constitui-se numa técnica eficiente, proporcionando adequada estabilidade, precoce recuperação funcional e cicatrização óssea em período aceitável.

Em neurocirurgia o uso do PMMA já é consagrado para estabilização de fraturas e luxações espinhais. Slatter (2003) e Wheeler e Sharp (1999) descreveram a utilização de pino encravados nos corpos vertebrais e fixados com PMMA paracortical para

estabilização de fraturas em diferentes segmentos da coluna vertebral, em pacientes de vários tamanhos, relatando que a técnica foi prática e versátil.

Dentre as diversas formas de recuperação de pacientes fraturados há também variados protocolos de fisioterapia com o mesmo objetivo de cicatrização óssea e utilização precoce do membro operado. Os objetivos se baseiam em restabelecer a confiança e a deambulação normal do animal. Os exercícios devem ser inicialmente suaves já que o osso ainda está em fase de remodelamento. A reabilitação desses pacientes começa logo após o ato cirúrgico com aplicações de bolsas de gelo durante 30 minutos, nas primeiras 24 a 48 horas (MIKAIL e PEDRO, 2006).

A cinesioterapia é a terapia através de exercícios (ROOKS, 1997) que podem ser passivos (quando os movimentos são realizados pelo fisioterapeuta ou pelo próprio proprietário no animal em estação (OSBORNE, 1997) ou ativos (quando os exercícios são realizados pelo animal) (MILLIS et al., 2004). A terapia passiva começa com exercícios de alongamento da musculatura de todo o membro, inicialmente com os músculos não envolvidos com a fratura, para não gerar no paciente um reflexo antiálgico de contratura muscular. Depois do relaxamento do paciente, o músculo comprometido é alongado e são mobilizadas as duas articulações correspondentes ao osso fraturado. Os alongamentos são feitos por segmentos e não em todo o membro, tomando-se grupos musculares de uma articulação à articulação adjacente, realizando-se 10 a 15 repetições, duas a três vezes ao dia, diariamente, durante quatro semanas. A mobilização das articulações é realizada em três séries de 20 minutos. Os exercícios proprioceptivos, com estímulo na região plantar, sobretudo em pacientes que não fazem descarga de peso, podem ser feitos com uso de escovas de cerdas duras. Geralmente são escovados os coxins plantares e a extremidade do membro (MIKAIL e PEDRO, 2006).

Como último estágio do tratamento fisioterápico o paciente é submetido à realização de exercícios ativos onde é treinado a voltar para as atividades diárias, inicialmente com passeios em linha reta e aumento progressivo das dificuldades, com uso de alteres, andar em círculos (nos dois sentidos), obstáculos, rampas e degraus (MIKAIL e PEDRO, 2006).

A consolidação da fratura é acompanhada através de avaliações radiográficas que devem ser realizadas rotineiramente no tempo previsto de união, de acordo com a idade do paciente e o método de fixação utilizado. Estão listados, no Quadro 1, os períodos médios para o tempo de consolidação esperado de uma fratura completa não complicada, tratada de maneira ótima (PIERMATTEI e FLO, 1999) .

Quadro 1. Períodos médios para o tempo de consolidação esperado de uma fratura completa não complicada, tratada de maneira ótima, com diferentes métodos de fixação

Idade do animal	Fixações esquelética externa e por pinos intramedulares	Fixação por placas ósseas e parafusos
Abaixo de 3 meses	2-3 semanas	4 semanas
3-6 meses	4-6 semanas	2-3 meses
6-12 meses	5-8 semanas	3-5 meses
Mais de 1 ano	1,5 a 3 meses	5 meses-1 ano

Fonte: Piermattei & Flo, 1999, p. 35.

Deve-se observar radiograficamente nos tempos previstos de união, indicados na Quadro 1, o mnemônio AAAA: alinhamento, aposição, aparelho de fixação e atividade de cicatrização (PIERMATTEI e FLO, 1999). Os sinais radiográficos de consolidação óssea tipicamente observáveis são pormenorizados no Quadro 2. A reabsorção óssea é avaliada para decidir se ela representa revascularização normal das extremidades dos fragmentos ósseos ou se ela representa infecção ou perda de implantes (FOSSUM, 2001; PIERMATTEI e FLO, 1999).

Exames radiográficos também podem ser realizados durante o ato cirúrgico permitindo assim avaliar a execução do procedimento, proporcionando maior precisão na fixação de implantes ortopédicos metálicos (pinos, placas, parafusos e fios de aço) no foco da fratura (BIERY, 1985), permitindo também avaliar o grau de coaptação e estabilização dos fragmentos fraturados (MILLER, 1998). Esse exame ainda auxilia e minimiza a abordagem cirúrgica, diminuindo a ocorrência de erros, como o desvio de eixo longitudinal ósseo e também em procedimentos empregados para localizar pinos intramedulares de difícil extração cirúrgica (MARCELLIN-LITTLE, 1998).

Quadro 2. Sinais radiográficos da consolidação da fratura adimitindo-se uma situação de fratura em cães sadios com fixação estável e boa vascularização para os fragmentos da fratura.

Graus	Sinais Radiográficos	Tempo de Pós-operatório
I	Margens pontiagudas da fratura	1 semana
II	Mineralização desestruturada e desigual do calo em ponte; linha de fratura ainda visível	4-6 semanas
III	Calo em ponte de desigualdade uniforme e bordas lisas; linha de fratura levemente visível	6-9 semanas
IV	Calo denso de tamanho reduzido; linha de fratura quase invisível, remodelamento cortico-medular precoce (estágio de união clínica precoce)	8-12 semanas
V	Posterior condensação do calo; separação cortico-medular distinta devido ao remodelamento; linha de fratura invisível	10 semanas

Fonte: Piermattei & Flo, 1999, p. 39.

Para avaliar a progressão da recuperação do paciente é necessário conhecer a idade do animal, a espécie e o período de tempo decorrido desde a estabilização da fratura, podendo-se usar o tempo de recuperação da funcionabilidade do membro (Quadro 3) como parâmetro de correlação (TUDURY e RAISER , 1985).

Quadro 3. Características clínicas dos cinco graus utilizados para apreciar a recuperação do uso funcional do membro em cães após redução e fixação de fraturas.

Grau	Características
I	Não usa nem apóia o membro
II	Uso e apoio infrequentes do membro na estação e no caminhar. Não suporta peso na extremidade afetada, elevando-a ao correr
III	Claudicante uso do membro na estação e no caminhar. Parcial suporte do peso na extremidade, elevando-a ao correr
IV	Caminhada sem claudicar. Normal na estação. Claudica ao correr sem elevar o membro
V	Uso funcional do membro

Fonte: Tudury & Raiser , 1985, p. 150.

A avaliação do processo de cicatrização óssea também pode ser realizada mediante a aferição sérica de marcadores bioquímicos de formação óssea, como a fosfatase alcalina (FA). A FA está presente como isoenzimas em muitos tecidos, particularmente osteoblastos em tecido ósseo, condroblasto em tecido cartilaginoso e células do sistema hepatobiliar no fígado (HENDRIX, 2006). Quadros como raquitismo, osteomalacia, hiperparatireoidismo, osteossarcoma osteogênico, metástase óssea de carcinoma não esquelético e osteopatia craniomandibular podem produzir elevações moderadas a marcantes na atividade plasmática de FA. Lesões localizadas, como fraturas (em resolução), também podem acarretar mudanças visíveis da FA quando comparadas aos valores normais (KERR, 2003).

Komnenou et al (2005), avaliando 83 cães apresentando fraturas diafisárias fechadas de ossos longos, observaram que animais com cicatrização óssea sem complicações apresentaram um nível máximo de FA no dia 10 após o trauma, seguindo-

se por um gradual decréscimo durante o período de observação restante, com redução mínima após cerca de 60 dias de trauma. Em cães que desenvolveram união retardada os níveis séricos de FA também atingem níveis altos no dia 10, porém tais níveis foram menores do que os de cães com cicatrização adequada e a queda do nível sérico de FA ocorreu em tempo mais prolongado, alcançando níveis mínimos após 150 dias de trauma. Já em cães com não-união os níveis séricos de FA permaneceram baixos durante todo o período de observação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais e avaliação clínica inicial:

O estudo foi realizado após aprovação desta pesquisa pela Comissão de Ética do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizados 12 animais (seis cães e seis gatos) provenientes do atendimento de rotina do Hospital Veterinário da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e portadores de fraturas diafisárias de fêmur (cinco gatos e quatro cães) e úmero (um gato e dois cães). Foram utilizados 10 machos e duas fêmeas, com idade variando entre quatro meses e oito anos.

Cada paciente passou por uma anamnese detalhada visando obter informações referentes à origem e ao tempo da fratura e à possibilidade da presença de lesões e enfermidades sistêmicas intercorrentes; assim como por um exame físico que constou de avaliação clínica geral, onde foram aferidos temperatura retal, freqüências cardíaca e respiratória, tempo de perfusão capilar, nível de hidratação, qualidade de pulso e mucosas, presença de ectoparasitas, e avaliação dos sistemas circulatório, respiratório, urinário, reprodutor e hemolinfático. Cada paciente também foi submetido a um exame ortopédico geral visando identificar a região fraturada e a presença de outras alterações osteoarticulares. Somente foram aceitos na pesquisa os pacientes que apresentaram unicamente fratura de fêmur ou úmero, e se encontravam em condição orgânica estável e apropriada para a anestesia cirúrgica. Após a identificação do membro acometido, realizou-se avaliação neurológica com o objetivo de identificar lesões de nervos periféricos associadas às fraturas, e que pudessem comprometer a recuperação funcional dos animais. Todas as informações de cada paciente foram transcritas em uma ficha de avaliação e identificação (Anexo 1).

3.2. Avaliação radiográfica:

Após as avaliações clínica e ortopédica os animais foram encaminhados para a realização de exame radiográfico em duas projeções (antero-posterior e médio-lateral) do osso fraturado para identificação do tipo de fratura, presença de esquírolas ósseas, grau de aposição, alinhamento e encavalamento ósseos e para se detectar alterações como fissuras ou fragmentações ósseas que pudessem inviabilizar a aplicação da

técnica. Todos os animais incluídos na pesquisa apresentaram fraturas de fêmur ou úmero diafisárias, transveras ou minimamente oblíquas.

Também foram realizados exames radiográficos periódicos do osso operado, 30, 60 e 90 dias após o procedimento cirúrgico, para o acompanhamento da cicatrização óssea.

3.3. Protocolo anestésico e cuidados pré-cirúrgicos:

O protocolo anestésico utilizado constituiu-se de medicação pré-anestésica acepromazina[1] 0,2% (0,11 mg/kg intramuscular), indução com propofol[2] (5-6 mg/kg intramuscular), anestesia epidural com bupivacaína[3] 0,5% (1ml / 4,5 kg), em fraturas de fêmur, e manutenção com halotano[4]. Nos pacientes com fraturas de úmero foi realizado bloqueio do plexo braquial com bupivacaína na dose máxima de 2 mg/kg. Para analgesia utilizou-se cloridrato de tramadol[5] (1mg/kg) e meloxican[6] (0,2mg/kg) ambos pela via subcutânea. A antibioticoterapia profilática foi realizada mediante a administração de cefalotina sódica[7] intravenosa, começando 30 minutos antes da incisão de pele e repetindo após duas horas de procedimento cirúrgico, na dose de 25 mg/kg. Para o procedimento cirúrgico foi realizada tricotomia ampla do membro pélvico ou torácico a ser operado, com anti-sepsia de todo o campo operatório com solução de clorexidida[8] (anti-sepsia preliminar) e para anti-sepsia definitiva: álcool 70%, álcool iodado[9], solução de clorexidina[8], seguida de proteção da extremidade do membro com compressa e luva estéril. Os pacientes com fraturas diafisárias de fêmur ou de úmero foram posicionados em decúbito lateral para a respectiva abordagem craniolateral e lateral a esses ossos.

3.4. Implantes:

Baseando-se no exame radiográfico, foi estabelecido o tamanho dos implantes que cada paciente recebeu; os pinos intramedulares utilizados tiveram o diâmetro

[1] Acepran 0,2%, Aventis. São Paulo- SP
[2] Pronest 200 mg injetável, Meizler. São Paulo - SP
[3] Neocaina 0,5%, Cristália, Itapira-SP
[4] Halotano, Cristália, Itapira- SP
[5] Tramal 50, Carlo Erba. S/A.
[6] Movatec, Boehringer Ingelheim. Itapecirica da Serra-SP.
[7] Cefalotina sódica, Eli Lilly do Brasil Ltda. Recife-PE.
[8] Chlorhex, Johnson & Johnson, São Paulo- SP.
[9] Álcool iodado , Johnson & Johnson, São Paulo-SP.

equivalente a 50% do tamanho do diâmetro do canal medular do osso acometido. Todos os pacientes receberam implantes de uma única procedência.

O cimento acrílico utilizado na pesquisa foi o polimetilmetacrilato em sua forma estéril (marca CIMPOX[10]), adquirido de um único fornecedor. Durante o trans-operatório, foi adicionado cefazolina sódica liofilizada estéril na proporção de 20 gramas do polímero para 1 grama de cefazolina, previamente à preparação do cimento.

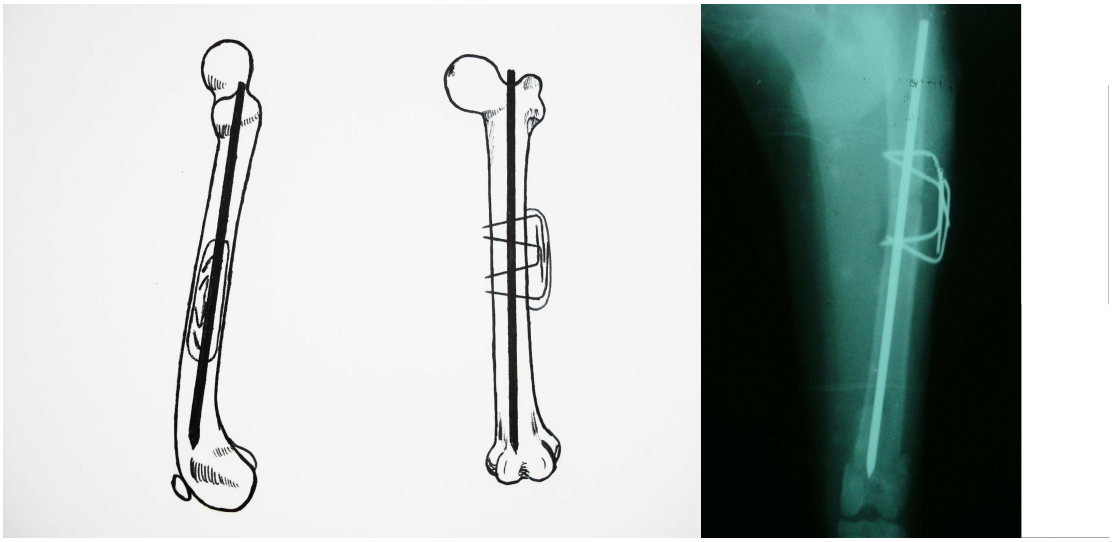
3.5. Abordagem cirúrgica e estabilização das fraturas diafisárias de fêmur:

Para a estabilização das fraturas femorais foi realizada a abordagem lateral ao fêmur, através de incisão lateral de tamanho suficiente para expor o foco da fratura e o tecido ósseo necessário para a colocação dos implantes. A incisão foi realizada ao longo da borda craniolateral da diáfise óssea, expondo-se os músculos bíceps femoral e vasto lateral. O ventre do músculo bíceps femoral foi rebatido caudalmente e o músculo vasto lateral e a fáscia lata foram rebatidos cranialmente, expondo-se assim a diáfise femoral. A inserção do pino intramedular foi realizada por via retrógrada, no fragmento proximal, direcionando-o ao longo da superfície craniolateral da cavidade, saindo ao nível da tuberosidade trocantérica, retraindo-o posteriormente até sua extremidade distal se igualar ao nível da fratura, permitindo a redução desta. Após a redução, o pino foi inserido no canal medular do fragmento distal da fratura, que foi tracionado cranialmente, chegando até a metáfise distal, mantendo assim a fratura reduzida, tendo-se cuidado para que o pino fosse encravado no osso esponjoso condilar (verificado por controle radiográfico transcirúrgico). O excesso do pino visualizado em tuberosidade trocantérica foi devidamente cortado e recalcado.

Em seguida, foram introduzidos dois pinos transcorticais, de 1,0 ou 1,5 mm de diâmetro (dependendo do tamanho do osso e do peso do paciente) na face lateral de cada fragmento ósseo da fratura, oblíquos ao pino intramedular, atravessando as duas corticais ósseas, tendo cuidado para que as pontas ultrapassassem apenas dois milímetros da segunda cortical ao saírem, evitando assim danos à musculatura adjacente. Cada pino foi dobrado em direção ao fragmento oposto até se cruzarem, ficando paralelos à cortical óssea e separados 0,5 cm da mesma. O PMMA em sua forma estéril, previamente misturado à cefazolina sódica liofilizada foi então preparado e ao adentrar na sua fase pegajosa, foi aplicado sobre e por entre os pinos, tendo-se

[10] CIMPOX – Cimento cirúrgico ortopédico, Ônix Orthopaedic, Ilha de Itamaracá-PE.

cuidado para a não penetração do mesmo ao nível da fratura. O processo de polimerização e endurecimento da resina foi acompanhado e ao iniciar o aquecimento, o cimento ósseo foi resfriado com solução fisiológica à temperatura ambiente, até o retorno a esta temperatura. O aparelho e o osso fraturado foram avaliados e testados quanto à sua estabilidade, verificando-se se o primeiro bloqueava satisfatoriamente as forças de rotação, torção, cisalhamento, compressão axial e tensão axial. Posteriormente, procedeu-se à aproximação do tecido e fáscia muscular com fio de náilon e padrão de sutura Reverdin, tecido subcutâneo com fio de náilon e sutura em zigue-zague, e pele também com fio de náilon e sutura em pontos isolados simples. A estabilização de fraturas femorais mediante a utilização de pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato está ilustrado na Figura 1.



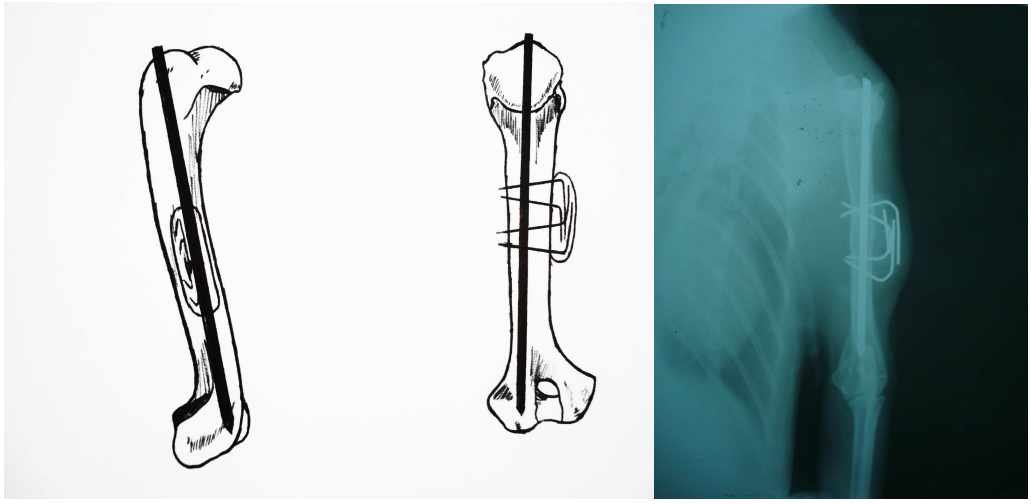
1A 1B 1C

Figura 1. Ilustrações nas projeções lateral (1A) e antero-posterior (1B) e exame radiográfico pós-operatório na projeção antero-posterior (1C) da estabilização de uma fratura femoral mediante pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato.

3.6. Abordagem cirúrgica e estabilização das fraturas diafisárias de úmero:

Para a estabilização das fraturas umerais foi realizada abordagem craniolateral ao úmero. A incisão se estendeu o suficiente para expor o foco da fratura e o tecido

ósseo suficiente para a implantação da técnica. Foi realizada incisão de pele, tecido subcutâneo e fáscia braquial ao longo da borda lateral do músculo braquiocefálico, acompanhando distalmente a veia cefálica, que quando intacta foi apenas afastada. Uma incisão foi realizada na fáscia craniolateral do músculo braquial e na inserção da cabeça lateral do músculo tríceps braquial do úmero. Mais uma incisão foi realizada na inserção periosteal dos músculos braquicefálico e peitoral superficial. O nervo radial foi identificado e avaliado quanto à sua integridade em todos os casos, sendo devidamente protegido quando da realização das incisões. Partiu-se então para a retração dos músculos braquial e tríceps braquial caudalmente, e o músculo peitoral superficial e braquicefálico cranialmente, para a exposição dos fragmentos diafisários da fratura. Para a estabilização das fraturas umerais foi introduzido um pino intramedular via retrógrada, de diâmetro equivalente a 50% do diâmetro do canal medular do osso fraturado, que percorreu inicialmente o fragmento proximal da fratura, saindo através do tubérculo maior. O pino foi retraído proximalmente até sua extremidade distal se igualar à linha de fratura, para permitir a redução da mesma. Após a redução da fratura o pino percorreu o fragmento distal até ficar inserido no epicôndilo medial (verificado através de exame radiográfico trans-cirúrgico). O excesso do implante no tubérculo maior foi cortado e devidamente recalcado. Em seguida realizou-se a complementação da estabilização com os pinos transfixados e fixados com PMMC em situação paracortical, seguindo os mesmos procedimentos realizados para as fraturas de fêmur. O aparelho e a fratura foram avaliados e testados quanto à sua estabilidade, verificando-se se o primeiro bloqueava satisfatoriamente as forças de rotação, torção, cisalhamento, compressão axial e tensão axial, da mesma forma que nas fraturas femorais. Posteriormente procedeu-se à aproximação do tecido e fáscia muscular com fio de náilon e padrão de sutura Reverdin, tecido subcutâneo com fio de náilon e sutura em zigue-zague, e pele também com fio de náilon e sutura em pontos isolados simples. A estabilização de fraturas umerais mediante a utilização de pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato está ilustrado na Figura 2.



1A **1B** **1C**

Figura 2. Ilustrações nas projeções lateral (1A) e antero-posterior (1B) e exame radiográfico pós-operatório na projeção antero-posterior (1C) da estabilização de uma fratura umeral mediante pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato.

3.7. Cuidados e avaliação pós-operatória:

Após a cirurgia os pacientes receberam antibioticoterapia oral à base de cefalexina[11] na dose de 30 mg/kg a cada oito horas, durante sete dias consecutivos. Foi prescrito meloxicam[12] na dose diária de 0,1mg/kg, por via oral, durante sete dias para ação antinflamatória. O curativo da ferida cirúrgica foi realizado com povidine tópico[13] duas vezes ao dia até a retirada dos pontos após sete dias. Os animais foram mantidos com colar elisabetano durante este período.

Recomendou-se aplicação de compressa com gelo no local do procedimento cirúrgico durante 15 a 20 minutos, cinco vezes ao dia nas primeiras 72 horas após a cirurgia, e a realização de exercícios fisioterápicos passivos (flexão e extensão do membro operado) durante uma semana, seguido de exercícios ativos, controlados inicialmente com o animal realizando caminhadas leves na coleira e, posteriormente, liberados, objetivando-se o retorno gradativo do paciente às suas atividades diárias.

Nas reavaliações subseqüentes à cirurgia (sete, 15, 30, 60 e 90 dias após o procedimento cirúrgico) foram observadas: a presença de edema, sensibilidade na

[11] Keflex, Lilly, São Pualo-SP
[12] Maxicam, OuroFino – Ribeirão Preto- SP
[13] Povidine Tópico, Johnson & Johnson- São Paulo –SP.

região da fratura, secreção da ferida cirúrgica, presença de instabilidade e calo ósseo palpável, fístula, entorse e proeminência do aparelho. Também foram acompanhados os graus de claudicação dos pacientes. Os graus utilizados para expressar a recuperação funcional do membro operado de cada paciente estão descritos no quadro 3 (anexo 3).

Exames radiográficos foram realizados também nos momentos pós-operatório imediato e aproximadamente (dependendo da disponibilidade dos proprietários) nos dias 30, 60 e 90 após a cirurgia dos ossos afetados, nas projeções antero-posterior e médio-lateral. Nos períodos de convalescência determinados acima, foram avaliados, com base no quadro de Chioratto (2003) (Quadro 4), o alinhamento e a aposição dos fragmentos da fratura, o desenvolvimento da consolidação da fratura, o posicionamento e a integridade dos implantes, presença de sinais ósseos de estresse decorrentes da técnica e/ou dos materiais utilizados, e sinais de infecção óssea pós-cirúrgica.

Quadro 4. Avaliação radiográfica de consolidação da fratura

Parâmetros radiográficos observados	**Dia no pós-operatório**			
	0	**30**	**60**	**90**
(1) Fratura em fase de cicatrização				
(1.1) Linha de fratura visível sem sinais de proliferação óssea				
(1.2) Linha de fratura visível e presença de calo ósseo				
(1.3) Remodelamento ósseo com linha de fratura visível				
(1.4) Cicatrização óssea completa da fratura				
(2) Falha na Integridade dos implantes				
(3) Desvio de eixo ósseo/deslocamento de fragmentos da fratura				
(4) Sinais de infecção óssea				
(5) Sinais de união retardada ou não união				

O acompanhamento da cicatrização óssea foi realizada mediante avaliação radiográfica e aferição da fosfatase alcalina sérica, nos dias pré-estabelecidos para cada exame.

3.8. Coleta e análise da fosfatase alcalina:

A coleta do sangue para aferição da fosfatase alcalina sérica foi realizada primeiramente no dia da cirurgia (dia 0) e as coletas posteriores foram realizadas com, aproximadamente, sete, 15, 30, 60 e 90 dias após a cirurgia, totalizando seis coletas para cada animal.

O sangue foi coletado com seringas de 5mL puncionando-se a veia jugular com o animal em posição de "esfinge" e foi transferido para tubos de ensaio de vidro sem anticoagulante. Estes foram devidamente identificados com o nome do animal, espécie e data da coleta e levados imediatamente após a coleta, ao banho-maria a 37 º C para facilitar a formação e retração do coágulo.

Após aproximadamente 30 minutos, as amostras foram centrifugadas a uma velocidade de 3000 rpm (rotações por minuto) por dez a 15 minutos até que se obtivesse o soro com coloração límpida. Este foi transferido, com o auxílio de uma pipeta de 100 microlitros, para ependorfs de 1,5 mL os quais foram igualmente identificados e acondicionados no freezer do laboratório de patologia clínica do DMV da UFRPE.

A determinação da fosfatase alcalina foi realizada através do método colorimétrico por espectrofotometria com o kit da Labtest Diagnóstica[14] por um método de aplicação manual, o qual ocorreu reação cinética em tempo fixo. As reações ocorreram a uma temperatura de 37ºC, sendo as absorbâncias do teste e padrão determinadas acertando-se o zero com o branco. A fosfatase alcalina do soro hidrolisava a timolftaleína monofosfato e a cor formada era medida em 590 nm no aparelho espectrofotômetro[15].

[14] Labtest – Fosfatase Alcalina Ref. 40, MS 1000910081 – Lagoa Santa - MG
[15] Espectrofotômetro 7000 (Tecnow)

4. RESULTADOS

Foram realizadas doze cirurgias, sendo nove de fraturas diafisárias de fêmur (cinco gatos e quatro cães) e três de fratura diafisária de úmero (um gato e dois cães). Dos 12 animais operados, seis foram da espécie canina e seis da felina, cujos dados de resenha e resultados foram compilados na Quadro 5.

Quadro 5: Dados da resenha e resultados dos pacientes operados quanto ao tipo de fratura, cicatrização óssea final, integridade e estabilidade dos implantes e recuperação funcional ao se realizar o último exame radiográfico.

Dados do animal	Osso/tipo de fratura	Cicatrização óssea final	Integridade dos implantes	Recuperação funcional no último exame radiográfico
Caso 1 Canino, macho, SRD, 4 anos, 13,96 Kg	Fratura em bisel do terço médio do fêmur direito com grande esquírola óssea	União óssea em 78 dias	Não. Sinais de osteomielite 39 dias após a cirurgia e retirada dos implantes	Grau III
Caso 2 Canino, macho, SRD, 7 meses, 9,5 Kg	Fratura levemente oblíqua no terço médio do fêmur direito	União óssea com 88 dias	Sim	V

Caso 3 Canino, macho, Rotweiller, 3 meses, 8,8 Kg	Fratura levemente oblíqua no terço médio do fêmur direito com pequena esquírola óssea	União óssea com 92 dias	Sim	V
Caso 4 Canino, fêmea, SRD, 8 anos, 8,5 Kg	Fratura transversa completa do terço distal do úmero esquerdo	União Retardada	Sim	Grau III
Caso 5 Canino, macho, SRD, 2 anos, 15 Kg	Fratura completa oblíqua do terço médio do úmero esquerdo.	União retardada	Sim	Grau IV
Caso 6 Canino, macho, SRD, 1 ano, 14 Kg	Fratura levemente oblíqua no terço médio do fêmur direito	União retardada	Sim	V
Caso 7 Felino, macho, SRD, 9 meses, 3,54 Kg	Fratura completa transversa no terço proximal do fêmur esquerdo.	União óssea após 96 dias	Sim	Grau V

Caso 8 Felino, macho, SRD, 9 meses, 2,5 Kg	Fratura completa transversa em terço médio do fêmur direito.	União óssea	Não. Pinos de fixação paracortical quebrados	Grau III
Caso 9 Felino, macho, SRD, 9 meses, 3,8 Kg	Fratura transversa do terço médio do fêmur direito com uma esquírola óssea	União óssea após 93 dias	Não. Pinos de fixação paracortical quebrados	Grau V
Caso 10 Felino, macho, Siamês, 4 meses, 2,3 Kg	Fratura transversa do terço médio do úmero esquerdo	União óssea após 60 dias	Sim	Grau V
Caso 11 Felino, macho, SRD, 2 anos, 3 Kg	Fratura transversa em terço médio do fêmur direito	Quebra dos implantes, desvio do eixo ósseo, deslocamento dos fragmentos da fratura, osteomielite	Não	II
Caso 12 Felina, fêmea, SRD, 1 anos, 3,5 Kg	Fratura transversa em terço médio do fêmur direito com esquírolas ósseas	União retardada	Sim	IV

O canino do caso 1 apresentou leve desconforto à palpação do membro operado na primeira avaliação pós-operatória (após 7 dias) entretanto tal desconforto não mais existia após 15 dias de procedimento operatório, vindo a surgir novamente aos 39 dias de cirurgia. O aparelho mostrou-se proeminente em todas as avaliações. A claudicação se manteve grau 2 nas avaliações após 7, 15 e 39 dias. Após aproximadamente 39 dias da cirurgia, o paciente retornou para nova avaliação com piora da claudicação, dificuldade em apoiar o membro operado, dor à palpação do aparelho, temperatura corporal de 39,7º C e aumento da temperatura na região operada. Foram realizados hemograma, que revelou 18.220 leucócitos, e exame radiográfico, onde foram observados pinos transfixados quebrados e sinais compatíveis com infecção óssea. O paciente foi mantido internado para tratamento antibiótico à base de enrofloxacina e os implantes foram removidos. Como foi observado, após a remoção dos implantes, que a estabilidade do calo ósseo se mantinha, não foi colocado novo implante. O paciente ficou internado, em tratamento antibiótico e fisioterápico durante 12 dias. Após 78 dias de pós-operatório inicial foi realizado novo exame radiográfico onde pôde-se observar formação de calo ósseo exuberante e ausência de linha de fratura visível. O paciente recuperou progressivamente a funcionabilidade do membro operado com a realização dos exercícios fisioterápicos após a alta hospitalar, mesmo com a remoção dos implantes.

O canino do caso 2 apresentou leve desconforto à palpação do aparelho somente na primeira avaliação pós-operatória. A proeminência do aparelho foi observado aos 7 e 15 dias pós-operatório. Já a funcionabilidade do membro foi melhorando com o passar das avaliações, assumindo grau 2 após 7 dias de cirurgia, e grau 5 aos 88 dias pós-operatórios, período onde também foi observada cicatrização completa da fratura.

O paciente do caso 3 apresentou aumento de volume no membro operado sugestivo de formação de seroma e sensibilidade na região da fratura, apresentando claudicação grau 2 após 7 dias de cirurgia. No retorno após 15 dias, tanto a sensibilidade na região operada quanto a claudicação persistiam, e o aparelho mostrou-se proeminente. Com 30 dias de pós-operatório observou-se claudicação grau 3 e pequena sensibilidade na região à palpação. No exame radiográfico observou-se calo ósseo exuberante e linha de fratura bem visível. Após 62 dias nova avaliação foi realizada e o paciente apresentava claudicação grau 4 sem outras alterações. No exame radiográfico pôde-se notar calo ósseo exuberante e linha de fratura menos visível. Após

94 dias de cirurgia observou-se recuperação funcional do membro operado com cicatrização completa da fratura.

O animal do caso 4 apresentou, após sete dias pós-operatórios, secreção sero-sanguinolenta na ferida cirúrgica. O aparelho mostrou-se estável, porém proeminente, e o animal apresentava claudicação grau 3. O tratamento antibiótico foi mantido e recomendado limpeza da ferida com solução fisiológica a cada 12 horas até o próximo retorno. No retorno após 15 dias de cirurgia a secreção na ferida e a proeminência do aparelho se mantinham, entretanto a funcionabilidade do membro operado havia melhorado, assumindo grau 4. Foi realizada troca do antibiótico e mantido o tratamento, inclusive as trocas de curativos periódicas. Após 30 dias o paciente retornou, a secreção havia desaparecido e a ferida cirúrgica cicatrizado. A claudicação se mantinha grau 4. O exame radiográfico revelou reação periosteal e formação de calo ósseo e linha de fratura bem visível. Após 62 dias a paciente retornou e pôde-se observar a proeminência do aparelho que se mantinha. O exame radiográfico revelou aumento do calo ósseo e linha de fratura bem visível. Após 93 dias o animal foi novamente avaliado tendo apresentado piora na recuperação funcional passando para o grau 3, aparelho de fixação proeminente e, ao exame radiográfico, notou-se grande calo ósseo e linha de fratura ainda visível, quadro este sugestivo de união retardada.

O canino do caso 5 desenvolveu edema moderado observado 7 dias após o procedimento cirúrgico. Sensibilidade à palpação na região operada, aparelho proeminente e claudicação grau 3 também foram vistos neste período. Após 15 dias a proeminência do aparelho se mantinha. A claudicação apresentada pelo animal continuava grau 3. Após 30 dias o animal retornou e a claudicação havia melhorado, mas continuava em grau 3. O exame radiográfico demonstrou formação de calo ósseo com linha de fratura bem visível. Com 58 dias de pós-operatório foi realizada nova avaliação. O animal apresentava melhora da claudicação, assumindo grau 4 na recuperação funcional, porém ao fazer esforço claudicava ao andar. O exame radiográfico apresentou pequenas alterações apenas no tamanho do calo ósseo, e a linha de fratura permanecia evidente. Aos 91 dias de pós-operatório, o cão foi reavaliado, apresentava recuperação funcional grau 4, porém sem sinal de cicatrização óssea. Havia calo ósseo exuberante, a linha de fratura estava menos visível, porém ainda existia, e não havia fechamento do canal medular.

O canino do caso 6 apresentou a região operada ainda edemaciada, aparelho proeminente e claudicação grau 2, 8 dias após a cirurgia. Após 16 dias de procedimento

cirúrgico, o animal retornou apresentando recuperação funcional grau 3 e, como alterações, observou-se o aparelho levemente proeminente, e sensibilidade à palpação da região operada. O animal foi doado, entretanto foi ainda reavaliado após 109 dias de cirurgia. O exame radiográfico deste período revelou remodelamento ósseo com linha de fratura visível, quadro sugestivo de união retardada.

No caso 7, um felino, foi observado aos 7 dias pós-operatórios, andar claudicante, mas já apoiava a pata no chão em estação (grau 3), o aparelho se mostrava proeminente e o animal sentir desconforto à manipulação da região operada, porém não havia secreção nos pontos, nem instabilidade. Após 16 dias o animal retornou. Apoiava bem a pata, mas ainda claudicava ao caminhar. Tinha leve desconforto à palpação e o aparelho mantinha-se proeminente. Após 31 dias de cirurgia o paciente foi reavaliado. Já estava apoiando melhor a pata operada e, ao exame radiográfico, observou-se formação de pequeno calo ósseo e linha de fratura visível. Após 63 dias foi realizada nova avaliação. O paciente apresentava recuperação funcional grau quatro e o exame radiográfico revelou calo ósseo com linha de fratura ainda visível. Após 92 dias de cirurgia houve a recuperação funcional do membro submetido ao procedimento cirúrgico e o raio-x evidenciou remodelamento ósseo e fratura cicatrizada.

O felino do caso 8 mostrou, após 7 dias de cirurgia, região operada levemente edemaciada e sensível e claudicação grau 2. Após 15 dias de cirurgia o animal foi reavaliado e apresentava funcionabilidade do membro operado grau 3, pouca sensibilidade à palpação, sem outras alterações. Após 31 dias de cirurgia foi realizado o primeiro raio-x que evidenciou afastamento do aparelho e nenhum sinal de cicatrização óssea. O animal ainda apresentava leve desconforto à palpação da região operada e claudicante uso do membro. Após 62 dias de cirurgia nova avaliação foi realizada onde se evidenciou desconforto na região operada, e grau 4 de recuperação funcional. O exame radiográfico mostrou aparelho frouxo, dois pinos transfixados quebrados e formação de calo ósseo com suave linha de fratura visível. Os implantes foram então removidos e pôde-se observar total estabilidade e rigidez no foco da fratura. A recuperação funcional do animal no retorno após 98 dias se mostrou em perfeito estado.

O paciente felino do caso 9 apenas andar claudicante (grau 3) na primeira avaliação pós-operatória (após 8 dias de cirurgia). Após 15 dias o animal voltou, apresentava melhora da claudicação, mas a funcionabilidade do membro operado se mantinha no grau 3. Não apresentava desconforto à palpação, mesmo com aparelho proeminente. Com 31 dias de pós-operatório o paciente retornou e apresentava melhora

na funcionabilidade do membro que passou para o grau 4. O exame radiográfico mostrou calo ósseo exuberante com linha de fratura visível, com um pino transfixado quebrado. Após 64 dias de cirurgia o animal retornou novamente apresentando funcionabilidade do membro operado grau 4 e o novo exame radiográfico revelou grande calo ósseo e linha de fratura visível ainda. Após 93 dias de cirurgia o animal apresentava total recuperação funcional do membro operado e sinais de remodelamento ósseo sem linha de fratura visível.

O paciente felino do caso 10 apresentava recuperação funcional grau 3 após 7 dias de cirurgia, onde também foi observado aparelho proeminente e leve desconforto à palpação do membro operado. Após 15 dias o animal mantinha a funcionabilidade grau 3 do membro e o aparelho continuava proeminente. Após 30 dias de cirurgia foi realizado exame radiográfico que revelou linha de fratura bem visível e pequeno calo ósseo se formando. Após 59 dias o animal foi novamente avaliado, sendo observada melhora na recuperação funcional do membro operado passando para grau 4, e o exame radiográfico revelou grande calo ósseo e pequena linha de fratura ainda visível. Com 92 dias de pós-operatório pôde-se observar recuperação funcional do paciente e, no exame radiográfico, calo ósseo remodelado e fratura cicatrizada.

No caso 11, o felino operado apresentou, após sete dias de procedimento cirúrgico, desconforto à palpação da região operada e claudicação, com funcionabilidade do membro operado grau 3. A proprietária relatou que não conseguiu seguir as orientações de repouso e tratamento antibiótico e de cuidados com a ferida cirúrgica. Este paciente não usou colar elizabetano e fugia de casa durante o dia. Após 15 dias a claudicação se mantinha e houve a formação de um trato fistulante sobre o aparelho. Foram indicadas antibioticoterapia e limpeza diária da ferida. O proprietário mais uma vez não seguiu as orientações de tratamento recomendadas, não fazendo a limpeza nem administrando o antibiótico nos horários instituídos. Após 30 dias de cirurgia o paciente voltou sem apoiar o membro acometido, com instabilidade à palpação da região fraturada e com secreção na ferida que havia se formado. O exame radiográfico revelou falha na integridade dos implantes, deslocamento dos fragmentos da fratura e desvio do eixo ósseo. Os implantes foram então retirados e novo método de fixação foi implementado, constituído por placa e parafusos.

O último animal, felina do caso 12, apresentou leve edema no membro operado e desconforto à manipulação do aparelho. A paciente claudicava ao caminhar e elevava o membro em estação. Após 15 dias de cirurgia o animal foi reavaliado, apresentando

melhora da claudicação, pequeno desconforto à manipulação do aparelho e do membro. Com 34 dias de pós-operatório a paciente retornou e passou por nova avaliação. O aparelho permanecia proeminente, havia melhora da claudicação, mas a recuperação funcional permanecia dentro do grau 3, e o animal sentia ainda pequeno desconforto ao ser manipulado na região da fratura e do aparelho. O exame radiográfico revelou linha de fratura visível e pequena formação de calo ósseo. Após 62 dias de cirurgia foi realizada nova avaliação. A paciente apresentava melhora da claudicação e o exame radiográfico continuava a revelar linha de fratura bem visível e pequeno calo ósseo. Com 91 dias de pós-operatório o animal foi reavaliado. Mantinha recuperação funcional grau 4 e exame radiográfico demonstrando linha de fratura visível sem sinais de cicatrização óssea (união retardada).

Dentre os animais da pesquisa, cinco apresentaram edema na região operada após sete dias de cirurgia, evento este que não persistiu nas reavaliações seguintes, diferentemente da sensibilidade sentida na região da fratura, que em geral foi reduzindo, entretanto se manteve em um paciente até 90 dias de pós-operatório. Houve secreção na ferida cirúrgica em um animal, observada no sétimo, 15º e 30º dia após o procedimento cirúrgico e presença de instabilidade também em outro paciente, tendo surgido com 30 dias de pós-operatório. A presença de instabilidade está provavelmente relacionada com a falha na integridade dos implantes que ocorreu em 25% dos casos após aproximadamente 30 dias de cirurgia e em 33,3% em aproximadamente 60 dias pós-operatórios. O aparelho se tornou proeminente em muitos casos e em um deles tal alteração persistiu até 90 dias de pós-operatório. Dos pacientes operados, nove (75%) apresentaram algum grau de deslocamento/afastamento do aparelho de fixação paracortical, sendo que, em 55,55% (5) tal afastamento foi observado no exame radiográfico após 30 dias de cirurgia, em 33,33% (3) surgiu no exame radiográfico após 60 dias de cirurgia e em 1 animal (11,11%) esta alteração foi observada apenas no exame radiográfico com mais de 90 dias pós-operatórios. Os dados referentes às intercorrências observadas nas reavaliações realizadas e os valores absolutos e em porcentagem dos animais que as apresentaram estão compilados na tabela 1.

Tabela 1. Intercorrências observadas nas avaliações periódicas aos sete, 15, 30, 60 e 90 dias após a cirurgia.

	Dia 07	**Dia 15**	**Dia 30**	**Dia 60**	**Dia 90**
	(n)	**(n)**	**(n)**	**(n)**	**(n)**
	%	**%**	**%**	**%**	**%**
Edema da região operada	5	0	0	0	0
	(41,6)	(0)	(0)	(0)	(0)
Sensibilidade na região da fratura	8	5	4	2	1
	(66,6)	(41,6)	(33,3)	(16,6)	(8,3)
Secreção da ferida cirúrgica	1	1	1	0	0
	(8,3)	(8,3)	(8,3)	(0)	(0)
Presença de instabilidade	0	0	1	0	0
	(0)	(0)	(8,3)	(0)	(0)
Fístula	0	1	1	0	0
	(0)	(8,3)	(8,3)	(0)	(0)
Proeminência do aparelho	10	11	5	1	1
	(83,3)	(91,6)	(41,6)	(8,3)	(8,3)
Falha na integridade dos implantes	0	0	3	4	0
	(0)	(0)	(25)	(33,3)	(0)
Afastamento do aparelho paracortical	0	0	5	3	1
	(0)	(0)	(55,55)	(33,33)	(11,11)

Das 12 fraturas tratadas, 58,33% (sete) foram decorrentes de atropelamento, 16.66% (duas) foram provenientes de briga, 8,33% (uma) foi decorrente de queda e 16,66% (duas) ocorreram devido a outro trauma (pisada e queda de uma tábua sobre o membro). O peso dos animais variou entre 2,5 e 15 kg e a idade entre três meses e oito

anos. Nenhum animal apresentava outra alteração orgânica não relacionada à fratura durante o exame físico. Na avaliação neurológica todos apresentaram dermátomos, reflexos espinhais e reações posturais normais. Em todos os procedimentos cirúrgicos a técnica foi realizada sem complicações trans-operatórias, obtendo-se estabilidade, alinhamento e aposição esperados. A escolha do pino a ser transfixado baseou-se no tamanho de cada paciente: os felinos (peso médio de 3,1 kg) receberam pinos transfixados de 1,5 mm, enquanto os pacientes caninos (peso médio de 11,6 kg) receberam pinos de 2 mm.

Em nenhum dos casos o pino intramedular migrou e, nas avaliações radiográficas em torno de 90 dias onde foi observada linha de fratura visível sem o fechamento do canal medular, o diagnóstico foi sugestivo de união retardada.

Cada paciente apresentou uma curva referente aos valores séricos da fosfatase alcalina aferidos nos dias possibilitados pelos seus proprietários (no dia da cirurgia – dia 0; e por volta do sétimo, 15º, 30º, 60º e 90º dia após a cirurgia). O gráfico 1 mostra os valores da fosfatase alcalina nos pacientes caninos (casos 1 ao 6) e o gráfico 2 mostra os valores da fosfatase alcalina nos pacientes felinos (casos 7 ao 12). A tabela 2 mostra que as estatísticas média e mediana da fostase alcalina aumentaram do dia 0 até 15 dias e decresceram de 15 até 90 dias. A variabilidade expressa através do coeficiente de variação não se mostra elevada desde que a referida medida variou de 29,70% a 40,27%. Através do teste estatístico comprova-se diferença significante entre os tempos de avaliação e pelos testes de comparações pareadas comprova-se diferença significante entre os níveis de fosfatase alcalina do dia 0 e dos dias 15, 30 e 60 dias; da fosfatase alcalina do dia sete com as avaliações dos dias 30 e de 60; e avaliando-se os níveis da fosfatase do dia 90, comparando-se com os dos dias 15 e 30. Para análise dos dados foram obtidas as medidas de estatística descritiva: média, mediana, desvio padrão e o coeficiente de variação e distribuições absolutas e percentuais (Técnicas de estatística descritiva) e foi utilizado o teste F (ANOVA) para medidas repetidas com correção de Greenhouse-Geisser e com comparações de Bonferroni (Técnicas de estatística inferencial).

Os dados foram digitados na planilha EXCEL e os cálculos estatísticos foram realizados através do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 13. A margem de erro dos testes estatísticos foi de 5,0%.

Gráfico 1 – Curvas referentes aos valores dos níveis séricos de fosfatase alcalina, dos pacientes caninos, no dia 0 (dia da cirurgia), e após 7, 15, 30, 60 e 90 dias de cirurgia.

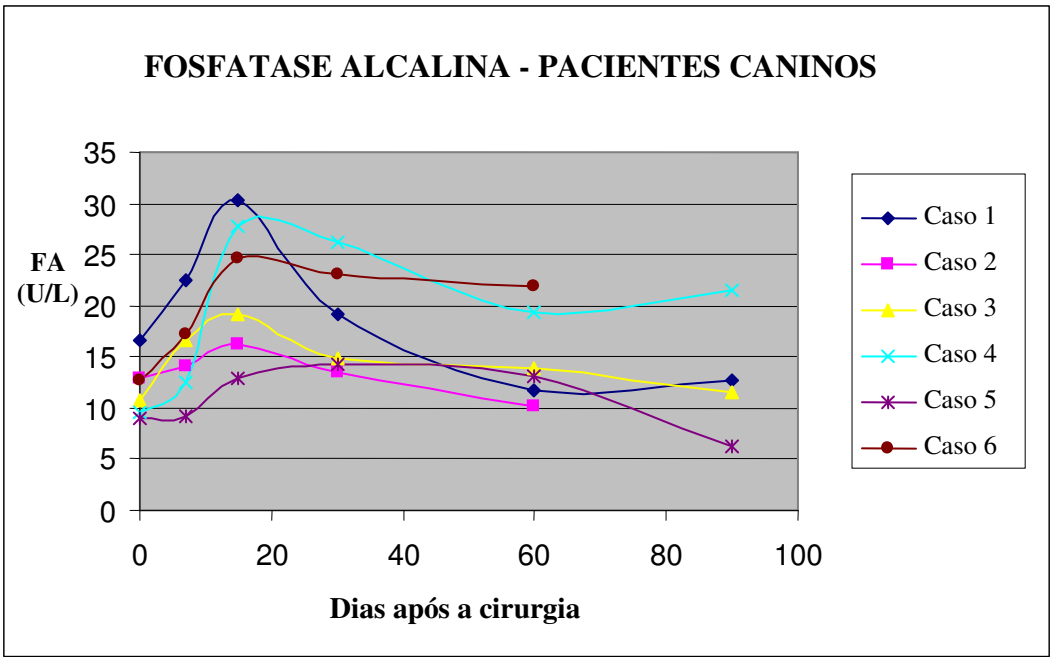


Gráfico 2 – Curvas referentes aos valores dos níveis séricos da fosfatase alcalina, dos pacientes felinos, no dia 0 (dia da cirurgia), e após 7, 15, 30, 60 e 90 dias de cirurgia.

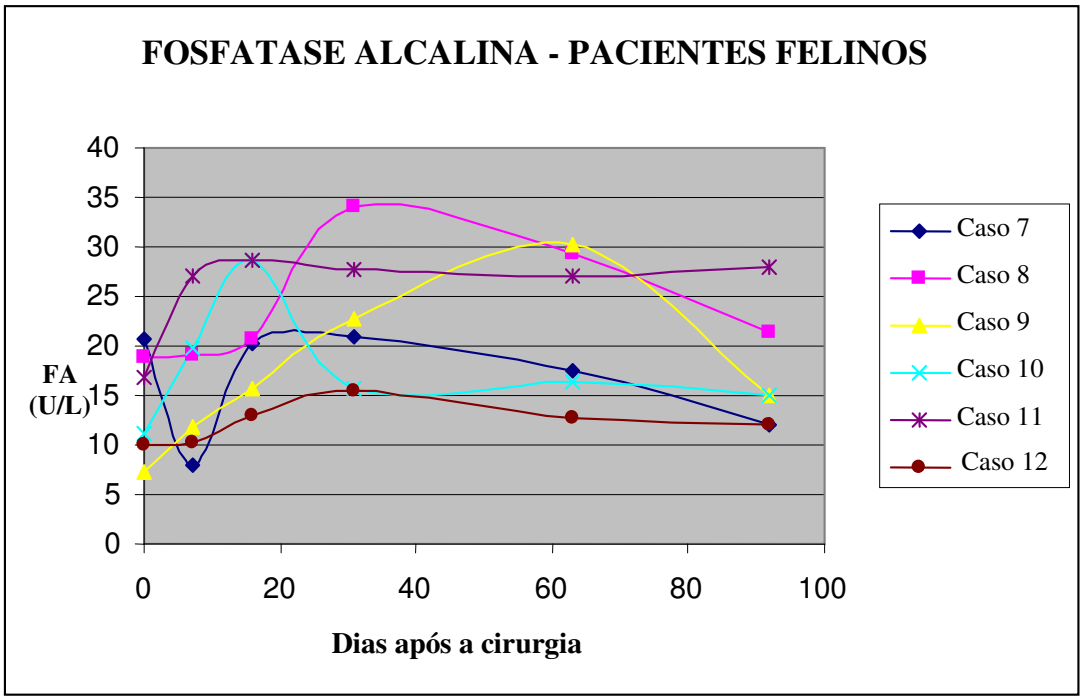


Tabela 2. Parâmetros estatísticos da fosfatase alcalina dos animais operados por apresentarem fratura de fêmur ou úmero, segundo o tempo de avaliação.

Avaliação	Média	Mediana	Desvio padrão	Coefic. variação
0	13,05 (A)	11,99	4,24	32,49
7 dias	15,67 (AC)	15,42	5,78	36,89
15 dias	21,48 (B)	20,40	6,38	29,70
30 dias	20,77 (B)	20,06	6,49	31,25
60 dias	18,73 (BC)	16,89	6,69	35,72
90 dias	15,77 (AC)	13,90	6,35	40,27
Valor de p	p (1) = 0,002*			

(*): Diferença significante a 5,0%.

(1): Através do teste F (ANOVA) para medidas repetidas.

Obs: Se todas as letras maiúsculas entre parêntesis são distintas existe diferença significante entre os tempos correspondentes através dos testes de comparações pareadas de Bonferroni.

5. DISCUSSÃO:

Foram operados apenas 12 animais, devido à particularidade do tipo da fratura (transversa ou levemente oblíqua) necessária à utilização da técnica. Foram excluídos da pesquisa muitos pacientes portadores de fraturas múltiplas, cominutivas e aqueles que apresentavam lesões concomitantes, por serem inviáveis à utilização do método, diferentemente das hastes intramedulares bloqueadas, placas ósseas e pinos transfixados, que, segundo Fossum (2001), podem ser utilizadas em praticamente todos os tipos de fratura.

Dos 12 pacientes da pesquisa, sete (58,33%) apresentaram fraturas decorrentes de atropelamento, o que sustenta a afirmação de Piermattei e Flo (1999) e Larin et al. (2001) que citam que a maioria das fraturas decorre de acidentes automobilísticos. A maioria das fraturas operadas (75%) foi de fêmur, confirmando informações de Piermattei e Flo (1999) e Larin et al. (2001), que afirmam que as fraturas de fêmur são as mais comuns em cães e gatos.

Em todos os pacientes operados foram realizadas avaliações trans-operatórias da estabilidade proposta pelo aparelho de fixação, buscando observar se o mesmo bloqueava satisfatoriamente as forças de rotação, torção, cisalhamento, compressão axial e tensão axial, forças estas que devem ser levadas em consideração para uma estabilidade rígida, segundo Dallabrida et al. (2005). Em todos os casos, o bloqueio de tais forças e a estabilidade foram conseguidos após a imediata aplicação do aparelho de fixação, entretanto tal estabilidade não se manteve pelo período de observação em alguns casos. Devido à falta de colaboração de muitos proprietários, as avaliações pós-operatórias (exames radiográficos, coletas de sangue para aferição sérica de fosfatase alcalina e avaliação física) não foram realizadas com exatidão de tempo (sete, 15, 30, 60 e 90 dias após a cirurgia) sendo assim feitas de acordo com a disponibilidade dos mesmos.

Optou-se, nesta pesquisa, por um método traumático de manejo de fraturas consistindo de abordagem aberta com exposição e manipulação da fratura, acarretando lesões inevitáveis a parte dos tecidos circunvizinhos ao osso (ROUSH e McLAUGHLIN, 1998). Procurou-se realizar mínima manipulação e exposição em todos os casos, a fim de evitar o prejuízo à vascularização do osso fraturado e a contaminação

e inoculação de bactérias no foco da fratura, fatores esses considerados como desvantagens do método mecânico de manejo de fraturas, segundo Slatter (2003). Porém, a contaminação pode ter ocorrido nos casos 1 e 11, o que levou a osteomielite. A destruição de parte da vascularização periosteal pode ter sido fator importante nos casos 4, 5, 6 e 12, levando à união óssea retardada.

Quando comparada à aplicação de hastes intramedulares bloqueadas e de placas e parafusos, que necessitam, além de experiência, de materiais especiais para sua utilização, segundo Piermattei e Flo (1999), Dueland et al. (1999) e Fossum (2001), a colocação dos implantes desta pesquisa mostrou-se fácil e versátil. Já para a sua remoção, é necessário novo procedimento anestésico e cirúrgico, diferentemente da retirada de um fixador externo que é de fácil execução.

O diâmetro do pino intramedular utilizado em todos os casos correspondeu a 50 % do diâmetro do canal medular, contrariando o citado por El-Warrak e Schossler (1998) que recomendam o preenchimento de 60 a 70% do canal medular do osso fraturado. Entretanto, optou-se pela utilização de pinos que correspondessem a esse diâmetro do canal medular do osso para que fosse possível a transfixação dos pinos do aparelho paracortical sem provocar danos ou rachaduras ósseas que pudessem comprometer assim a estabilidade da fixação e conseqüentemente a cicatrização óssea. Talvez a utilização de um pino intramedular de diâmetro menor do que o recomendado pela literatura possa ter possibilitado movimentações indesejáveis dos fragmentos ósseos da fratura durante o pós-operatório, interferindo assim na cicatrização óssea levando à união retardada (casos 4, 5, 6 e 12). Pinos transfixados de maior diâmetro ou parafusos poderiam ter apresentado resultados melhores, entretanto haveria problema de espaço no canal medular, o que exigiria um pino intramedular mais fino.

O fixador esquelético interno paracortical de Zahn e Matis (2004) apresentou bons resultados quando utilizado em 50 cães e 70 gatos, acarretando cicatrização óssea em 96% dos casos, diferentemente do ocorrido com o fixador paracortical deste estudo. Isso pode ter ocorrido devido à utilização, por parte daqueles autores, de parafusos atravessando as duas corticais e fixados a uma barra paracortical por meio de clamps, o que deu mais firmeza ao aparelho. Além disso, o calo ósseo que se desenvolvia durante a cicatrização envolveu os implantes paracorticais, o que não ocorreu em 75% dos pacientes desta pesquisa, cujo aparelho paracortical foi afastado pelo calo ósseo formado, o que contribuiu sobremaneira para a estabilidade e a cicatrização óssea final.

O aparelho de fixação paracortical se tornou proeminente na grande maioria dos casos, gerando um defeito estético perceptível, inclusive, citado por alguns dos proprietários. Tal proeminência, à medida que os animais movimentavam o membro operado, entrava em atrito com os tecidos circunvizinhos, o que pode, nos casos 4, 5, 6 e 12 ter gerado desconforto e dor, levando à conseqüente claudicação e não recuperação funcional, o que pode ter afetado a cicatrização óssea, pois Johnson et al. (1998) e Roush e McLaughlin (1998), citam que, um rápido retorno à função mantém o tono muscular, leva à movimentação articular e a sua nutrição, o que contribui consequentemente para uma boa cicatrização óssea.

Observou-se que, somente o pino intramedular possibilitou unicamente o bloqueio da força de flexão, segundo o citado por Marcellin-Little (1998) e Dallabrida et al. (2005), e não bloqueou as cargas axiais e de rotação ao ser testado antes da aplicação de fixação paracortical, durante o transcorrer do procedimento operatório, corroborando com as citações dos mesmos autores. Já ao se implantar os pinos transfixados e o cimento acrílico paracortical, conseguiu-se bloquear as demais forças atuantes no foco da fratura melhorando significativamente a estabilidade, como citado por McLaughlin e Roush (1999) e Piermattei e Flo (1999). Além disso, conforme Padgett (1996), Piermattei e Flo (1999) e Mikail e Pedro (2006), os pinos transfixados mostraram-se de fácil aplicação, possibilitaram pouco contato com o foco da fratura tendo a habilidade de ser aplicada juntamente com o pino intramedular, não prejudicando posteriormente, a avaliação radiográfica da consolidação da fratura. Adicionalmente, a aplicação interna e paracortical dos pinos transfixados evitou a limpeza diária da região de inserção dos pinos recomendada por Fossum (2001) na técnica do fixador externo.

O pino intramedular foi inserido a partir do foco da fratura, via retrógrada, sem ocasionar danos ao nervo ciático em todos os casos, o que confere com as informações de Marcellin-Little (1998) e Piermattei e Flo (1999) que citam que, posicionando-se o pino intramedular lateralmente à fossa trocantérica, abduzindo-se o fragmento proximal da fratura e dirigindo-se o pino ao longo da superfície craniolateral da cavidade medular, sua extremidade ficará longe do nervo ciático. A inserção do pino no côndilo femoral, após a redução da fratura, realizada mediante tração cranial do fragmento distal, possibilitou uma firme e adequada colocação da extremidade do implante.

A realização de exames radiográficos trans-cirúrgicos auxiliou sobremaneira na correta inserção distal do pino intramedular no epicôndilo medial, nos casos de fratura

de úmero e no osso esponjoso condilar nas fraturas de fêmur, minimizando o tempo cirúrgico e diminuindo a ocorrência de erros conforme citado por Marcellin e Little (1998). A correta coaptação da fratura e inserção do pino intramedular evitou assim que este migrasse. Nas avaliações radiográficas posteriores, pôde-se notar que, o aparelho de fixação paracortical (pinos transfixados e PMMA) quando posicionado sobre o foco da fratura (projeção médio-lateral) prejudicou sobremaneira a avaliação da cicatrização óssea interferindo na qualidade da imagem.

A fixação paracortical utilizada tentou reproduzir estruturalmente o fixador esquelético externo unilateral, cujos pinos penetram apenas nas duas corticais ósseas, conforme citado por Padgett et al. (1996) e McLaughlin e Roush (1999); e no fixador esquelético interno descrito por Matis (2004) que usou pinos atravessados apenas nas duas corticais ósseas e fixados a barras metálicas axiais paracorticais. Diferentemente do fixador externo em alguns ossos, que pode ser utilizado de forma biplanar e/ou fixado bilateralmente, o aparelho de fixação paracortical somente foi colocado unilateralmente, por acreditar-se na sua eficiência e na possibilidade de prejudicar em demasia a irrigação paracortical, sendo o lado de colocação escolhido àquele recomendado na literatura para a fixação de placas nesses ossos (PIERMATTEI e FLO, 1999). A técnica de utilização de pino intramedular associado à fixação paracortical com polimetilmetacrilato exibiu, na avaliação trans-operatória e em muitos casos, a estabilidade proposta tanto pelo pino intramedular associado ao fixador esquelético externo, conforme os autores citados acima, quanto também àquela oferecida pela técnica das hastes intramedulares bloqueadas que, conforme citado por Dueland et al. (1996), bloqueia as forças axiais, a rotação, a torção e a flexão.

O PMMA apresentou bons resultados quando utilizado em fraturas de acetábulo juntamente com parafusos, segundo Lewis et al. (1997) e Hallign et al. (2000), e em fraturas de ílio segundo Roesig et al. (2005), diferentemente do que aconteceu quando de sua utilização como auxiliar na fixação paracortical. Isso se deve provavelmente à maior estabilidade proporcionada possivelmente pelos parafusos (diâmetro maior), e às maiores forças atuantes nas fraturas de ossos longos (flexão, torção, tensão axial e compressão axial) em relação àquelas atuantes do osso coxal.

Nos pacientes 1, 8, 9 e 11, houve falha na integridade dos implantes que pode ter ocorrido devido à perda da instabilidade durante o pós-operatório, por esforço e exercícios bruscos dos pacientes, cujos proprietários não respeitaram as recomendações de repouso; ou ainda pelo tamanho dos implantes que podem não ter sido suficiente

para suportar as forças impostas pelo próprio animal. Nos casos 1 e 11 os pacientes desenvolveram osteomielite que possivelmente decorreu da exposição da fratura no transcorrer do procedimento cirúrgico e da manipulação que pode, de alguma forma, ter inoculado focos de bactérias na região abordada. Adicionalmente, os implantes metálicos têm um papel importante também no desenvolvimento de infecções ósseas, segundo Piermattei e Flo (1999) e Slatter (2003), visto que possibilitam que, bactérias infectantes produzam um biofilme (glicocálix) que promove seu crescimento e sua proteção contra a fagocitose e anticorpos do hospedeiro. A antibioticoterapia profilática e pós-operatória também pode não ter sido eficiente. Além disso, os proprietários de ambos os casos não seguiram as orientações de limpeza da ferida cirúrgica e os pacientes chegaram para a reavaliação sem os curativos sobre os pontos e o colar elizabetano.

Um fator importante a ser citado diz respeito à esterilização dos implantes. Os pinos e materiais cirúrgicos foram esterilizados em estufa a uma temperatura de 160 graus durante 1 hora e 30 minutos, e os panos de campos, compressas, gazes e roupas cirúrgicas foram submetidos a esterilização em autoclave a uma temperatura de 120 graus no modo automático. O cimento ósseo polimetilmetacrilato estéril, comercializado com o nome CIMPOX® passou, segundo empresa fabricante, por procedimento de esterilização com óxido de etileno. Após terem ocorrido os casos de osteomielite, optou-se pela realização de uma cultura das partes pó e líquida do cimento acrílico, de quatro amostras aleatórias do CIMPOX®, e uma delas revelou a presença de *bacilos subtilis*, espécie de bactéria termofílica, não patogênica, utilizada como controle nos processos de esterilização. Tal amostra positiva foi utilizada em procedimento ortopédico antes do resultado da cultura (no mesmo momento em que a amostra foi coletada) e, provavelmente devido ao fato do bacilo ser uma bactéria não patogênica, não ocasionou nenhuma reação ou infecção nesse paciente.

Também foi realizada cultura dos instrumentais, e dos panos de campo e compressas utilizados na cirurgia após terem passado por esterilização na estufa e na autoclave, respectivamente. As culturas dos panos de campo e compressas (esterilizados em autoclave) revelaram resultados negativos para bactérias e fungos, entretanto as culturas do instrumental ortopédico, submetido à esterilização em estufa, deram resultado positivo para *staphylococcus spp*, principal bactéria envolvida em infecções ósseas segundo Piermattei & Flo (1999). A cultura dos implantes e do foco da fratura, realizadas no trans-operatório de retirada dos implantes nos casos 1 e 11, revelou a

presença de *staphylococcus spp*, microrganismo bastante comum (encontrado inclusive na pele e mucosa humanas), patogênico, e que pode provocar desde pequenas infecções de pele a septicemia. A infecção pode ter sido desencadeada pela inoculação do microrganismo acima citado durante o trans-operatório, iatrogenicamente, tanto através do instrumental, que poderia eventualmente estar contaminado, ou através do cirurgião. Felizmente foi realizado antibiograma em ambos os casos e a infecção óssea pôde ser devidamente controlada.

No caso 11, além da quebra dos implantes, do desvio do eixo ósseo, do deslocamento dos fragmentos da fratura e da infecção óssea, foram observadas áreas de osteoporose, mesma alteração citada por Zahn e Matis (2004) ao utilizar o fixador esquelético interno. Segundo ele a osteoporose esteve ligada diretamente à fixação insuficiente dos implantes e a perda dos mesmos, o que pode de alguma forma também estar relacionada à falha na integridade dos implantes do paciente do caso 11.

As recomendações pós-operatórias dos pacientes envolveram, além dos cuidados com a ferida cirúrgica, compressas frias, tratamento antibiótico e antinflamatório, assim como a fisioterapia, que foi seguida baseando-se nas recomendações de Mikail e Pedro (2006) onde os exercícios iniciais devem ser suaves já que o osso ainda está em fase de cicatrização. Entretanto os pacientes dos casos 1, 3, 9 e 11 não obedeceram ao repouso recomendado, fugindo e saltando de degraus cerca de aproximadamente sete dias de pós-operatório. A fisioterapia passiva foi realizada em todos os pacientes, porém o repouso deveria ter sido mais eficiente (por exemplo, manutenção em gaiola) nos casos citados acima. No paciente do caso 1, que desenvolveu osteomielite e os implantes foram removidos, a fisioterapia, tanto passiva quanto ativa, foi de extrema importância tanto para a cicatrização óssea quanto para a recuperação funcional do animal, visto que este claudicava bastante ao caminhar e elevava o membro ao correr, além de sentir desconforto à palpação. Após a retirada dos implantes e o controle da infecção, a adoção de um protocolo fisioterápico possibilitou uma considerável melhora na funcionabilidade do membro acometido.

A utilização de compressas com gelo durante 30 minutos, nas primeiras 24 a 48 horas após o procedimento cirúrgico, conforme recomendado por Mikail e Pedro (2006), mostrou-se eficiente na reabilitação dos pacientes logo após o ato cirúrgico, aliviando a dor e a inflamação. Os exercícios fisioterápicos realizados auxiliaram sobremaneira no retorno à deambulação nos casos 2, 3, 6, 7, 9 e 10. Entretanto a proeminência do aparelho de fixação paracortical pode ter gerado dor, devido ao atrito

deste com os tecidos circunvizinhos, dificultando a realização dos exercícios, refletindo assim na recuperação funcional deficiente dos demais casos.

Os casos de número 4, 5, 6 e 12, acompanhados até aproximadamente 90 dias após a cirurgia (exceto o caso 9 que foi acompanhado até 120 dias pós-operatórios) desenvolveram união retardada. Um fator que também pode ter contribuído para tal fato é o regime nutricional desses pacientes que recebiam ração de qualidades variadas, complementada também por comida caseira. Segundo Robello e Aron (1992) o tempo requerido para a cicatrização de fraturas pode variar de acordo com o estado nutricional do paciente. Segundo estes mesmos autores, a idade também interfere na cicatrização das fraturas. Conforme Piermattei e Flo (1999) pacientes de três a seis meses, quando da aplicação de fixações esqueléticas e pinos intramedulares, apresentam tempo de cicatrização de uma fratura entre duas a três semanas, o que não foi visto nos animais dos casos 3 (canino de 3 meses de idade) e 10 (felino de 4 meses de idade) que demoraram respectivamente 92 dias e 60 dias para a cicatrização óssea completa. Tais períodos estariam mais próximos do tempo de cicatrização óssea ao se utilizar placas e parafusos, que se desenvolve dentro de 2 a 3 meses. Os animais dos casos 2, 7 e 8, com idades entre 7 e 9 meses, e que não apresentaram nenhum problema referente à integridade do aparelho, apresentaram cicatrização óssea em torno de 3 meses, o que, segundo Piermattei e Flo (1999), deveria ter ocorrido entre 5 e 8 semanas utilizando-se pino intramedular e fixador externo, e entre 3 a 5 meses quando da utilização de placas e parafusos.

A partir da aferição dos níveis séricos da fosfatase alcalina, mediante a coleta de sangue dos pacientes nos períodos possibilitados pelos seus proprietários, pôde-se avaliar a cicatrização óssea e comparar com os resultados obtidos através das avaliações radiográficas. Segundo Kommenou et al. (2005), animais com cicatrização óssea sem complicações apresentaram um nível máximo de fosfatase alcalina no dia 10 após o trauma, seguindo-se por um gradual decréscimo durante o restante do período de observação, o que não foi observado neste estudo. Os animais que desenvolveram união óssea dentro do período de 90 dias pós-operatórios, apresentaram níveis máximos de fosfatase alcalina dentro de 15 a 30 dias. Segundo o mesmo autor, cães que desenvolveram união retardada apresentaram níveis altos também no dia 10, porém tais níveis foram menores do que os dos cães com cicatrização normal, e a queda do nível sérico de fosfatase alcalina ocorreu em período mais prolongado. Tal fato não ocorreu com os animais desta pesquisa, visto que cães que desenvolveram distúrbios de

cicatrização óssea (casos 4, 6 e 11) chegaram a apresentar níveis séricos de FA maiores do que os animais com cicatrização adequada, talvez determinado por processos de osteólise (osteomielite) no caso 11 e sem etiologia identificável nos outros dois casos. Além disso, o cão do caso 4, cuja linha de fratura ainda permanecia visível após 93 dias de cirurgia, já apresentava decréscimo considerável do nível sérico da FA, o que, segundo Kommenou et al. (2005), deveria demandar um tempo maior até sua queda. Outro fator que pode ter interferido nos resultados dos níveis séricos de fosfatase alcalina foi a idade variada dos animais operados, que variou de três meses a oito anos. Sabe-se que animais mais jovens têm, naturalmente, níveis séricos mais elevados de fosfatase alcalina quando comparados a animais adultos.

6. CONCLUSÃO

A técnica de estabilização de fraturas umerais e femorais em cães e gatos mediante pino intramedular e fixação paracortical com polimetilmetacrilato, aplicável apenas a fraturas transversas ou levemente oblíquas, mostrou-se simples, de fácil aplicação, sem apresentar transtornos trans-operatórios, entretanto pode ser considerada pouco eficiente, frente ao número de vicissitudes pós-operatórias observadas durante a pesquisa.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

ALVAREZ, A.O.; MARTINEZ, E.M. Use of polymethylmetacrylate cemente for ilium ficator in triple pelvic osteotomy – **Resumenes – XXIII Congreso de La Asociación,** 1998.

ARON, D. N., et al. Biologic strategies and a balanced concept for repair of highly comminuted long bone fractures. **Compendium on Continuing Education for the Veterinarian Practice**, v. 17, n. 1, p. 35-49, 1991.

BIERY, D.N. Orthopaedic radiography. In: NEWTON, C.D. & NUNAMAKER, D.M. **Textbook of small animal orthopaedics.** Philadelphia: Lippincott, 1985, cap. 7, p. 133-146.

BRINCKER, W.O. et al. Manual of internal fixation in small animal. Springer: Berlim, 2ª ed., 1998, 286 p.

CALLISTER, W.D.Jr. **Ciência e engenharia de materiais: Um introdução**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000, 589 p.

CALIXTO, C.A. A bioplastia com PMMA. Revista eletrônica de cirurgia plástica. Copyrigt, 2003; Disponível: http://drcalixto.com.br/bioplastia. Acesso: 17 ago de 2005.

CARMICHAEL, S. The external fixation in small animal orthopaedics. **Journal of Small Animal Practice**, v. 32, p. 486-493, 1991.

CHOUEKA J., et al: Canine bone response to tyrosine- derived polycarbonates and poly (L-lactic acid). **Journal of Biomedical Materials and Research, v.** 31, p. 35-41, 1996.

DALLABRIDA, A.L. et al. Análise biomacânica ex vivo de dois métodos de osteossíntese de fratura diafisária transversal em fêmur de cães. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 116-120, 2005.

DAVIDSON, E.B. Vascular injury and delayed hemorrhage after antibrachial external skeletal fixator in a dog. **VCOT,** v. 10, p. 75-78, 1997.

DeYOUNG, D.J; PROBST, C.W. Métodos de fixação interna das fraturas. Princípios gerais. In: SLATTER, D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**, 2ª Ed, São Paulo: Manole, 1998, p. 1909-1943.

DUELAND, R.T.; et al. Structural properties of interlocking nails, canine femora, and femur-interlocking nail constructs. **Veterinary Surg**ery, v. 25, p. 386-396, 1996.

DUELAND, T. Intramedullary fracture stabilization. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. **Current Techniques In Small Animal Surgery**, 4ª Ed, Baltimore: Willians & Wilkins, 1998, p.927-929.

DUELAND, R.T.; et al. Interlocking nail treatment of diaphyseal long-bone fractures in dogs. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 214, n. 1, p. 59-66, 1999.

DURALL, I.; et al. J. Effects of static fixation and dinamization after interlocking femoral nailing locked with an external fixation\; an experimental study in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 33, p. 323-332, 2004.

EL-WARAK. A.O.; SCHOSSLER, J.E.W. Osteossíntese diafisária de tíbia em cães mediante inserção intramedular de pinos de Steinmann pela crista tibial. **Revista Ciência Rural**, v. 28, n. 1, p. 77-82, 1998.

FOSSUM, T.W. et al, **Cirurgia de Pequenos Animais**. São Paulo: Roca, 2001, 1195p.

GILMORE, D.R. Internal fixation of femoral fractures. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. **Current Techniques in Small Animal Surgery**, 4ª Ed, Baltimore: Willians & Wilkins, 1998, p. 1040-1050.

HALLING, K.B; et al. Composite fixation for acetabular fractures in dogs. **Compendium on Continuing Education for Practice Veterinarian**, v. 22, n. 9, p. 803-812, 2000.

HARARI, J.; et al. Principles of external skeletal fixation in small-animal surgery. **Veterinary Medicine**, p. 445-453, 1998.

HENDRIX, C.M. **Procedimentos laboratoriais para técnicos veterinários**, 4ª Ed., São Paulo: Roca, 2006, 556p.

HOLLINGER, J.O. Preliminary report on the osteogenic potential of a biodegradable copolymer of polyactide (PLA) and polyglycolide (PGA). **Journal of Biomedical Materials Research,** 17: 71-82, 1993.

JACKSON, D.A. Repair of fractures of the humerus. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. **Current Techniques in Small Animal Surgery**, 4ª Ed., Baltimore: Willians & Wilkins, 1998, p. 1004-1019.

JOHNSON, A.L. et al. Biomechanics and biology of fracture healing with external skeletal fixation. **Compedium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 20, n. 4, p. 487-500, 1998.

KERR, M.G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária: bioquímica clínica e hematologia**, 2ª Ed., São Paulo: Roca, 2003, 436p.

.

KOMNENOU, A. et al Correlation of serum alkaline phosphate activy with the healing process of long bone fractures in dog. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 34, n. 1, p. 35-38, 2005.

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 American Veterinary Medical Association**, v. 219, n. 4, p. 1098-1104, 2001.

LEWIS, D.D.; et al. Results of screw/wire/polymethylmetacrylate composite fixation for acetabular fracture repair in 14 dogs. **Veterinary Surgery**, v. 26, n. 3, p. 223-234, 1997.

LEWIS, D.D.; et al. **Recent advances in external skeletal fixation.** Journal of Small Animal Practice**,** v. 42, p. 103-112, 2001.

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

McLAUGHLIN, R.M.; ROUSH, J.K. Principles of external skeletal fixation. **Veterinary Medicine**, p. 53-63, 1999.

MARCELLIN – LITTLE, D.J. Fracturas humerales en los perros. **Waltham Focus**, v. 8, n. 3, p. 2-8, 1998.

MARTINEZ & REMEDIOS A. Bone and healing. In: **The Veterinary Clinics of North America**, Saunders, v. 29, n. 5, p. 1037-1039, 1999.

MIKAIL, S., PEDRO, C.R. **Fisioterapia Veterinária**. São Paulo: Manole, 2006, 241 p.

MILLIS, D.L. et al. **Canine rehabilitation & physical therapy**. Elsevier (USA) Saunders, 2004, 487 p.

MOSES, P.A.; et al. Intramedullary interlocking nail stabilization of 21 humeral fractures in 19 dogs and one cat. **Australian Veterinary Journal**, v. 80, p. 336-343, 2002.

MUIR, P.; et al. Interlocking intramedullary nail stabilisation of a diaphyseal tibial fracture. **Journal of Small Animal Practice**, v. 34, p. 26-30, 1993.

OSBORNE, J. N. The road to recovery: Rehabilitation following neurosurgery. **Veterinary Technician**, v. 18, n. 7, p. 500-5009, 1997.

PADGETT, S.L. et al. Principles and care of external skeletal fixation. **Veterinary Techinician**, v. 17, n. 10, p. 726-732, 1996.

PIERMATTEI, D.L.; FLO, G.L. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**, 3ª ed., Rio de Janeiro: Manole, 1999, 694 p.

POPE, E.R. Fixation of tibial fractures. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. **Current Techniques in Small Animal Surgery**, 4ª Ed, Baltimore: Willians & Wilkins, 1998, p.1050-1055.

RAHAL, S. C., et al. Fixador esquelético pino-resina acrílica e enxerto ósseo esponjoso no tratamento de complicações secundárias à imobilização inadequada de fraturas do rádio e ulna em cães. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1109-1115, 2005.

REDDI, A.H. Bone morphogenetic proteins, bone marrow stromal cells and mesenchimal stem cells. **Clinics Orthopaedics**, v. 313, p. 115-119, 1995.

ROBELLO, G.T.; ARON, D.N. Delayed and nonunion fractures. **Seminars in Veterinary Medicine and Surgery**, v. 7, n. 1, p. 98-104, 1992.

ROEHSIG, C.; TUDURY, E.A.; ROCHA, L.B.; BARAÚNA, D.; CHIORATTO, R.; SILVA, S.A.M.; ALMEIDA, A.C.M.; KEMPER, B.; PURCELL, F. **Fixação de fraturas ilíacas de cães utilizando parafusos ortopédicos e polimetilmetacrilato**. XXVI Congresso Brasileiro da ANCLIVEPA, Salvador, Anais, CD Rom. 2005.

ROUSH, J.K.; McLAUGHLIN, R.M. Fundamentals of fracture management. **Veterinary Medicine**, p. 1065-1079, 1998.

SANTOS Jr, M.N.; SCHOSSLER, J.E. Deambulação após o uso de aparelhos de fixação externa ou pinos intramedulares na tíbia de cães sadios. **Revista Ciência Rural**, v.32, n. 2, p. 269-273, 2002.

SLATTER, P. **Textbook of Small Animal Surgery**, 3ª ed., Philadelphia: Saunders, 2003, v. 2, 1420p..

SMITH, W.F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. 3ª Ed, Portugal: McGraw-Hill, 1998, 892 p.

SUMNER–SMITH, G; WATERS, E.H. The adjunctive use of polymethylmetacrylate bone cement in the stabilization of multiple fractures. **Journal of American Animal Hospital Association**, v. 12, n. 6, p. 778-781, 1976.

TOMLINSOM, J.L. Fractures of the humerus. In: SLATTER D. **Textbook of Small Animal Surgery**, 3ª Ed, Philadelphia: Saunders, 2003, v. 2, p. 1905-1918.

WHEELER, J.L.; LEWIS, D.D.; CROSS, A.R.; STUBBS, W.P.; PARKER, R.B. Intramedullaryinterlocking nail fixation in dogs and cats: clinical aplication. **Compendium on Continuing Education for Veterinary Practice**, v. 3, p. 531-543, 2004.

WHEELER, S.J; SHARP, N.J.H. **Small Animal Spinal Disorders**. 2. ed, Mosby: Philadelphia, 2005, 379.

WILLIANS, D.F.: Biodegradation of surgical polymers. **Journal of Materials Science**, 17: 1233, 1982.

ZAHN, K; MATIS, U. The clamp rod internal fixator – application and results in 120 small animal fracture patients. **Veterinary Compendium in Orthopaedic Traumatology**, v. 17, p. 110-120, 2004.

ANEXOS

Ficha de avaliação e identificação do paciente

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA
PESQUISA (FRATURAS DIAFISÁRIAS DE FÊMUR, ÚMERO E TÍBIA)

FICHA DE AVALIAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO

Dados do proprietário: Nome.....
Endereço.....
Telefone.....cep.....e-mail.....

Dados do animal: Nome.....Espécie.....Sexo(.....)Idade.....
Peso..... Pelagem.....Raça.....Função/ atividade.....
Queixa principal:.....

Anamnese:.....
.....
.....
.....
(ocorrência/ evolução/ tratamento já instituído/ doenças anteriores)
Vermifugação:.....Vacinação.....
Alimentação:.....

Exame clínico
Temperatura:..... ^{o}C FC:.....bpm FR:.....mpm TPC:..... Hidratação:.....
Pulso:.....Mucosas.....Estado nutricional.....
Ectoparasitas.....Temperamento:.....
Postura e Locomoção:.....
Olhos:.....
Orelhas:.....
Pele:.....
Respiratório:.....

Circulatório:.....

Digestório:.....

Urinário: .....

Reprodutor:.....

Hemolinfático:.....

Ortopédico Geral :.....

.....

Interação proprietário-animal.....

Avaliação neurológica:

Teste realizado:.....

Nervo acometido:.....

Exame radiográfico inicial:

Osso/tipo de fratura:.....

Tempo de fratura: .....

Presença de esquírolas ósseas/nº:.....

Fratura exposta: ( ) sim ( ) não

Grau de exposição:.....

Grau de aposição:.....

Grau de alinhamento:.....

Grau de encavalamento:.....

Grau de acometimento de tecidos moles:.....

Reavaliação:

Dia: (0) (7) (15) (30) (60) (90)

Presença de inchaço.....
Sensibilidade em região de fratura.....
Secreção em ferida cirúrgica.....
Presença de instabilidade.....
Desvio valgo do membro.....
Desvio varo do membro.....
Presença de calo ósseo palpável.....
Fístula.....Proeminância do aparelho:.....
Entorse:.....

Escala funcional:

Claudicação (graus): (0).....(7)..... (15).....(30).....(60).....(90).....
Perímetro da coxa: (0).....(7)..... (15).....(30).....(60).....(90).....

Quadro 1.0 - Características clínicas dos cinco graus utilizados para apreciar a recuperação o uso funcional do membro após redução e fixação da fratura.

Grau	Características
I	Não usa nem apóia o membro
II	Uso e apoio infrequentes do membro na estação e no caminhar. Não suporta peso na extremidade afetada, elevando-s ao correr
III	Claudicante uso do membro na estação e no caminhar. Parcial suporte do peso na

IV	extremidade, elevando-a ao correr
V	Caminhada sem claudicar. Normal na estapção. Claudica ao correr sem elevar o membro Uso funcional do membro

Ângulo das articulações vizinhas

Dia	Membro sadio	Membro fraturado
0		
7		
15		
30		
60		
90		

Avaliação radiográfica pós-operatória:

Pós-operatório imediato (dia 0)

.....

.....

.....

	Dia no pós-operatório

	0	**30**	**60**	**90**
(1) Linha de fratura visível sem sinais de proliferação óssea				
(2) Linha de fratura visível e presença de calo ósseo exuberante				
(3) Remodelamento ósseo com linha de fratura visível				
(4) Cicatrização óssea completa da fratura				
(5) Falha na Integridade dos implantes				
(6) Desvio de eixo ósseo/deslocamento de fragmentos da fratura				
(7) Sinais de infecção óssea				

Nível sérico de fosfatase alcalina:

(0).....(15).....(30).....(60).....
(90).....

Dia da cirurgia:...../...../.....

Observações trans-operatórias:

Diâmetro dos pinos:.....nº de pinos.....

Estabilidade trans-operatória:

Flexão.....

Rotação.....

Mistura do cimento ósseo com antibiótico: ( ) sim ( ) não

Rigidez do polimetilmetacrilato.....

Tratamento prescrito: .....

.....

.....

.....

.....

Retorno programado: ...../...../.....

...../...../.....

...../...../.....

...../...../.....

Evolução do quadro:.....

Observações:.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....