

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

FIXADOR ESQUELÉTICO EXTERNO CIRCULAR PARA O TRATAMENTO DE
FRATURAS DE RÁDIO E TÍBIA EM CÃES

Paula Cristina Sieczkowski Gonzalez

Porto Alegre

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

FIXADOR ESQUELÉTICO EXTERNO CIRCULAR PARA O TRATAMENTO DE
FRATURAS RÁDIO E TÍBIA EM CÃES

Autor: Paula Cristina Sieczkowski
Gonzalez

Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do grau de Mestre em
Ciências Veterinárias na área de
concentração em Cirurgia, Morfologia e
Patologia Animal da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul.

Orientador: Marcelo Meller Alievi

Porto Alegre

2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

Paula Cristina Sieczkowski Gonzalez

FIXADOR ESQUELÉTICO EXTERNO CIRCULAR PARA O TRATAMENTO DE FRATURAS DE RÁDIO E TÍBIA EM CÃES

Aprovada em 7 de Março de 2013.

APROVADO POR:

Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi (UFRGS)

Orientador e Presidente da Comissão

Profa. Dra. Ana Cristina Pacheco de Araujo (UFRGS)

Membro da Comissão

Prof. Dr. Carlos Afonso de Castro Beck (UFRGS)

Membro da Comissão

Prof. Dr. João Eduardo Wallau Schossler (UFMS)

Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família que me apoiou durante todo esse período de aprendizado, suportando o minhas escolhas mesmo quando não concordava com as mesmas. Ao meu amado namorado, André Dalto, por suportar a construção de um cirurgião, com seus altos e baixos que roubam tantos momentos preciosos dos nossos dias.

Agradeço aos animais e seus donos, por todo o carinho a mim dispensado e confiança em mim depositada.

Esse me parece um momento para agradecer principalmente a família HCV, por todas as pessoas que me ajudaram a me tornar a veterinária que se eu hoje. Agradecer primeiro àqueles que sobreviveram a residência comigo, Marcele Oliveira, Fernando Barreto, Vanessa Lipp, Gabriela Sessegolo, Raquel Redaelli e Celeste Guimarães. Aos anestesistas Luiz Carlos da Luz e Verônica Mombach e a todos os residentes e estagiários pela ajuda em todas as etapas do projeto. Aos amigos Kauê Danilo e Renato Barbosa por todas as risadas.

Aos meus queridos estagiários Letícia Gutierrez, Mariana Boos, Luciana Zang, Pedro Heinhardt, Arthur Heimster e Fernando Crespo por toda ajuda durante o projeto, eu não teria conseguido sem vocês.

Por último, à velha guarda da grande família SOTVET: Marcelo Meller Alievi, Simone Scherer, Aline Gouvêa e Marcio Polletto Ferreira por todo o aprendizado e companheirismo ao longo de todos esses anos.

“A melhor parte da vida de uma pessoa está nas suas amizades”

Abraham Lincoln

RESUMO

O fixador esquelético externo circular foi desenvolvido durante a guerra fria na Rússia, pelo Professor Gavril Abramovich Ilizarov. Esse tipo de fixação ganhou espaço como alternativa à fixação interna, devido a sua versatilidade e às suas características biomecânicas que otimizam a formação do calo ósseo. O objetivo desse estudo foi avaliar o fixador esquelético externo circular como método de fixação para fraturas metafisárias de rádio e tíbia de cães atendidos no Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS. Os resultados a respeito do tipo e frequência de complicações associados a essa técnica foram documentados. No total 16 animais cumpriram os critérios para entrar no estudo sendo sete fêmeas e nove machos. A idade média dos animais foi de $50,87 \pm 57,01$ meses com peso médio dos animais foi de $8,6 \pm 6,95$ kg. Três (18%) animais apresentaram fratura de tíbia e fíbula e treze (82%) fraturas de rádio e ulna. O aparelho de fixação esquelética utilizado consistiu de um aro proximal 5/8 e dois aros distais inteiros, com dois fios em cada anel. Os fios foram colocados de maneira divergente o mais próximo possível de 90° . O aparelho pesou em média 128 ± 49 g, representando em média $4,09 \pm 3,22\%$ do peso do animal. O tempo médio de cirurgia foi de 115 ± 32 minutos. O tempo médio de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular foi de $81,69 \pm 23,14$ dias. Entre as complicações encontradas estão: tratos de drenagem ao redor dos fios (37,5%), miíase (6,25%), encurtamento dos músculos flexores do antebraço (6,25%), hemorragia associada ao local de passagens dos pinos (6,25%) e quebra do fio com deslocamento do fixador levando a necessidade de sua remoção (6,25%). Não houve diferença estatística entre os tempos cirúrgicos necessários para a osteossíntese de rádio e tíbia. Não houve correlação entre as variáveis: tempo decorrido do trauma até a cirurgia e tempo de duração da cirurgia; tempo decorrido do trauma até a cirurgia e tempo de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular; peso do animal e duração da cirurgia; proporção do peso do circular em relação ao peso do animal e o tempo de permanência com o circular. Houve correlação positiva estatisticamente significativa entre as variáveis: duração da cirurgia e tempo de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular. Essa modalidade de tratamento representa uma opção cirúrgica atrativa para a correção de fraturas de rádio e tíbia em cães, entretanto, devido à possibilidade complicações e necessidade de cuidados pós-operatórios intensivos uma seleção acurada dos pacientes e proprietários deve ser realizada previamente à cirurgia.

Palavras Chave: Fixador esquelético externo circular, fratura, rádio, tíbia, complicações.

ABSTRACT

The circular external skeletal fixator was developed during the Cold War in Russia, by Professor Gavril Abramovich Ilizarov. This kind of fixation took place as an alternative to internal fixation, due to its versatility and its biomechanical characteristics that improves the formation of callus. The aim of this study was to evaluate the circular external skeletal fixator as a method of fixation for fractures of the radius and tibia of dogs treated at the Veterinary Teaching Hospital of UFRGS, corroborating the results, the type and frequency of complications associated with this technique. Sixteen animals met the criteria to participate on the study, seven females and nine males. The average age of the animals was 50.87 ± 57.01 months. The average weight of the animals was 8.6 ± 6.95 kg. Three (18%) animals showed fracture of tibia and fibula and thirteen (82%) fractures of the radius and ulna. The circular external skeletal fixation frame used consisted of a proximal ring $\frac{5}{8}$ and two full distal rings, with two wires in each ring. The wires were placed divergently as close as possible to 90° . The frame weighed on average 128 ± 49 g, representing average $4.09 \pm 3.22\%$ of the weight of the animal. The mean time of the surgery was 115 ± 32 minutes. The average time spent with the circular was 81.69 ± 23.14 days. Among the complications found are drainage tracts around the pins (37.5%), myiasis (6.25%), shortening of the forearm flexors (6.25%), hemorrhage associated with the location of pins passages (6, 25%) and breakage of the device wire with displacement of the frame leading to its removal (6.25%). There was no statistical difference between the times required for the surgical fixation of the radius and tibia. There was no correlation between the variables: time elapsed from trauma to surgery and duration of surgery, time elapsed from trauma to surgery and time spent with the circular external skeletal fixation; animal weight and duration of surgery; the proportion of the circular weight in relation to the weight of the animal and the time remained with the circular. There was statistically significant positive correlation between the variables: duration of the surgery and the permanency with the circular external skeletal fixation. This treatment modality represents an attractive surgical option for fractures correction of the radius and tibia in dogs, however, due to possible complications and need for intensive post operative care accurate selection of patients and owners should be performed prior to surgery.

Keywords: circular external fixator, fracture, radio, tibia complications.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1-** Avaliação radiográfica pré-operatória do canino número 11 – Fratura completa diafisária distal oblíqua de rádio e ulna. A. Projeção radiográfica crânio-caudal. B. Projeção radiográfica médio-lateral. C. Planejamento pré-operatório. Linhas azuis mostram o local desejado para os anéis; setas verdes indicam a direção dos fios olivados. Projeção radiográfica craniocaudal. D. Planejamento pré-operatório. Linhas azuis mostram o local desejado para os anéis. Projeção médio-lateral.20
- Figura 2-** Detalhe do planejamento pré-operatório. Avaliação do tamanho do anel conforme a circunferência do membro torácico esquerdo do animal.21
- Figura 3-** Planejamento pré-operatório: Vista dorsal do aparelho de fixação esquelética externa circular montado com os fios de Kirschner já colocados nos parafusos passafios para avaliar o correto posicionamento dos implantes conforme os portais recomendados.....22
- Figura 4-** A. Componentes do aparelho de fixação esquelética externa circular. Aro completo. B. Aro 5/8.22
- Figura 5-** Componentes do aparelho de fixação esquelética externa circular. A. Barra de conexão a esquerda, porcas e arruelas. B. Parafuso passafio. C. Funcionamento do parafuso passafio colocado no anel com o fio de Kirschner passado pelo orifício. O fio é mantido seguro por uma arruela de um lado do anel, e no lado oposto uma arruela e uma rosca mantém a pressão necessária para manter o fio posicionado. À direita a barra de conexão mantendo dois anéis adjacentes conectados, ou todo aparelho.23
- Figura 6-** Fixador esquelético externo circular montado previamente a cirurgia. A montagem era esterilizada pronta com os parafusos passafio já colocados nos locais idealizados para a passagem dos pinos.25
- Figura 7-** Passagem e acoplagem do primeiro fio de Kirschner ao parafuso passafio mais proximal para estabelecer o limite superior do posicionamento do aparelho de fixação esquelética externa circular.29
- Figura 8-** Posicionamento ideal dos fios de Kirschner nos anéis proximais. À esquerda, anel utilizado em animais de pequeno porte e a direita anel utilizado em um cão de porte médio. Observar que para uma mesma configuração no anel de menor diâmetro há menos orifícios disponíveis, reduzindo as possibilidades locais para colocação dos fios.29
- Figura 9-** Passagem do segundo fio de Kirschner no fragmento distal. O segundo fio a ser colocado era o mais próximo a articulação distal a fratura, estabelecendo dessa maneira o limite inferior do aparelho de fixação esquelética externa circular e mantendo a fratura estável para a colocação dos demais implantes.....30
- Figura 10-** Posicionamento ideal dos fios de Kirschner no anel intermediário e distal, tanto da tibia quanto do rádio.30
- Figura 11-** Fixador esquelético externo circular em cão. Aspecto do membro com todos os fios de Kirschner colocados.31
- Figura 12-** Fixador esquelético externo circular em cão. Aspecto final pós-operatório após o retorcimento dos fios em volta dos parafusos passafio.31
- Figura 13-** A. Canino no período pós-operatório retornando a revisão para a realização do curativo. B. Animal após a troca do curativo apoiando o membro.34

- Figura 14-** A. Cão apresentando fratura exposta de rádio e ulna esquerdo. B. Colocação do fixador esquelético externo circular para a redução da fratura exposta de rádio e ulna obtendo redução satisfatória da mesma.....38
- Figura 15-** A. Revisão semanal do aparelho de fixação esquelética externa circular em um cão. Aparência ideal do aparelho: ausência de secreções em volta dos pinos ou lesão cutâneas. B. Revisão semanal do aparelho de fixação esquelética externa circular em um cão. É visível piodermatite severa na região operada, presença de lesões cutâneas no membro e secreção purulenta envolta dos pinos.....39
- Figura 16-** Exame radiográfico mensal do membro torácico esquerdo do canino número 12. Note a flexão acentuada dos dígitos decorrente do encurtamento dos flexores do antebraço. A. Vista médio-lateral. B. Vista crânio-caudal.....39
- Figura 17-** Canino número 12 após o alongamento plástico e 30 dias de imobilização externa apresentando uso funcional do membro após o desenvolvimento de encurtamento dos flexores do antebraço durante o uso do fixador esquelético externo circular para tratamento de uma fratura de rádio e ulna.40
- Figura 18-** Avaliação radiográfica sistemática do animal número 9. A. Visão crânio-caudal pré-operatória. B. Visão médio-lateral- pré-operatória. C. Visão crânio-caudal pós-operatória. D. Visão médio-lateral pós-operatória.44
- Figura 19-** Avaliação radiográfica sistemática do animal número 9. A. Visão crânio-caudal 60 dias pós-operatório. B. Visão médio-lateral 60 dias pós-operatória. C. Visão crânio-caudal 75 dias pós-operatório. D. Visão médio-lateral 75 dias pós-operatória.44
- Figura 20-** Avaliação radiográfica a longo prazo do animal número 9. A. visão crânio-caudal. B. Visão médio-lateral.45
- Figura 21-** Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7. A. Visão crânio-caudal pré-operatória. B. Visão médio-lateral- pré-operatória. C. Visão crânio-caudal pós-operatório. D. Visão médio-lateral pós-operatória.45
- Figura 22-** Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7. A. Visão crânio-caudal 45 dias pós-operatório. B. Visão médio-lateral 45 dias pós-operatório. C. Visão crânio-caudal 90 dias pós-operatório. D. Visão médio-lateral 90 de pós-operatório.46
- Figura 23-** Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7 prévia a retirada do fixador esquelético externo circular, o aparelho sofreu dinamização 15 dias antes. A. Visão crânio-caudal 105 dias pós-operatório. B. Visão médio-lateral 105 dias pós-operatório.46
- Figura 24-** Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7 prévia a retirada do fixador esquelético externo circular. A. Visão médio lateral após a retirada do aparelho de fixação esquelética externa circular. B. Visão crânio-caudal após a retirada do aparelho de fixação esquelética externa circular. C. Visão médio-lateral avaliação a longo prazo. D. Visão crânio-caudal avaliação a longo prazo.....47

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Diâmetro do fio e tensão a ser aplicada de acordo com o peso do animal.	32
Tabela 2 - Descrição do sexo, idade, peso, localização, tipo de fratura, acesso utilizado e complicações clínicas durante o período de avaliação do fixador esquelético externo circular como método de osteossíntese em rádio e ulna de cães.....	37
Tabela 3 - Descrição do peso dos animais (Peso), osso operado (Osso), do peso do aparelho de fixação esquelética circular (Peso Circular) e a relação entre o peso do aparelho de fixação esquelética externa circular e o peso do animal (Circular/Peso).....	41
Tabela 4 - Tempo desde o trauma até a realização da cirurgia, tempo de permanência com o aparelho e tempo cirúrgico.	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1 Animais.....	18
3.2 Procedimentos pré-operatórios	19
3.3 Procedimentos anestésicos	26
3.4 Procedimento cirúrgico.....	27
3.5 Cuidados pós-operatórios	33
3.6 Avaliação radiográfica	34
4 RESULTADOS	36
5 DISCUSSÃO	48
6 CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS	55
ANEXO 1 – Carta de Autorização CEUA	61

1 INTRODUÇÃO

O fixador esquelético externo circular foi utilizado frequentemente na ortopedia veterinária nos últimos anos (Bilgili *et al.*, 2006). Essa técnica foi desenvolvida pelo Professor Gavril Abramovich Ilizarov no *Kurgan Research Institute for Experimental and Clinical Orthopaedics and Traumatology* na antiga união soviética. A técnica se popularizou quando o Professor Ilizarov tratou com sucesso a pseudoartrose infectada da tíbia do explorador italiano Carlo Mauri. Ao retornar à Itália, a recuperação de Carlo Mauri encantou os ortopedistas e o Professor Ilizarov foi convidado em 1981 para falar no encontro da fundação AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*). Isso iniciou a difusão do trabalho de Ilizarov, que até então estava restrito ao bloco comunista. A partir desta data, Roberto Cattaneo e sua equipe iniciaram seus estudos com o material doado pelo professor Ilizarov. Esta metodologia introduziu um novo conceito de osteossíntese. Os estudos iniciais foram desenvolvidos em tíbias caninas. Em 1988, o médico veterinário Antonio Ferretti iniciou a aplicação do aparelho de Ilizarov em caninos, relatando tolerância ao aparelho por até 180 dias (Maiocchi & Aronson, 1991).

Em Medicina Veterinária, o fixador esquelético externo circular já foi utilizado com sucesso para a realização de artrodese de tarsometarso (Halling *et al.*, 2004) e de carpo em cães (Lotsikas *et al.*, 2006), para o tratamento de osteomielite (Ting *et al.*, 2010; Rahal *et al.*, 2001) e não-união óssea (Rahal *et al.*, 2005), para o transporte ósseo (Ting *et al.*, 2010), para o alongamento do membro (Rahal *et al.*, 2001), para o tratamento de deformidade ósseas em bovinos (Yardimci *et al.*, 2011) e caninos (Petazzoni *et al.*, 2009; Radasch *et al.*, 2008; Marcellin-little *et al.*, 1998), para o tratamento de fratura de tíbia em bovinos (Aithal *et al.*, 2009), potros (Godoy *et al.*, 2009) e caninos (Bilgili *et al.*, 2009), estabilização de osteotomias de olécrano em cadáveres caninos (Halling *et al.*, 2003).

O fixador esquelético externo circular permite o micromovimento axial no foco de fratura durante o uso do membro, ao mesmo tempo em que evita as forças de envergamento, translação, rotação e cisalhamento dos fragmentos ósseos. Esses fatores criam um ambiente próximo ao ótimo para a união óssea (Piras *et al.*, 2011).

A proposta deste estudo foi avaliar o fixador esquelético externo circular como método de fixação para fraturas de rádio e tíbia em cães atendidos no Hospital de Clínicas Veterinárias das UFRGS, documentando os resultados, o tipo e a frequência de complicações associadas a esta técnica de osteossíntese.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O fixador esquelético externo circular foi desenvolvido pelo Professor Gavril Abramovich Ilizarov no *Kurgan Research Institute for Experimental and Clinical Orthopaedics and Traumatology* na antiga União Soviética. A técnica se popularizou quando o Professor Ilizarov tratou com sucesso a pseudoartrose infectada da tíbia do explorador italiano Carlo Mauri. Ao retornar a Itália, Carlo Mauri encantou os ortopedistas locais com a sua recuperação, e, em 1981 o Professor Ilizarov foi convidado para falar no encontro da fundação AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*). Isso iniciou a difusão do trabalho de Ilizarov, que até então estava restrito ao bloco comunista. Roberto Cattaneo e sua equipe iniciaram, a partir dessa data, seus estudos em tíbias caninas utilizando material doado pelo professor Ilizarov. Em 1988 o médico veterinário Antonio Ferretti iniciou a aplicação do aparelho de Ilizarov em pacientes caninos, relatando uma tolerância ao mesmo por até 180 dias. A metodologia de Ilizarov introduziu um novo conceito de osteossíntese ao ocidente (Maiocchi & Aronson, 1991).

Em medicina veterinária os fixadores esqueléticos externos passaram por uma fase de descrédito nas décadas quarenta e cinquenta, nas quais ele foi associado a uma alta taxa de complicações pós-operatórias (Johnson & Schaeffer, 2008). Nos anos oitenta houve o ressurgimento da técnica e iniciaram estudos para melhorar as configurações do aparelho de fixação, locais de inserção dos pinos e pela busca de melhores implantes (Johnson & Schaeffer, 2008). Posteriormente, um melhor entendimento a respeito da fixação biológica e da cicatrização óssea tornou o fixador esquelético externo o tratamento de escolha para fraturas diafisárias cominutivas (Johnson & Schaeffer, 2008; Laverty *et al.*, 2002; Johnson *et al.*, 1996).

O fixador esquelético externo circular permite o micromovimento axial dos fragmentos ósseos sem comprometer a estabilidade da fixação (Lewis *et al.*, 1998). Quando comparado com fixador esquelético externo linear unilateral, o fixador esquelético externo circular transmite as forças de torção e envergamento mais igualmente através do foco de fratura e permite uma maior compressão axial (Lewis *et al.*, 1998), esse fato também foi observado por Singh *et al.* (2007) e Maiocchi

& Aronson (1991). Ambos sugeriram que esta característica biomecânica do aparelho poderia estimular a formação do calo ósseo, favorecendo a consolidação óssea.

O fixador esquelético externo circular é um aparelho extremamente versátil, permitindo inclusive correções pós-operatórias na configuração do aparelho (Bilgili, 2004; Maiocchi & Aronson, 1991). Ao comparar o fixador esquelético externo linear ao circular, Gasser *et al.* (1990) concluíram que os implantes reagem de formas diferentes as cargas. O fixador esquelético externo linear apresenta uma curva de deformação linear, ou seja, cargas contínuas levam a deformação plástica até que a carga limite é atingida e o sistema falha. Já o fixador circular apresenta uma curva de deformação não linear elástica com aumento da rigidez seguido de uma progressão linear. Esse atributo biomecânico é a maior vantagem do fixador esquelético externo circular quando comparados com os fixadores lineares. As características biomecânicas deste implante otimizam as condições para a cicatrização óssea e permitem a distração osteogênica. O aparelho de fixação esquelética externa circular tradicional utiliza fios de Kirschner de pequeno diâmetro, submetidos à tensão ao invés de pinos para a fixação dos elementos ósseos (Lewis, 1998). Devido ao menor tamanho dos implantes associados à tensão há menor incidência de osteólise ao redor dos fios, menor lesão da medula óssea e dos tecidos moles (Bilgili, 2004). A redução do tamanho dos implantes não implica em perda da estabilidade do implante, pois um fio de 1,6mm de diâmetro tensionado corretamente promove estabilidade semelhante a um pino de 4mm ao envergamento (Lewis *et al.*, 1998).

Ao contrário de outros sistemas, não existe uma configuração padrão para o fixador esquelético externo circular, para cada configuração de fratura um diferente aparelho pode ser montado. Para tanto é necessário um planejamento prévio extenso de acordo com as radiografias pré-operatórias e dados clínicos (Bilgili, 2004). O planejamento visa uma redução do tempo cirúrgico e melhor resultado pós-operatório (Bilgili, 2006).

O aparelho de fixação esquelética externa circular apresenta maior rigidez quando composto por dois aros proximais e dois aros distais ao foco de fratura (Cataneo, 1991), mas a configuração composta por três anéis já foi relada com êxito (Bilgili *et al.*, 2006; Piras *et al.*, 2011). Idealmente utilizam-se anéis completos, mas próximo as articulações do cotovelo e joelho aros de $\frac{5}{8}$ ou $\frac{1}{2}$ são recomendados para

evitar a restrição do movimento das articulações (Bilgili, 2004; Ferreti, 1991). Os anéis devem manter uma distância da pele de um a dois centímetros para não haver desconforto pós-operatório e permitir a limpeza do aparelho. Gasser *et al.* (1990) em estudo biomecânico concluíram que um aumento de dois centímetros no diâmetro do anel leva a uma perda de 43% da estabilidade axial. Lewis *et al.* (2001) relataram ainda que o tamanho do anel é o maior responsável pela rigidez axial da configuração e distância maiores do osso ao aro, implicam em uma maior tensão necessária para manter os fios em posição. O fixador circular permite a colocação de mais de um fio em um mesmo plano, uma vez que eles possuem de um a 1,5mm de diâmetro e a configuração do anel permite a colocação de vários fios em um plano (Israelite, 1996; Wosar *et al.*, 2002). O aparelho permite ainda a compressão interfragmentária através do uso de fios olivados com trauma cirúrgico mínimo (Wosar *et al.*, 2002; Maiocchi & Aronson, 1991).

Em um estudo com mais de 500 fraturas em cães e gatos, as fraturas mais comuns em cães foram de rádio e ulna (17,3%), pelve (15,8%), fêmur (14,8%) e tibia (14,8%) (Phillips, 1979). Em cães de grande porte as fraturas de rádio e ulna são usualmente decorrentes de traumas automobilísticos, enquanto que nos animais com menos de cinco quilogramas (*toy*) elas estão associadas a saltos ou quedas (Muir, 1997), essa diferença etiológica não é reconhecida na tibia. As chances de não união ou união retardada são de 3,4%, e estão associadas aos animais de raça *toy*. Brianzo *et al.* (2006) associaram maior incidência de fraturas de rádio e ulna em cães *toy* a um maior momento de inércia nessa região o que leva a maior estresse e falhas secundárias a pequenas cargas. Nesse mesmo estudo, concluíram que esses animais quando comparados com cães de maior porte estão mais adaptados as forças de compressão, mas menos adaptados às forças de torção e envergamento. As fraturas distais de rádio frequentemente apresentam mínima superfície de contato ósseo após a redução devido ao diminuto tamanho dos fragmentos ósseos, assim como a configuração oblíqua curta ou transversa da linha de fratura. Alinhamento anatômico também é impedido pela tendência dos músculos flexor dos dígitos e flexor carpal em criar um deslocamento caudolateral do fragmento ósseo distal (Piras *et al.*, 2011). Laverty *et al.* (2002) identificaram em seu estudo uma maior taxa de complicações associadas a cães com menos de cinco quilogramas. Anteriormente Welch *et al.* (1997) atribuíram esse fato a um pior aporte sanguíneo na região metafisárias distal nos cães deste porte. Além disso,

a cobertura de tecidos moles limitada e a circulação intraóssea limitada do rádio e ulna de cães da raça toy, pode contribuir para maior frequência de não-uniões. Fraturas de rádio e ulna em cães de pequeno porte ou toy possuem maior risco de união retardada ou não-união que fraturas similares em cães de grande porte. Isso parece ser decorrente de motivos biomecânicos e vasculares (Piras *et al.*, 2011).

Piras *et al.* (2011) realizaram um estudo retrospectivo a respeito do uso do fixador esquelético externo circular em fraturas distais de rádio e ulna em animais toy, utilizando um anel distal ao foco de fratura e dois proximais ao foco de fratura. O estudo incluiu 20 fraturas em 16 cães, todos os animais iniciaram o apoio parcial do membro dois dias após a cirurgia. As complicações pós-operatórias encontradas foram uma fratura no local de passagem de um dos fios três meses após o procedimento, que foi tratada conservativamente; drenagem ao redor dos pinos em oito animais e claudicação súbita em três animais. Estas complicações leves foram tratadas com antibióticos e anti-inflamatórios orais, respectivamente. Três animais apresentaram fraturas no membro anteriormente operado em um período de 30 a 60 dias após a retirada dos implantes, mas os autores não relacionaram como refratura, pois o local não coincidia nem com antigo foco de fratura, nem com o local de passagem dos fios. Na reavaliação em longo prazo por telefone, 13 proprietários relataram ausência de claudicação nos animais e três relataram leve claudicação. Rahal *et al.* em 2003 utilizaram a mesma configuração para o tratamento de uma fratura cominutiva com perda óssea em um cão de 28 kg. O cão foi submetido a transporte ósseo para suprir a falta de tecido ósseo. O resultado pós-operatório foi descrito como satisfatório.

Em traumatologia humana o fixador esquelético externo circular é utilizado especialmente para o tratamento de fraturas de tíbia (Öztürken *et al.*, 2009; Vasiliadis *et al.*, 2009; Labronici *et al.*, 2008; Kumar *et al.*, 2007; Kapukaya *et al.*, 2005; Leung *et al.*, 2004; ; Owen, 2000; Catagni *et al.*, 1996; Israelite & Blyakher, 1996) e rádio e ulna (Grala & Zaielinsky, 2008). Mas devido a sua versatilidade ele pode ser usado em fraturas de fêmur, pelve ou úmero (Maiocchi & Aronson, 1991). Nos últimos anos o fixador esquelético externo circular devido a sua versatilidade já foi utilizado com sucesso para diversas afecções ortopédicas. Dentre os procedimentos descritos estão: a realização de artrodeses de carpo (Lotsikas *et al.*, 2006), tarsometarso (Halling *et al.*, 2004) e joelho (Collins *et al.*, 2000) em cães, para a correção da incongruência de cotovelo secundária ao fechamento precoce dos disco de crescimento distal do rádio em

cão (Altunatmaz *et al.*, 2003); para o tratamento de osteomielite (Ting *et al.*, 2010; Rahal *et al.*, 2001) e não-união óssea (Rahal *et al.*, 2005), para o transporte ósseo (Ting *et al.*, 2010), para o alongamento do membro (Rahal *et al.*, 2001); para o tratamento de deformidade ósseas em bovinos (Yardimci *et al.*, 2011) e caninos (Radasch *et al.*, 2008; Petazzoni *et al.*, 2009; Jaeger *et al.*, 2007; Marcellin-little *et al.*, 1998), para o tratamento de fratura de tíbia em bovinos (Aithal *et al.*, 2009), potros (Godoy *et al.*, 2009) e caninos (Bilgili *et al.*, 2009) e estabilização de osteotomias de olécrano em cadáveres caninos (Halling *et al.*, 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de sua execução, o projeto foi apreciado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os animais foram incluídos no projeto somente após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1) pelo responsável pelo animal.

3.1 Animais

Os animais utilizados foram provenientes da rotina do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e encaminhados ao Serviço de Ortopedia e Traumatologia Veterinária devido a fraturas de rádio e tíbia, confeccionando uma amostra por conveniência. Primeiramente os animais foram atendidos por um clínico geral, o qual descartou qualquer alteração orgânica nos animais além da lesão ortopédica e solicitou os exames sanguíneos de triagem. O painel mínimo consistiu de hemograma, ALT, creatinina, contagem de plaquetas e proteína plasmática total. Como critério de inclusão foi utilizado fraturas de rádio e tíbia em animais acima de seis meses de idade. Não houve limitação de idade máxima para inclusão dos animais, nem seleção a respeito de sexo, raça, peso ou causa da fratura. Animais de comportamento agressivo foram excluídos da seleção devido à necessidade de curativos semanais do fixador esquelético externo circular. Os critérios de exclusão após o procedimento cirúrgico foram o não comparecimento para retirada fixador esquelético externo circular, falta de comparecimento para as revisões, não realização de no mínimo três avaliações radiográficas pós-operatórias e abandono do estudo por motivos pessoais por parte do proprietário, ou animais que vieram a óbito antes do término do período de avaliação.

Os animais submetidos ao procedimento cirúrgico foram mantidos em repouso em gaiolas no hospital nos primeiros três dias de pós-operatório, recebendo três passeios diários para a realização das necessidades fisiológicas. Após este período receberam alta com recomendações de retorno para revisões clínicas semanais e exames radiográficos mensais. O período de avaliação variou conforme o tempo necessário para a união óssea radiográfica e retirada do aparelho de fixação esquelética externa circular. Seis meses

após a cirurgia foi realizada uma nova consulta para revisão e exames radiográficos com intuito de acompanhar a remodelação óssea e detectar possíveis complicações tardias.

3.2 Procedimentos pré-operatórios

O membro fraturado foi submetido a exames radiográficos crânio-caudais e médio-laterais prévios a cirurgia para a realização do planejamento pré-operatório (Figura 1) e preparação do fixador esquelético externo circular a ser utilizado. A seleção do tamanho do anel foi baseada no diâmetro do membro do animal. O anel selecionado foi o de menor diâmetro possível que permitia a distância mínima de um centímetro entre o anel e o membro do animal (Figura 2). Após a escolha do anel, foi feito o planejamento espacial da cirurgia (Figura 3). Os anéis utilizados, completos ou $\frac{5}{8}$ (Figura 4), foram confeccionados em alumínio anodizado. Os fios de Kirschner utilizados eram de aço inox cirúrgico (Bioconnectvet Indústria e Comércio de Implantes e Instrumentos para Ortopedia Veterinária). Os demais componentes (hastes de conexão, parafusos, arruelas) utilizados eram de aço inox 304 (Figura 5). Todo o planejamento foi feito conforme o descrito por Bilgili *et al.* (2004). Segue a seguir o planejamento passo-a-passo conforme o osso afetado.

Figura 1- Avaliação radiográfica pré-operatória do canino número 11 – Fratura completa diafisária distal oblíqua de rádio e ulna. A. Projeção radiográfica crânio-caudal. B. Projeção radiográfica médio-lateral. C. Planejamento pré-operatório. Linhas azuis mostram o local desejado para os anéis; setas verdes indicam a direção dos fios olivados. Projeção radiográfica craniocaudal. D. Planejamento pré-operatório. Linhas azuis mostram o local desejado para os anéis. Projeção médio-lateral.

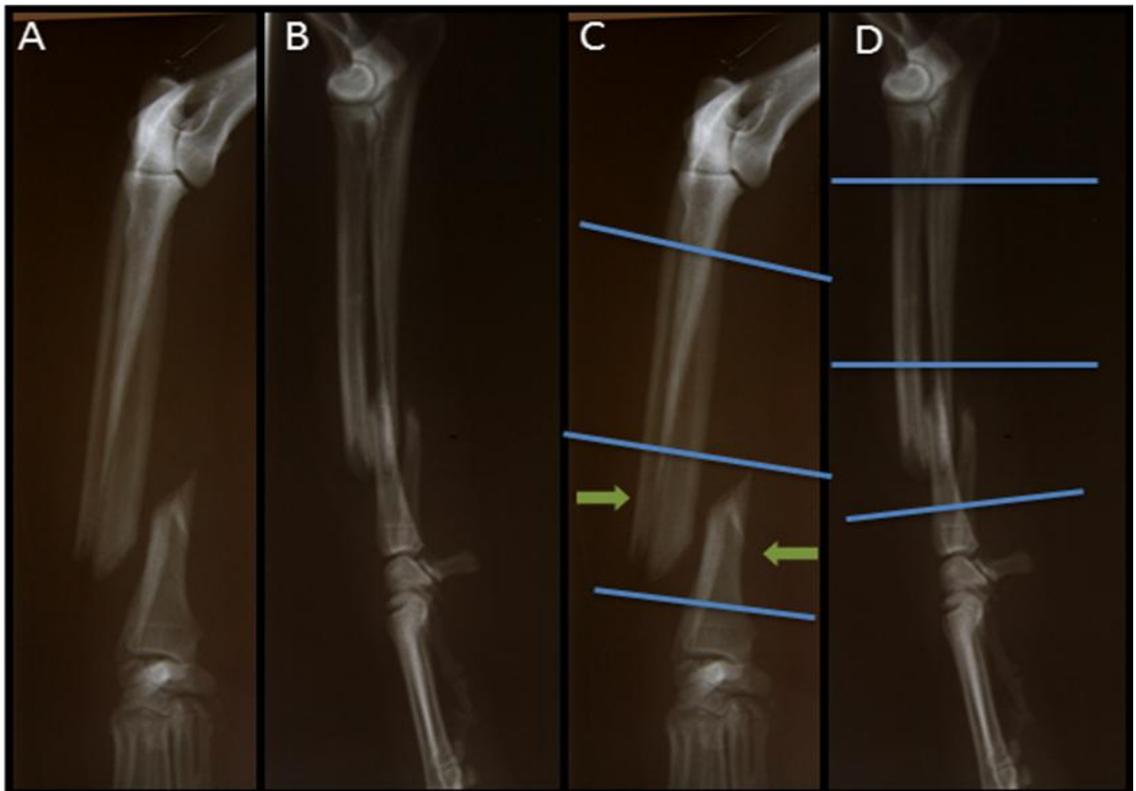


Figura 2- Detalhe do planejamento pré-operatório. Avaliação do tamanho do anel conforme a circunferência do membro torácico esquerdo do animal.



Figura 3- Planejamento pré-operatório: Vista dorsal do aparelho de fixação esquelética externa circular montado com os fios de Kirschner já colocados nos parafusos passafios para avaliar o correto posicionamento dos implantes conforme os portais recomendados.

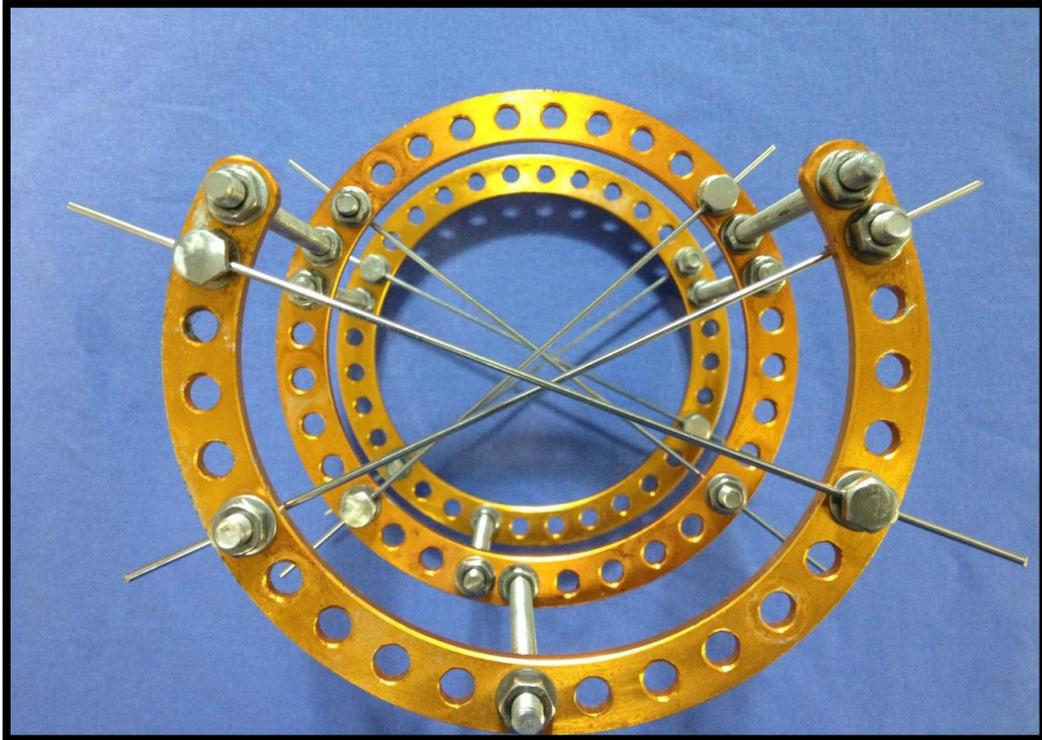


Figura 4- A. Componentes do aparelho de fixação esquelética externa circular. Aro completo. B. Aro 5/8.

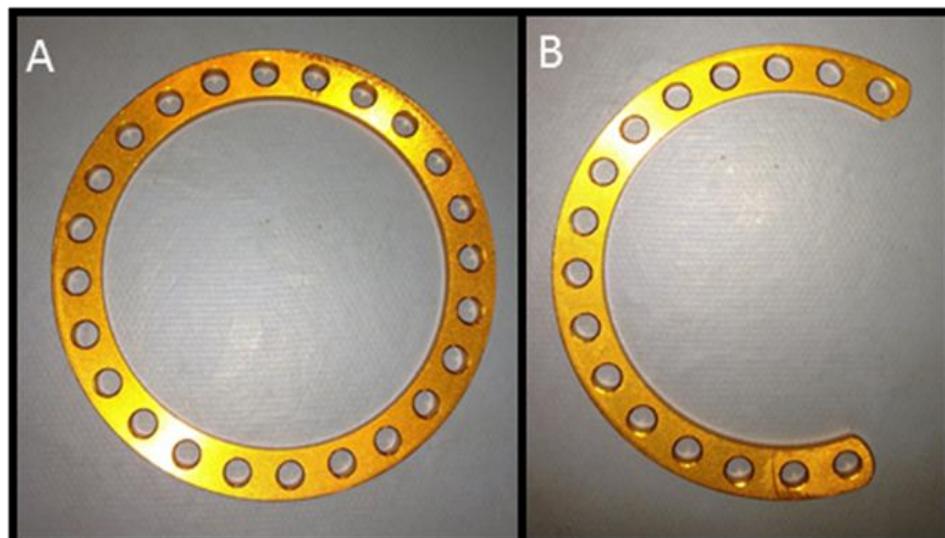
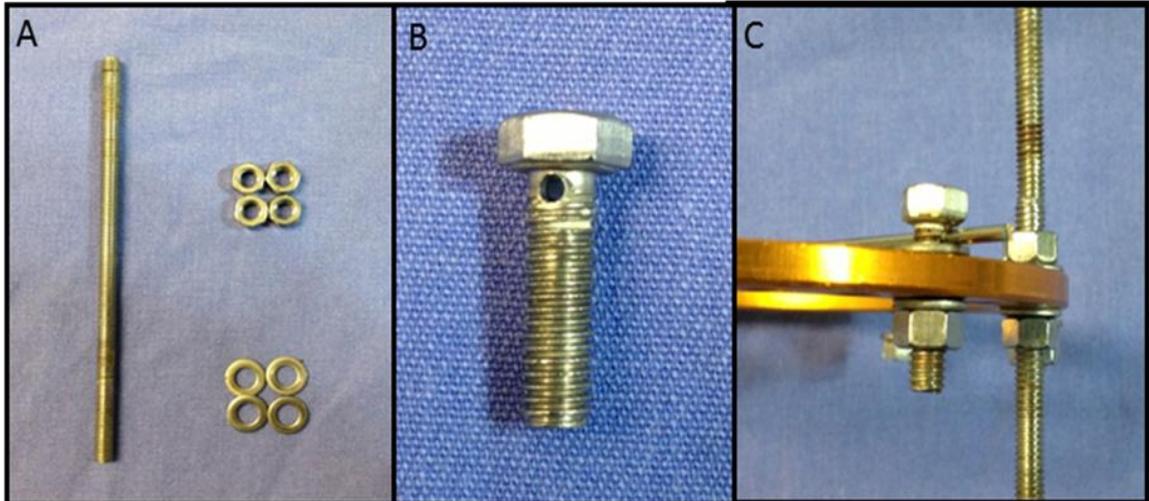


Figura 5- Componentes do aparelho de fixação esquelética externa circular. **A.** Barra de conexão a esquerda, porcas e arruelas. **B.** Parafuso passafio. **C.** Funcionamento do parafuso passafio colocado no anel com o fio de Kirschner passado pelo orifício. O fio é mantido seguro por uma arruela de um lado do anel, e no lado oposto uma arruela e uma rosca mantém a pressão necessária para manter o fio posicionado. À direita a barra de conexão mantendo dois anéis adjacentes conectados, ou todo aparelho.



3.2.1 Planejamento da fratura rádio

O planejamento pré-operatório em fraturas de rádio consistiu em três etapas: inicialmente exames radiográficos para a localização da região fratura (metafisária, diafisária, articular); avaliação do diâmetro do membro do animal, e teste dos diferentes anéis disponíveis para a escolha de qual implante proveria o maior conforto pós-operatório; e por fim a montagem do aparelho baseada nos dados anteriores.

O aparelho de fixação esquelética externa circular modelo utilizado consistiu de três anéis. O primeiro anel de proximal para distal no membro do animal utilizado foi o anel 5/8. A abertura desse implante foi posicionada cranialmente para permitir a flexão da articulação úmero-rádio-ulnar. O segundo e o terceiro anéis utilizados eram completos. A disposição dos anéis diferiu conforme a região da fratura. Em fraturas proximais metafisárias de rádio e ulna o segundo anel foi colocado o mais próximo possível da linha de fratura proximal, respeitando 0,5 cm de distância da mesma. No caso de fraturas diafisárias, a disposição dos anéis foi aplicada conforme o tamanho dos

fragmentos ósseos, deixando o menor fragmento com apenas um anel, e neste fragmento o anel foi colocado em uma região equidistante das duas extremidades ósseas do fragmento. Em animais nos quais a fratura estava localizada na região metafisária distal, o primeiro anel foi colocado o mais próximo da articulação úmero-rádio-ulnar e o segundo anel justaposto ao foco de fratura respeitando a distância mínima de 0,5cm. Em cada anel colocou-se quatro parafusos passafio na posição almejada para a estabilização da fratura. Como última etapa da montagem os fios de Kirschner foram colocados através dos parafusos passafio, idealmente em posicionamento perpendicular ao longo do anel. No primeiro anel, entretanto, esse posicionamento perpendicular não foi possível devido à presença da ulna na região caudal do membro e pela movimentação natural da articulação que exige a utilização de um anel 5/8. Caso necessário os parafusos passafio eram trocados de posição durante o procedimento cirúrgico. Os fios de Kirschner foram retirados e autoclavados separadamente.

3.2.3. Planejamento de fraturas de tibia

O planejamento pré-operatório em fraturas de tibia consistiu das mesmas três etapas: exames radiográficos para a localização da região fratura (metafisária, diafisária, articular); avaliação do diâmetro do membro do animal e teste dos diferentes anéis disponíveis para a escolha de qual implante proveria o maior conforto pós-operatório; e, por fim montagem do aparelho baseada nos dados anteriores.

O aparelho de fixação esquelética externa circular modelo utilizado consistiu de três anéis. O primeiro anel de proximal para distal no membro do animal era o anel 5/8. A abertura desse implante foi posicionada caudalmente para permitir a flexão da articulação fêmoro-tíbio-patelar. O segundo e o terceiro anéis utilizados eram completos. A disposição dos anéis diferiu conforme a região da fratura. Em fraturas proximais metafisárias de tibia, o primeiro anel foi colocado em região equidistante do fragmento proximal, o segundo anel foi colocado o mais próximo possível da linha de fratura proximal, respeitando 0,5 cm de distância da mesma e o terceiro na região distal do membro. No caso de fraturas diafisárias, a disposição dos anéis foi aplicada conforme o tamanho dos fragmentos ósseos, deixando o menor fragmento com apenas um anel, e neste fragmento o anel foi colocado em uma região equidistante das duas extremidades ósseas do fragmento, os demais fragmentos foram distribuídos proximal e distalmente ao longo do fragmento ósseo, o mais distante possível um do outro. Em

animais nos quais a fratura estava localizada na região metafisária distal, o primeiro anel foi colocado o mais próximo da articulação fêmoro-tíbio-patelar e o segundo anel justaposto ao foco de fratura respeitando a distância mínima de 0,5cm. Em cada anel colocou-se quatro parafusos passafio na posição almejada para a estabilização da fratura. Como última etapa da montagem, os fios de Kirschner foram colocados através dos parafusos passafio, idealmente em posicionamento perpendicular ao longo do anel. No primeiro anel, entretanto, esse posicionamento perpendicular não foi possível devido à presença da crista da tíbia, o que levava a um deslocamento espacial cranial do osso, limitando a localização dos parafusos e pela movimentação natural da articulação que exigia a utilização de um anel 5/8. Caso necessário os parafusos passafio eram trocados de posição durante o procedimento cirúrgico. Os fios de Kirschner foram retirados e autoclavados separadamente.

O aparelho de fixação esquelética externa circular pré-montado foi autoclavado, assim como todo o material utilizado para a realização do procedimento cirúrgico. No dia anterior a cirurgia o animal foi internado para a realização do jejum pré-operatório.

Figura 6- Fixador esquelético externo circular montado previamente a cirurgia. A montagem era esterilizada pronta com os parafusos passafio já colocados nos locais idealizados para a passagem dos pinos.



3.3 Procedimentos anestésicos

Os animais receberam como medicação pré-anestésica (MPA) o que foi julgado pelo anestesista como melhor protocolo para cada animal, entre as medicações utilizadas estavam o maleato de acepromazina na dose de $0,1\text{mg.kg}^{-1}$ associado a morfina, na dose de $0,3\text{mg.kg}^{-1}$, ambos pela via intramuscular (IM); tiletamina na dose de 1mg.kg^{-1} associada ao zolazepam na dose de 1mg.kg^{-1} ; cloridrato de tramadol como fármaco único na dose de 3mg.kg^{-1} ou morfina como fármaco único, na dose de $0,5\text{mg.kg}^{-1}$. Após 15 minutos da MPA, foi realizada a tricotomia de um membro torácico e venóclise do mesmo. Os animais receberam uma dose inicial de propofol de aproximadamente 2mg.kg^{-1} para a realização da tricotomia do membro a ser operado. A indução anestésica foi efetuada utilizando propofol ao efeito, dose padrão de 4mg.kg^{-1} , pela via intravenosa (IV), seguida de intubação orotraqueal. Os animais foram mantidos sob anestesia inalatória durante a cirurgia, utilizando isofluorano para atingir a concentração alveolar média de 2 em oxigênio a 100%. O circuito anestésico semi-aberto foi utilizado em animais acima de 12kg e o Baraka em animais com menos de 12kg. Associado à anestesia inalatória, nos animais portadores de fratura de tíbia, foi realizado bloqueio epidural na dose de 1ml.4,5kg^{-1} com lidocaína, bupivacaína e morfina nas seguintes dosagens respectivamente: 2mg.kg^{-1} , $0,5\text{mg.kg}^{-1}$ e $0,1\text{mg.kg}^{-1}$. Nos cães portadores de fratura de rádio foi realizado o bloqueio do plexo braquial com 4mg.kg^{-1} de lidocaína e $0,5\text{mg.kg}^{-1}$ de bupivacaína. Nos animais nos quais não foi possível realizar a anestesia epidural ou o bloqueio do plexo braquial foi realizada infusão de fentanil ($0,03\text{ }\mu\text{g/Kg/min}$) associado à lidocaína ($50\text{ }\mu\text{g/Kg/min}$) e cetamina ($10\text{ }\mu\text{g/Kg/min}$). Todos os animais receberam 30 minutos antes do procedimento cirúrgico 22mg.kg^{-1} de ampicilina sódica (IV) e a mesma foi repetida a cada duas horas durante a cirurgia. A reposição de fluído durante o procedimento cirúrgico foi realizada através da administração da solução de Ringer Lactato por via endovenosa da dosagem de 10 ml.kg^{-1} por hora, ou conforme a necessidade.

3.4 Procedimento cirúrgico

Após indução anestésica, os animais foram posicionados na mesa cirúrgica em decúbito lateral com o membro a ser operado voltado para cima. O método de anti-sepsia álcool-iodo-álcool foi o implementado; e a região distal do membro foi envolvida com gaze tubular previamente esterilizada. Para a delimitação do campo cirúrgico foram utilizados panos de algodão autoclavados.

3.4.1 Osteossíntese de rádio

O acesso ao foco de fratura foi realizado através da incisão de pele na face medial do antebraço, com posterior incisão da fáscia muscular e divulsão roma entre os músculos. Após a localização e exposição dos fragmentos ósseos, a abertura do canal medular foi realizada com um elevador de periósteo pequeno ou pino de Schanz adequado. A fratura foi reduzida utilizando pinças ortopédicas apropriadas ao tamanho do animal. Em fraturas cominutivas não foi realizado acesso ao foco de fratura e a redução da fratura foi realizada por ligamentotaxis. A redução da fratura por ligamentotaxis consistiu na tração do membro no momento da passagem dos fios de Kirschner e na colocação do aparelho com uma leve tração dos fios de modo que o membro permanecesse alinhado e comprimento do mesmo fosse preservado.

Após a redução da fratura, foi passado um fio de Kirschner, olivado ou não, de tamanho adequado ao porte do animal (Figura 7), segundo as recomendações presentes na Tabela 1, na região metafisária proximal, paralelo à articulação úmero-rádio-ulnar segundo os portais descritos por Ferreti (1991) e Bilgili (2006). Os portais utilizados foram crânio-medial em direção caudo-lateral e caudo-medial em direção crânio-medial, preferencialmente no vértice do osso, almejando o posicionamento mostrado na figura 8. O posicionamento dos implantes ao longo da diáfise óssea variou conforme a configuração da fratura. Em fraturas proximais metafisárias de rádio e ulna, colocou-se o primeiro fio o mais próximo da articulação úmero-rádio-ulnar possível, já no caso de fraturas diafisárias e fratura metafisárias distal existia um maior gama de possibilidades para a colocação de implante, pois a área disponível para o primeiro fio de Kirschner era maior, e, portanto e o mesmo não precisava ser colocado justaposto a articulação.

Após a colocação do primeiro fio de Kirschner, o aparelho foi passado através da extremidade distal do membro até que o primeiro anel estivesse posicionado ao nível

do fragmento proximal, neste momento o primeiro fio inserido foi conectado ao fixador circular. O segundo fio introduzido localizava-se no fragmento distal na região metafisária distal do rádio (Figura 9) almejando o posicionamento mostrado na Figura 10, paralelo à articulação rádio-cárpica. O posicionamento deste implante também variou conforme a configuração da fratura, no caso de fraturas metafisárias distais esse implante foi colocado o mais próximo possível da superfície articular do rádio, para permitir a colocação dos dois fios através do anel. Essa preocupação não foi relevante em fraturas diafisárias ou metafisárias proximais. O segundo fio foi fixado a porção distal do aparelho circular, o que fixou todo aparelho ao membro do animal. O terceiro fio foi passado na porção dorsal do segundo anel. Posteriormente, foram inseridos mais um fio por anel, mantendo a ordem anterior de inserção, de modo que em cada anel foram fixados dois fios (Figura 11). No primeiro e segundo anéis, o segundo implante a ser inserido, passou pela região ventral dos mesmos. No terceiro anel, o implante foi colocado na região dorsal do anel.

Como componentes de fixação, optou-se por parafusos passafio com orifício central, mas, ocasionalmente, selecionaram-se parafusos passafio lateral para uma melhor adaptação do fio ao parafuso e menor tração do fio para fora de sua rota pelo parafuso. Em cães acima de 20 kg e nos casos, nos quais a aplicação de tensão foi capaz de melhorar a coaptação da fratura, os fios de Kirschner foram tensionados por um dinamômetro manual de acordo com o peso do animal (Tabela 1). Enquanto a tensão era aplicada as porcas e arruelas do parafuso passafio foram apertadas, para evitar a perda da redução. E, então, o dinamômetro foi retirado. Por fim, os fios foram retorcidos e envolvidos nos parafusos passafios para evitar acidentes tanto da equipe quanto do animal em casa (Figura 11 e 12). Terminada a correção da fratura, a área foi copiosamente lavada com solução salina 0,9% estéril, exceto nos casos onde o tratamento da fratura foi feito de modo fechado. Após, o tecido subcutâneo ser suturado utilizando-se fio mononáilon 2-0 ou 3-0 em padrão contínuo simples e a pele foi suturada com mononáilon 3-0 em padrão isolado simples.

Figura 7- Passagem e acoplagem do primeiro fio de Kirschner ao parafuso passafio mais proximal para estabelecer o limite superior do posicionamento do aparelho de fixação esquelética externa circular.



Figura 8- Posicionamento ideal dos fios de Kirschner nos anéis proximais. À esquerda, anel utilizado em animais de pequeno porte e a direita anel utilizado em um cão de porte médio. Observar que para uma mesma configuração no anel de menor diâmetro há menos orifícios disponíveis, reduzindo as possibilidades locais para colocação dos fios.

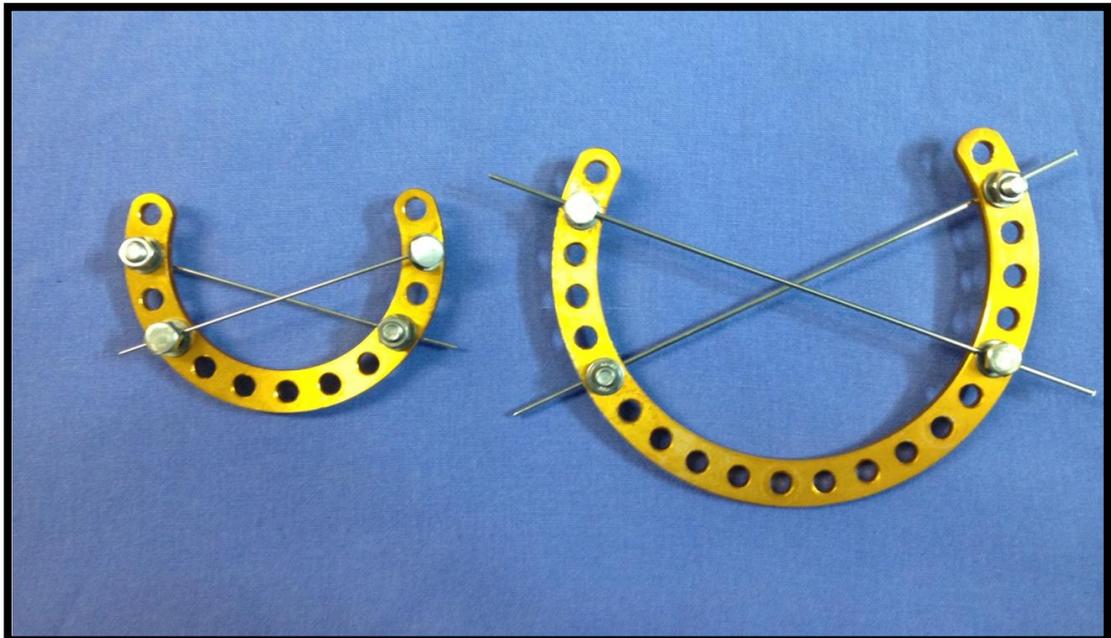


Figura 9- Passagem do segundo fio de Kirschner no fragmento distal. O segundo fio a ser colocado era o mais próximo a articulação distal a fratura, estabelecendo dessa maneira o limite inferior do aparelho de fixação esquelética externa circular e mantendo a fratura estável para a colocação dos demais implantes.

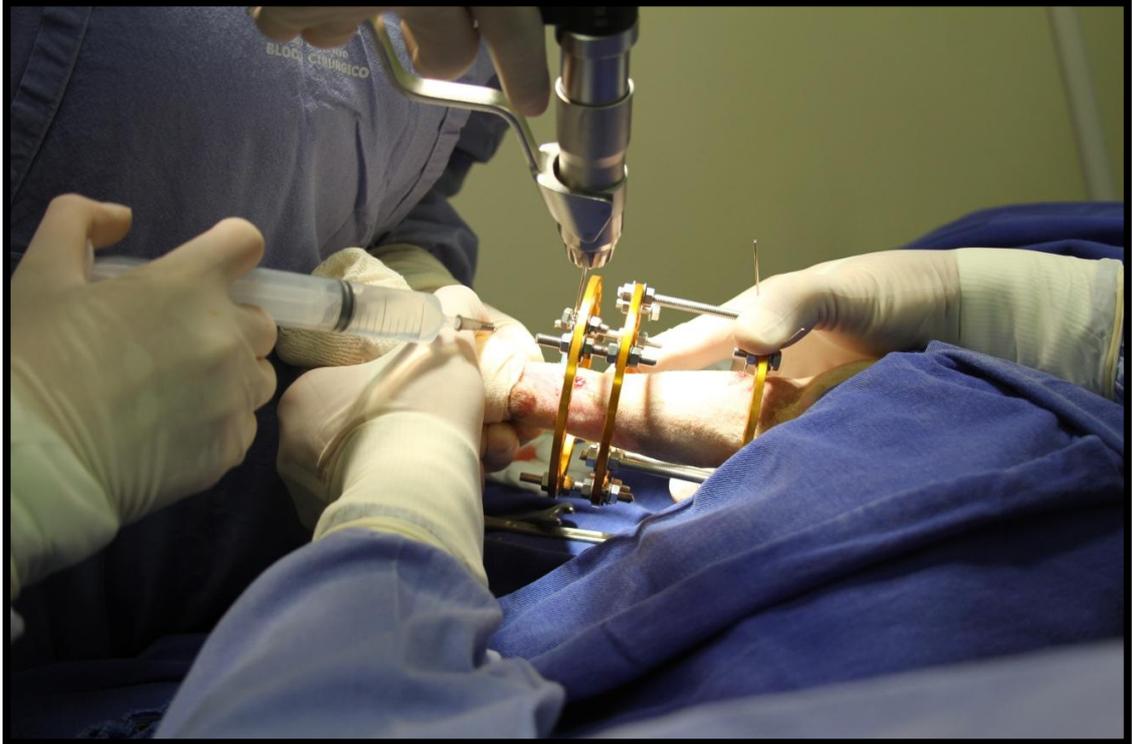


Figura 10- Posicionamento ideal dos fios de Kirschner no anel intermediário e distal, tanto da tíbia quanto do rádio.

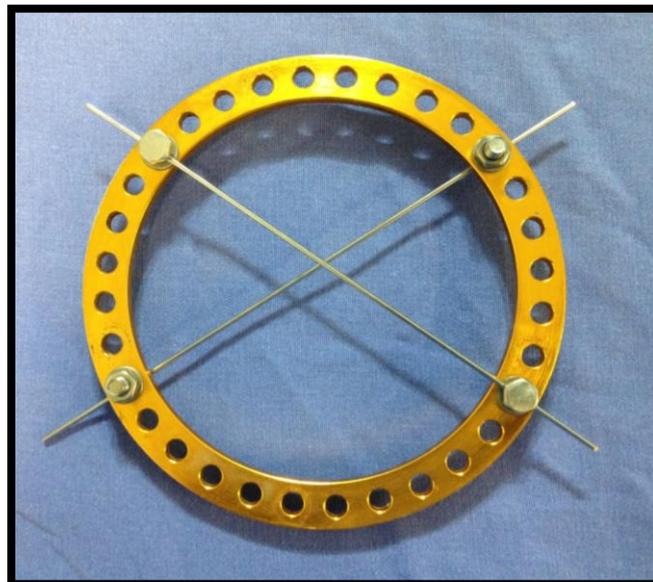


Figura 11- Fixador esquelético externo circular em cão. Aspecto do membro com todos os fios de Kirschner colocados.

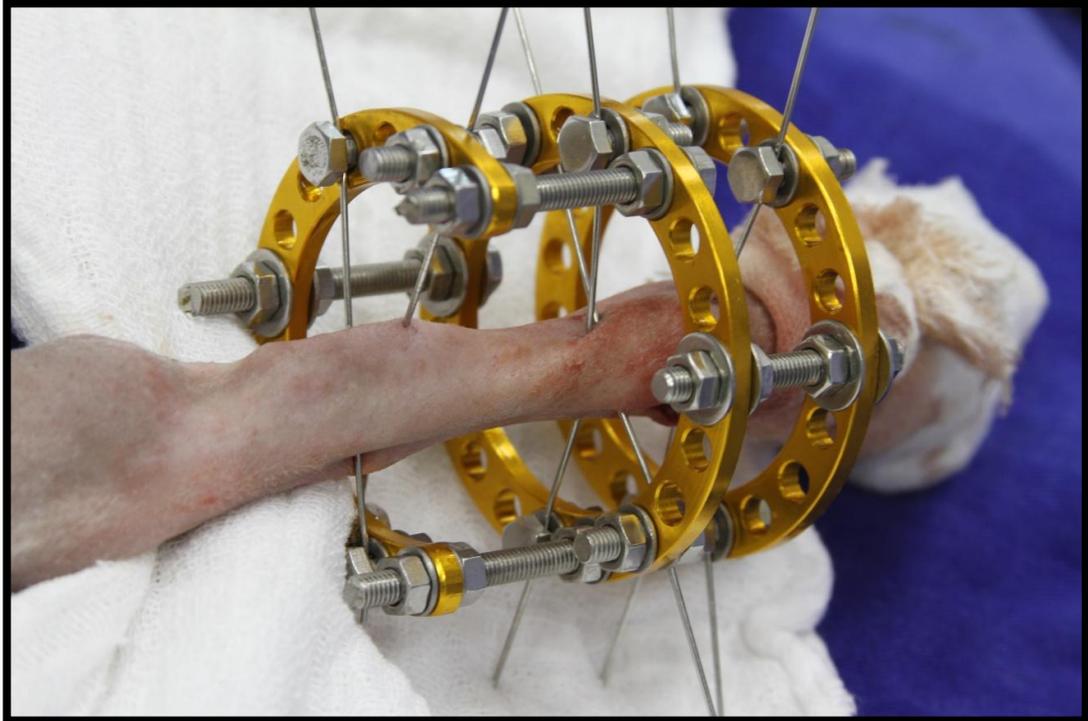


Figura 12- Fixador esquelético externo circular em cão. Aspecto final pós-operatório após o retorcimento dos fios em volta dos parafusos passafio.



Tabela 1 - Diâmetro do fio e tensão a ser aplicada de acordo com o peso do animal.

	1-5kg	5-10kg	10-20kg	>20kg
Diâmetro do fio (mm)	1,0	1,0	1,2	1,5
Tensão aplicada ao fio (kg)	0	20-30	30-60	60-90

* Fonte: Lewis, 1998.

3.4.2 Osteossíntese de Tíbia

O acesso ao foco de fratura foi realizado através da incisão de pele na face medial tíbia, com posterior incisão da fáscia muscular e divulsão romba entre os músculos. Após a localização e exposição dos fragmentos ósseos, a abertura do canal medular foi realizada com um elevador de periósteo pequeno ou pino de Schanz adequado. A fratura foi reduzida utilizando pinças ortopédicas apropriadas ao tamanho do animal. Em fraturas cominutivas não foi realizado acesso ao foco de fratura e a redução da fratura foi realizada por ligamentotaxis. A redução da fratura por ligamentotaxis consistiu na tração do membro no momento da passagem dos fios de kirschner e na colocação do aparelho com uma leve tração dos fios de modo que o membro permanecesse alinhado e comprimento do mesmo fosse preservado.

Após a redução da fratura, foi passado um fio de Kirschner, olivado ou não, de tamanho adequado ao porte do animal (Figura 7), segundo as recomendações presentes na Tabela 1, na região metafisária proximal paralelo à articulação fêmoro-tíbio-patelar segundo os portais descritos por Ferreti (1991) e Bilgili (2006). Os portais utilizados foram crânio-medial em direção caudo-lateral e caudo-medial em direção crânio-medial, preferencialmente no vértice do osso, almejando o posicionamento mostrado na figura 8.

O aparelho foi passado através da extremidade do membro até que o primeiro anel estivesse posicionado ao nível do fragmento proximal, onde o primeiro fio inserido foi conectado ao fixador circular. O segundo fio foi introduzido no fragmento distal na região metafisária distal da tíbia aproximadamente um centímetro acima do maléolo

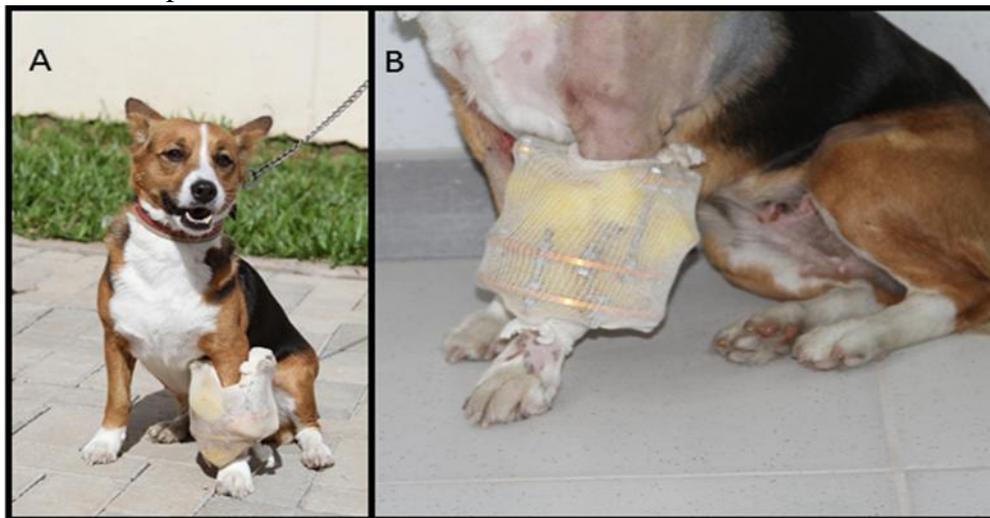
lateral almejando o posicionamento mostrado na Figura 10, paralelo à articulação tibiotársica e o mesmo foi fixado ao aparelho circular, o que fixou todo aparelho ao membro do animal. O terceiro fio foi passado no segundo anel. Posteriormente, foram inseridos mais um fio por anel, mantendo a ordem anterior de inserção, deste modo em cada anel foram fixados dois fios (Figura 11). Normalmente os fios foram fixados com parafusos passafios centrais, mas, ocasionalmente, foi necessário um parafuso passafio lateral para uma melhor adaptação do fio ao parafuso devido ao posicionamento. Nos casos necessários, os fios foram tensionados por um dinamômetro manual de acordo com o peso do animal (Tabela 1). Os fios foram retorcidos e envolvidos aos parafusos passafios (Figura 11 e 12). Terminada a correção da fratura, a área foi copiosamente lavada com solução salina 0,9% estéril, exceto nos casos onde o tratamento da fratura foi feito de modo fechado. Após o tecido subcutâneo ser suturado utilizando-se fio mononáilon 2-0 ou 3-0 em padrão contínuo simples e a pele foi suturada com mononáilon 3-0 em padrão isolado simples.

3.5 Cuidados pós-operatórios

Como terapia analgésica os animais receberam tramadol (4 mg.kg^{-1} IM) no pós-operatório imediato e a cada 6 horas durante as primeiras 24 horas e nos quatro dias subsequentes a cada oito. O anti-inflamatório de escolha foi o carprofeno ($2,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ SC) no pós-operatório imediato e a cada 12 horas durante sete dias. Como terapia antimicrobiana foi utilizado cefalexina na dose de 20 mg.kg^{-1} IM no pós-operatório imediato e a cada 12 horas durante dez dias. Os curativos foram realizados diariamente durante os primeiros dez dias e semanalmente até a retirada dos fixadores circulares. Eles se caracterizaram pela limpeza da ferida cirúrgica e dos pontos de inserção dos fios na pele com cloreto de sódio 0,9% e gaze estéril. Após a higienização, foram colocadas espumas embebidas em clorexidine 2% entre os componentes de fixação. As mesmas foram colocadas de maneira a não aplicar força nos implantes, evitando qualquer desvio secundário do aparelho. Os fixadores foram envolvidos em malha tubular. As suturas de pele foram removidas após 10 dias do procedimento cirúrgico. Os animais ficaram internados até a redução do edema e redução da secreção adjacente aos fios, em média três dias, e retornaram semanalmente para revisão (Figura 13).

A dinamização do aparelho foi realizada através da remoção de um ou dois fios de Kirschner do segundo anel. Nos casos em que a mesma foi realizada, os fios retirados foram guardados em potes identificados com o nome do animal. Após a consolidação óssea, os animais foram sedados com propofol na dose de 4mg.kg^{-1} e o aparelho foi retirado por completo. No momento da retirada do restante do fixador esquelético externo circular todos os componentes foram pesados e comparados ao peso do animal. Os animais foram mantidos com uma bandagem de Robert Jones modificada por 14 dias com trocas semanais da mesma.

Figura 13- **A.** Canino no período pós-operatório retornando a revisão para a realização do curativo. **B.** Animal após a troca do curativo apoiando o membro.



3.6 Avaliação radiográfica

Os exames radiográficos foram realizados no Setor de Diagnóstico por Imagem do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS, com carga padrão conforme o tamanho do animal e nas projeções crânio-caudal e médio-lateral, e revelados em processadora automática.

Nas radiografias pré-operatória foi avaliado o tipo de fratura, a localização da mesma, o número de fragmentos, a localização e a direção de fissuras ou esquirolas ou linha de fratura. Baseado nessas informações foi definido o posicionamento de cada um dos anéis utilizados na montagem, a espessura dos fios, utilização ou não de fios olivados e seu direcionamento.

Os exames radiográficos pós-operatórios foram avaliados a respeito de: consolidação óssea, reabsorção óssea ao redor dos implantes metálicos, contato ósseo, alinhamento, sinais de osteopenia e de doença articular degenerativa. Cada observação foi classificada conforme quatro níveis: ausente (0), discreta (1), moderada (2) e acentuada (3).

As variáveis: idade, peso do animal, peso do aparelho fixação esquelética externa circular, proporção peso do aparelho de fixação esquelética externa em relação ao peso do animal, tempo decorrido desde o trauma até a cirurgia, duração da cirurgia e tempo de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular foram avaliadas e a existência de correlação entre elas foram avaliadas. Os dados foram digitados no programa Excel e posteriormente exportados para o programa SPSS versão 18.0 para análise estatística. As variáveis categóricas foram descritas pela frequência absoluta e frequência relativa percentual. Já as variáveis quantitativas foram descritas pela média e o desvio padrão quando a sua distribuição foi simétrica e pela mediana, o mínimo e o máximo quando esta foi assimétrica. A comparação das médias foi realizada pelo teste t de Student para amostras independentes. As variáveis quantitativas foram correlacionadas entre si pelo coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância utilizado foi de 5%.

4. RESULTADOS

Embora 20 animais tenham sido inicialmente incluídos neste projeto, apenas 16 animais cumpriram os critérios necessários para permanecer no estudo. Dos quatro animais excluídos, um animal foi descartado por óbito decorrente da complicação de uma hérnia diafragmática antes do término do período de avaliação, outro foi descartado, por realizar a retirada do fixador em outra instituição e os demais pelo não comparecimento às revisões.

O grupo de estudo foi composto por sete fêmeas (44%) e nove machos (56%). A idade média dos animais foi de 50,87 meses, com desvio padrão de 57,01 meses, mínimo de 6,96 meses e máximo de 144 meses. O peso médio dos animais foi de 8,6kg com desvio padrão de 6,95kg, o menor animal pesava 1,5kg e o maior 26,7 kg. Três animais apresentaram fratura de tíbia (18%) e 13 (82%) fratura de rádio e ulna. Apenas duas foram consideradas expostas (Figura 14). A classificação das fraturas está descrita na Tabela 2, assim como o tipo de acesso utilizado e os dados relativos à raça, sexo, idade e peso de cada animal.

Tabela 2 - Descrição do sexo, idade, peso, localização, tipo de fratura, acesso utilizado e complicações clínicas durante o período de avaliação do fixador esquelético externo circular como método de osteossíntese em rádio e ulna de cães.

Número	Sexo	Idade (meses)	Peso (kg)	Osso	Classificação da Fratura	Acesso	Complicações Clínicas
1	Fêmea	36	18	Tíbia	Diafisária Helicoidal	Aberto	Sangramento nos pinos distais
2	Fêmea	60	9,5	Rádio	Diafisária cominutiva proximal	Fechado	Tratos de drenagem nos pinos
3	Macho	144	10,8	Tíbia	Diafisária helicoidal	Aberto	Quebra de fio de Kirschner
4	Fêmea	12	1,7	Rádio	Metafisária transversa distal	Aberto	Sem complicações
5	Fêmea	24	11	Rádio	Metafisária obliqua distal	Fechado	Miíase 2 vezes
6	Macho	12	10	Tíbia	Metafisária múltipla proximal	Aberto	Sem complicações
7	Fêmea	18	2,4	Rádio	Metafisária transversa distal	Aberto	Tratos de drenagem
8	Fêmea	24	1,6	Rádio	Metafisária transversa distal	Aberto	Sem complicações
9	Macho	9	15	Rádio	Diafisária obliqua distal	Aberto	Tratos de drenagem
10	Macho	6,96	1,5	Rádio	Metafisária transversa distal	Aberto	Sinais compatíveis com Cinomose Tratos de Drenagem
11	Macho	144	10	Rádio	Diafisária obliqua exposta	Fechado	Tratos de drenagem
12	Macho	144	7,4	Rádio	Diafisáriadistal obliqua	Aberto	Contratura dos flexores
13	Macho	12	3,3	Rádio	Diafisária transversa exposta	Aberto	Sem complicações
14	Macho	12	26,7	Rádio	Metafisária proximal cominutiva	Fechado	Sem complicações
15	Fêmea	144	5,1	Rádio	Metafisária distal obliqua	Aberto	Piodermite crônica Tratos de drenagem
16	Macho	12	3,5	Rádio	Metafisária distal obliqua	Aberto	Sem complicações

Figura 14- A. Cão apresentando fratura exposta de rádio e ulna esquerdo. B. Colocação do fixador esquelético externo circular para a redução da fratura exposta de rádio e ulna obtendo redução satisfatória da mesma.



A complicação clínica encontrada com maior frequência foi o desenvolvimento de tratos de drenagem ao redor dos fios de Kirschner (37,5% dos animais). A situação foi resolvida com antibioticoterapia sistêmica e intensificação dos curativos (Figura 15). Quatro animais (25%) apresentaram complicações consideradas graves: um apresentou míiase ao redor dos fios do aparelho, necessitando de internação por sete dias, outro encurtamento progressivo dos flexores do antebraço (Figura 16), que não melhorou após a retirada do fixador esquelético externo circular. O animal foi então submetido ao alongamento plástico do membro e imobilização externa em extensão por 30 dias, ao final do tratamento o cão já apresentava uso funcional do membro (Figura 17). Um animal apresentou hemorragia associada aos fios, que foi resolvida com a intensificação dos curativos e compressão do local. E, por fim, em outro animal houve quebra de um fio de Kirschner, o que levou ao deslocamento do fixador e a necessidade da retirada do mesmo. O animal foi reoperado e permaneceu bem.

Figura 15- **A.** Revisão semanal do aparelho de fixação esquelética externa circular em um cão. Aparência ideal do aparelho: ausência de secreções em volta dos pinos ou lesão cutâneas. **B.** Revisão semanal do aparelho de fixação esquelética externa circular em um cão. É visível piodermatite severa na região operada, presença de lesões cutâneas no membro e secreção purulenta envolta dos pinos.

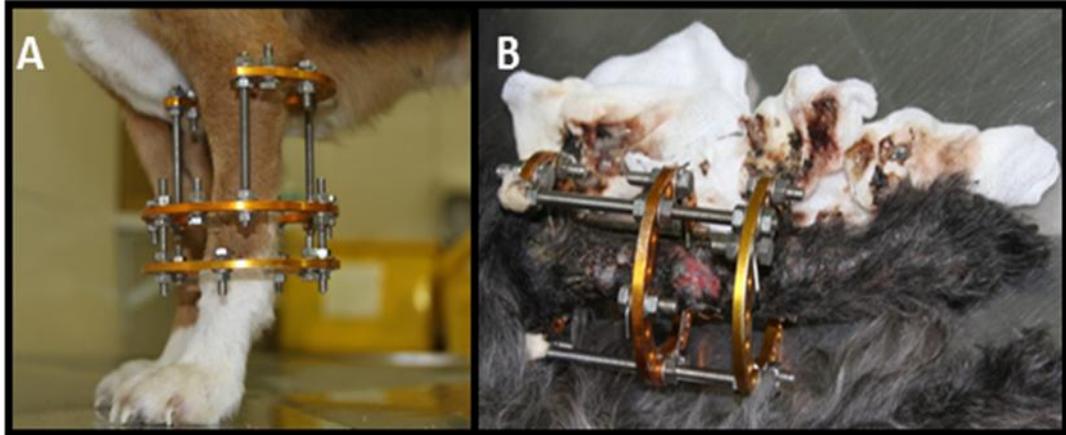


Figura 16- Exame radiográfico mensal do membro torácico esquerdo do canino número 12. Note a flexão acentuada dos dígitos decorrente do encurtamento dos flexores do antebraço. **A.** Vista médio-lateral. **B.** Vista crânio-caudal.

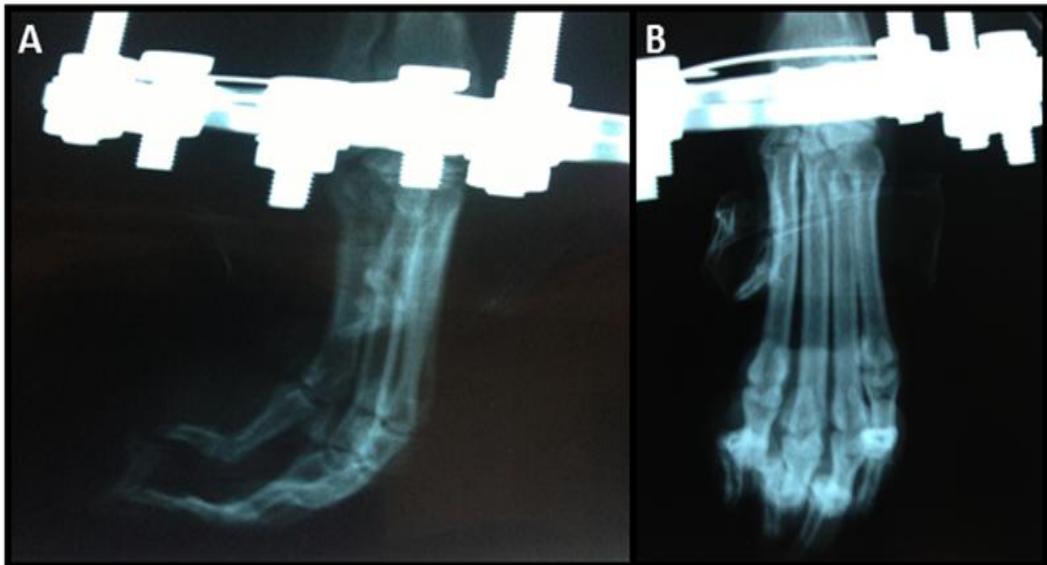


Figura 17- Canino número 12 após o alongamento plástico e 30 dias de imobilização externa apresentando uso funcional do membro após o desenvolvimento de encurtamento dos flexores do antebraço durante o uso do fixador esquelético externo circular para tratamento de uma fratura de rádio e ulna.



O aparelho de fixação esquelética externa circular pesou em média 198g com desvio padrão de 49g. O peso máximo foi 281g e o mínimo 125g. O peso do circular em relação ao peso do animal (peso do circular/peso do animal) foi em média 4,09% do peso do animal. O peso máximo relativo foi de 10,63% e o mínimo de 1,05%. Na tíbia, o peso médio do fixador foi 236 gramas, e o peso relativo médio foi 1,88%, e no rádio o peso médio foi 239g e o peso relativo médio 4,6% (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição do peso dos animais (Peso), osso operado (Osso), do peso do aparelho de fixação esquelética circular (Peso Circular) e a relação entre o peso do aparelho de fixação esquelética externa circular e o peso do animal (Circular/Peso).

Número	Peso (kg)	Osso	Peso Circular (kg)	Circular/Peso (%)
1	18	Tíbia	0,293	1,63
2	9,5	Rádio	0,207	2,18
3	10,8	Tíbia	0,208	1,93
4	1,7	Rádio	0,170	10,00
5	11	Rádio	0,205	1,86
6	10	Tíbia	0,208	2,08
7	2,4	Rádio	0,156	6,50
8	1,6	Rádio	0,170	10,63
9	15	Rádio	0,27	1,80
10	1,5	Rádio	0,136	9,07
11	10	Rádio	0,214	2,14
12	7,4	Rádio	0,192	2,59
13	3,3	Rádio	0,176	5,33
14	26,7	Rádio	0,281	1,05
15	5,1	Rádio	0,155	3,04
16	3,5	Rádio	0,125	3,57

O tempo médio entre o trauma e a cirurgia foi de 14,5 dias com desvio padrão de 10,28. O tempo de espera mínimo para a realização da cirurgia foi de três dias e o tempo máximo foi de 45 dias. O tempo de permanência médio do aparelho foi de 81,68 dias com desvio padrão de 23,13 dias. O menor período de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular foi 45 dias e o maior foi de 139 dias. O tempo médio cirúrgico foi 1 hora e 55 minutos com desvio padrão de 32 minutos. A cirurgia mais rápida foi realizada em uma hora e a mais longa levou três horas. A média de duração da cirurgia no rádio foi de 1 hora e 54 minutos (desvio padrão de 32 minutos) e na tíbia foi de 1 hora e 59 minutos (desvio padrão de 1 minuto). Não houve diferença estatisticamente significativa entre estas médias de tempo ($P=0,797$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Tempo desde o trauma até a realização da cirurgia, tempo de permanência com o aparelho e tempo cirúrgico.

Número	Tempo Trauma- Cirurgia (dias)	Duração Cirúrgica (minutos)	Tempo de Permanência com Circular (dias)
1	10	118	55
2	6	180	139
3	8	120	54
4	14	90	85
5	4	90	69
6	12	120	79
7	25	160	105
8	13	160	61
9	6	120	99
10	18	120	88
11	20	120	97
12	19	135	77
13	3	130	94
14	11	60	45
15	18	80	83
16	45	100	77

Não houve correlação entre as variáveis tempo trauma-cirurgia e duração da cirurgia. As variáveis tempo decorrido do trauma até a cirurgia e tempo de permanência com o circular também não apresentaram correlação. Além disso, não houve uma correlação estatisticamente significativa entre as variáveis peso e duração da cirurgia. Não houve correlação estatisticamente significativa entre as variáveis peso e tempo de permanência com o circular. A correlação entre as variáveis peso circular em relação ao peso do cão e o tempo de permanência com o circular também não foi significativa.

Houve correlação estatisticamente significativa entre as variáveis duração da cirurgia e tempo de permanência com o circular. O coeficiente de correlação de Pearson calculado entre estas variáveis foi de $r = 0,727$ ($P = 0,001$), havendo relação direta (coeficiente com sinal positivo) entre as variáveis e correlação de magnitude forte (coeficiente r acima de 0,5).

Do total de 16 animais acompanhados, 15 atingiram a consolidação óssea através do uso do aparelho (Figura 19-25). O alinhamento do membro foi mantido em 87,5% dos animais. Em dois animais foi visualizado desvio valgo, entretanto, os animais conviveram bem com isso. Todos os animais produziram calo ósseo durante a cicatrização da fratura, sendo que 31,2% produziram calo ósseo moderado, 18,7% produziram calo exuberante e o restante produziu calo ósseo esparso. Apenas três animais não apresentaram reabsorção em volta dos pinos, 81% dos animais apresentaram reabsorção em volta dos pinos, em 18,75% dos animais a reabsorção foi severa. A doença articular degenerativa estava presente ao final do período de avaliação em 31,25% dos casos. Em 31% havia imagem da compatível com a presença implante intra-articular após a retirada do aparelho. Apenas um animal apresentou osteopenia durante o tempo de permanência com o circular.

Tabela 5 - Avaliação radiográfica pós-operatória.

Número do Animal	Consolidação	Alinhamento	Calo ósseo	Reabsorção em volta dos implantes	Doença Articular Degenerativa
1	S	S	2	0	0
2	S	S	2	2	0
3	N*	S	1	1	0
4	S	S	1	3	1
5	S	S	1	1	1
6	S	S	2	1	0
7	S	S	2	3	0
8	S	S	1	0	0
9	S	S	2	2	0
10	S	S	3	3	0
11	S	S	1	0	2
12	S	S	1	1	0
13	S	S	1	2	1
14	S	S	3	2	2
15	S	N	3	2	0
16	S	N	1	0	0

*Animal retirado do estudo e tratado com outro método de fixação.

Figura 18- Avaliação radiográfica sistemática do animal número 9. **A.** Visão crânio-caudal pré-operatória. **B.** Visão médio-lateral- pré-operatória. **C.** Visão crânio-caudal pós-operatória. **D.** Visão médio-lateral pós-operatória.

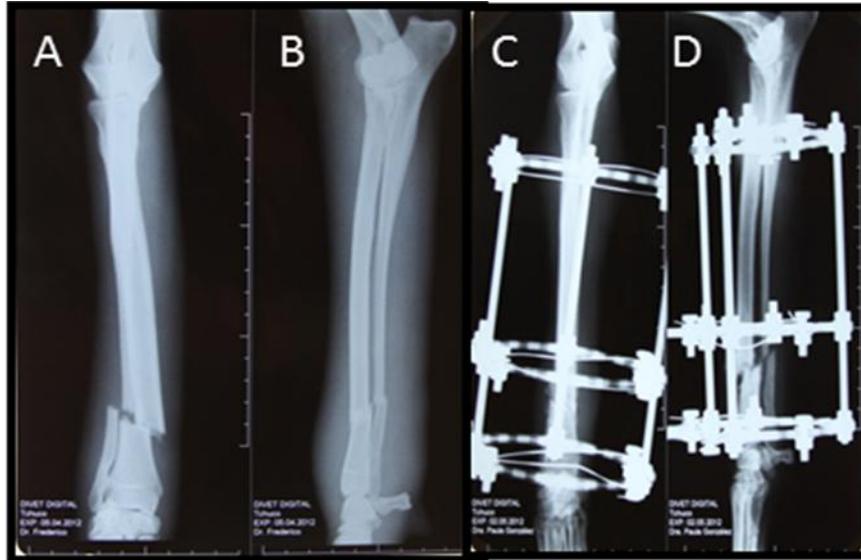


Figura 19- Avaliação radiográfica sistemática do animal número 9. **A.** Visão crânio-caudal 60 dias pós-operatório. **B.** Visão médio-lateral 60 dias pós-operatória. **C.** Visão crânio-caudal 75 dias pós-operatório. **D.** Visão médio-lateral 75 dias pós-operatória.

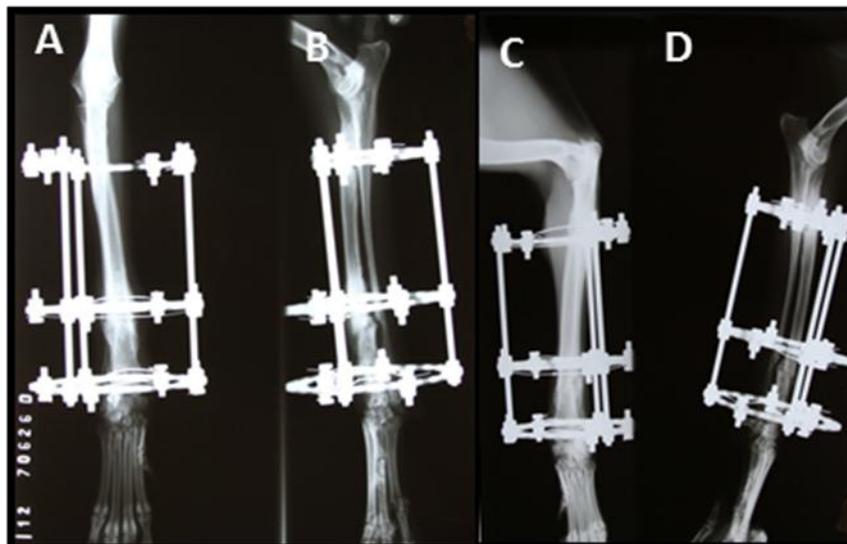


Figura 20- Avaliação radiográfica a longo prazo do animal número 9. A. visão crânio-caudal. B. Visão médio-lateral.



Figura 21- Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7. A. Visão crânio-caudal pré-operatória. B. Visão médio-lateral- pré-operatória. C. Visão crânio-caudal pós-operatório. D. Visão médio-lateral pós-operatória.

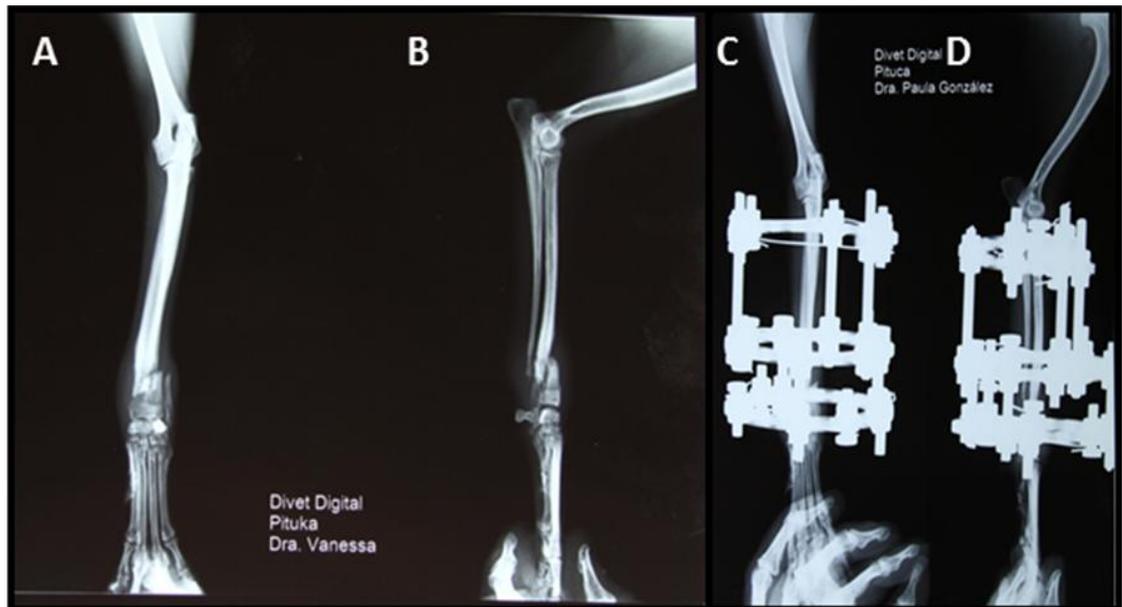


Figura 22- Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7. **A.** Visão crânio-caudal 45 dias pós-operatório. **B.** Visão médio-lateral 45 dias pós-operatório. **C.** Visão crânio-caudal 90 dias pós-operatório. **D.** Visão médio-lateral 90 de pós-operatório.

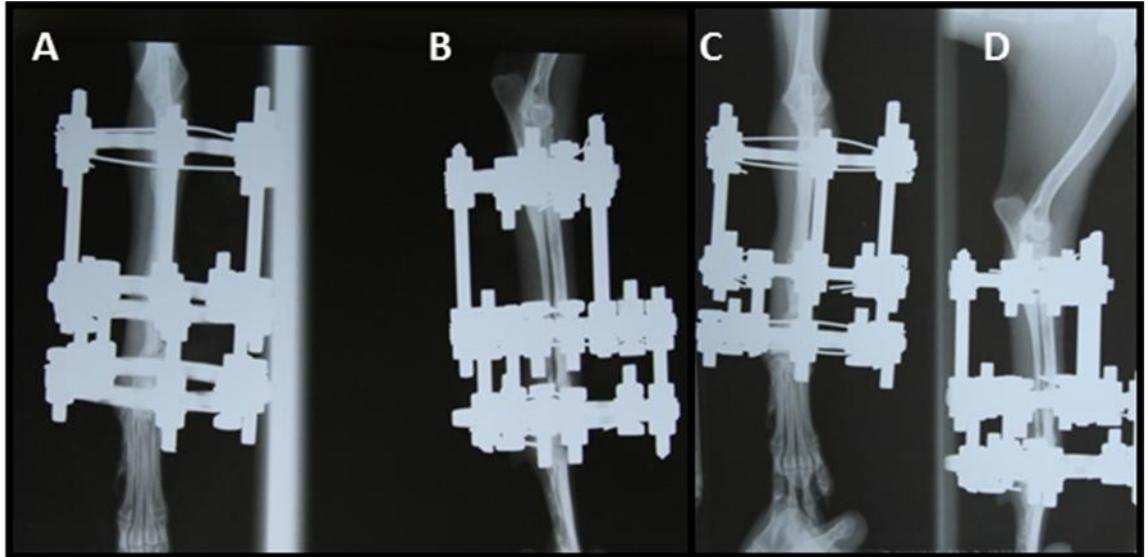


Figura 23- Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7 prévia a retirada do fixador esquelético externo circular, o aparelho sofreu dinamização 15 dias antes. **A.** Visão crânio-caudal 105 dias pós-operatório. **B.** Visão médio-lateral 105 dias pós-operatório.

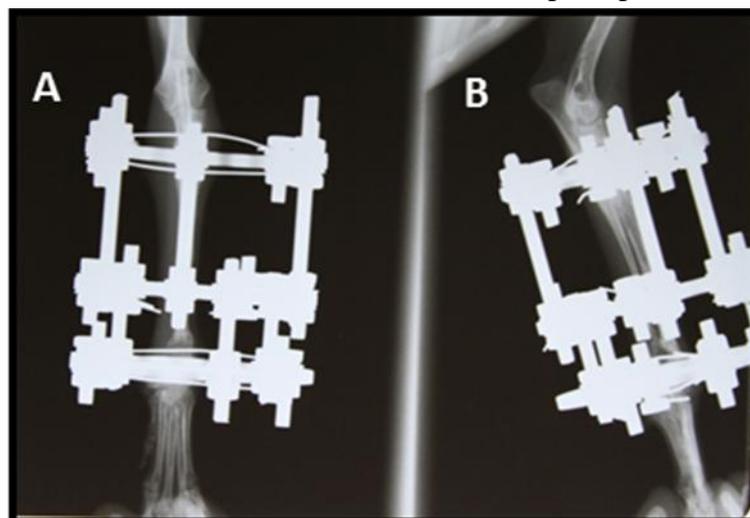


Figura 24- Avaliação radiográfica sistemática do animal número 7 prévia a retirada do fixador esquelético externo circular. **A.** Visão médio lateral após a retirada do aparelho de fixação esquelética externa circular. **B.** Visão crânio-caudal após a retirada do aparelho de fixação esquelética externa circular. **C.** Visão médio-lateral avaliação a longo prazo. **D.** Visão crânio-caudal avaliação a longo prazo.



5 DISCUSSÃO

O número de animais utilizados foi semelhante a um estudo retrospectivo de Piras *et al.* (2011), que avaliaram 20 fraturas distais de rádio e ulna, e a um estudo prospectivo de Teixeira *et al.* (2001) no qual as implicações da imobilização tarso-tibial pelo uso do fixador esquelético externo transarticular linear em quinze animais foram avaliadas. Em outro estudo retrospectivo para avaliação dos resultados e complicações pós-operatórias associadas à panartrose de carpo com o fixador esquelético externo circular, Lotsikas *et al.* (2006) utilizaram nove animais. De acordo com esses estudos, 16 animais parece ser um número adequado para gerar resultados confiáveis quando esse método de fixação é utilizado. Entretanto, acreditamos que por se tratar de um método até então não utilizado na nossa rotina, a porcentagem de falhas e complicações relatadas seria menor, caso um número maior de animais fosse utilizado, já que a curva de aprendizado estaria estabilizada.

Esperava-se uma correlação positiva entre o período de tempo decorrido desde o trauma até a cirurgia e o tempo de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular, uma vez que um maior intervalo entre o trauma e a cirurgia frequentemente leva a mais dificuldades e maior trauma cirúrgico para redução da fratura. E este maior trauma cirúrgico poderia retardar a consolidação óssea que seria representado por um maior tempo de permanência com o fixador esquelético externo circular. Aparentemente, essa correlação não foi encontrada pois o maior período de tempo decorrido desde o trauma não acarretou obrigatoriamente em uma maior dificuldade para a redução da fratura. Entretanto, quando correlacionamos o tempo cirúrgico e o tempo de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular encontramos uma correlação positiva entre essas duas variáveis, o que pode refletir a nossa preocupação a respeito do trauma cirúrgico, uma vez que o maior tempo de cirurgia implicou em maior tempo para correção da fratura, e conseqüentemente, maior trauma cirúrgico. O aumento do trauma cirúrgico como um fator deletério para consolidação óssea já foi descrito em diversos tipos de osteossíntese (Pozzi *et al.*, 2013; Horstmann *et al.*, 2004; Jones, 1994).

Ferretti em seus trabalhos iniciais (1991) relatou em sua rotina manter o aparelho de fixação esquelética externa circular por 30 a 45 dias para o tratamento de

fraturas em cães, e que apenas em casos esporádicos mantinha o aparelho por mais de 60 dias. O tempo médio de permanência com o aparelho circular no presente estudo foi de 81 ± 23 dias, divergindo de Rodeschi *et al.* (2007) que relataram 61 ± 30 dias. Entretanto, a idade média dos animais desse estudo foi de três anos e o peso médio foi 26kg, fatores que podem favorecer a consolidação óssea. Já no estudo de Piras *et al.* (2011), o tempo médio de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular foi de 71 ± 28 dias e seus animais eram de pequeno porte com peso médio de $3,2\pm 1,2$ kg, portanto, propensos a complicações, mas com idade média de 14,7 meses, o que pode ter afetado positivamente a consolidação óssea. Bilgili *et al.* (2006) relataram uma fratura de rádio e ulna e duas fraturas de tíbia tratadas com fixação esquelética externa circular e obtiveram tempos de permanência de 75, 35 e 38 dias, entretanto. os dois últimos animais eram filhotes com 12 e seis meses de idade, respectivamente, o que pode ter acelerado a consolidação óssea. O fato deste ser o primeiro trabalho com fixador esquelético externo do nosso grupo de pesquisa, pode ter retardado a retirada do fixador circular, por maior cautela na definição do momento de remoção do aparelho. Além disso, a própria idade média relativamente alta dos animais, pode ter afetado o tempo para a consolidação, entretanto, os valores são satisfatórios e de acordo com o esperado.

O peso dos animais não influenciou no tempo de permanência com o aparelho circular. Esperava-se que animais abaixo de cinco quilogramas necessitassem de maior tempo de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa circular, pois esses animais são propensos a complicações como união retardada e não-união (Piras *et al.*, 2011; Welch *et al.*, 1997). Esses fatores biológicos negativos podem ter sido contornados pelas características biomecânicas do fixador esquelético externo circular, que permite o apoio do membro com micromovimentação axial dos fragmentos ósseos mantendo a estabilidade dos mesmos, além de permitir a distribuição das cargas entre o implante e o membro favorecendo a formação do calo ósseo (Lewis *et al.*, 1998; Catagni *et al.*, 2011).

Os animais que produziram um calo ósseo esparso ou eram de pequeno porte ou idosos. Além dos fatores biológicos anteriormente comentados, o tamanho diminuto dos fragmentos ósseos, assim como a configuração oblíqua ou transversa da fratura pode dificultar a formação do calo osso (Piras *et al.*, 2011). Os demais animais apresentavam idade avançada e menor capacidade osteogênica decorrente disso (Shales, 2008).

Não há descrições quanto à proporção adequada entre ao peso do fixador circular e o do animal, mas esse é um fator importante, principalmente no caso de animais de pequeno porte, onde dez gramas representam 1% do peso de um animal de 1kg. O peso máximo do circular foi de aproximadamente 10% do peso do animal e ficou restrito a três cães com peso inferior a dois quilogramas. O menor peso relativo foi encontrado nos dois animais de maior peso. Isso é decorrente do peso dos componentes fixos do fixador (parafusos passafio e porcas), que apresentam um tamanho e quantidade constante independente do peso ou porte do animal e tamanho do anel utilizado. Um maior peso do fixador em relação ao peso do animal não apresentou relação com o tempo de permanência e, portanto, podemos inferir que não prejudicou a consolidação óssea, entretanto, não há relatos na bibliografia relacionando esses dados para o aparelho de fixação esquelética externa circular.

O encurtamento dos flexores aconteceu em um único cão e regrediu adequadamente e sem sequelas com a retirada do fixador e alongamento plástico dos dígitos seguido de imobilização externa por 30 dias. A fratura consolidou adequadamente e o animal se recuperou bem, apresentando uso funcional do membro. O encurtamento pode ter ocorrido pela colocação de um ou mais fios em uma região que levou a irritação dos flexores. Os portais para inserção dos fios de Kirschner foram similares em todos os animais, guardadas as alterações entre o rádio e a tíbia, e foram baseados nas recomendações de Bilgili *et al.* (2006) e Ferretti (1991). Entretanto, diferenças anatômicas individuais podem existir, fazendo com que erros possam ocorrer. Segundo Bilgili (2004), as complicações poderiam ser minimizadas pela realização de uma tomografia pré-operatória ou pelo uso do fluoroscópio transoperatório, que poderia identificar melhor os portais ideais para inserção dos fios durante o procedimento. A hemorragia no período pós-operatório tardio em um animal deve ter sido secundária a erosão progressiva da artéria com posterior ruptura e hemorragia, como relatado por Rodeschi *et al.* (2007).

Tratos de drenagem são uma complicação comum, mas sem importância clínica, desde que manejados corretamente. Bilgili *et al.* (2006) em um relato de três animais identificaram essa complicação em todos. Em nosso estudo esse fato atingiu 50% dos animais. Radasch *et al.* (2008) tiveram a mesma complicação em apenas dois animais de 14 cães submetidos a correção de *pes varus* com o fixador esquelético externo híbrido. Já Rodeschi *et al.* (2007), utilizando o fixador esquelético externo circular para

o tratamento de 49 fraturas de membro torácico, observaram que 35 animais apresentaram trato de drenagem associados aos pinos, e desses, doze receberam antibioticoterapia sistêmica. Jonhson *et al.* (1996) em um estudo de 24 cães com fixador esquelético externo linear tipo II relataram essa complicação em todos os animais no momento da retirada do aparelho. Essa complicação parece mais rara com o fixador circular, o que permite uma maior vida útil à configuração (Catagni, Guerreschi & Lovisetti, 2011).

A osteopenia foi um sinal presente em apenas um animal durante o tempo de permanência com o circular, mas esse animal apresentou cinomose durante o período pós-operatório chegando a uma condição de saúde crítica o que pode ter contribuído para a osteopenia. Não há descrição na literatura a respeito de osteopenia por proteção associada ao fixador esquelético externo circular e devido a forma de funcionamento do mesmo, com distribuição das cargas entre o osso e o implante e a presença de micromovimento axial associada ao movimento do animal (Lewis *et al.*, 1998) nos parece improvável que o aparelho tenha sido a causa da osteopenia. Entretanto, mais estudos com animais de raça *toy* são necessários para avaliar as repercussões do peso do aparelho em relação a densidade óssea do animal.

Osteoartrite moderada no pós-operatório foi encontrada em dois animais nos quais foi identificado à presença de implantes intra-articulares. Sua visualização precoce foi prejudicada pela presença de inúmeros implantes radiopacos na região do fragmento e pelo pequeno tamanho do fragmento ósseo. A osteoartrite não foi deletéria ao uso do membro, uma vez que todos os animais apresentaram uso funcional do membro durante todo o estudo. O uso de anéis de carbono poderia minimizar esse problema, mas para manter a rigidez oferecida pelos anéis de aço, eles precisam ser mais espessos que os mesmos, pois possuem uma elasticidade maior, e apresentam tendência a se torcer quando submetidos à tensão (Catagni *et al.*, 2011). Por isso não parecem apropriados para o presente trabalho, pois muitas fraturas eram metafisárias distais e o aumento na espessura do anel poderia ser contraprodutivo, já que iria aumentar a distância entre os fios de um mesmo anel, aumentando o risco de colocação inadvertida na articulação e a necessidade de um fragmento ósseo de maior comprimento.

Alinhamento aceitável foi atingido em 87,5% das fraturas. Dois animais apresentaram desvio valgo do antebraço, complicação descrita em fraturas de rádio em

animais de pequeno porte porque os músculos flexores digital superficial e profundo e flexor radial do carpo tendem a deslocar o fragmento distal da fratura caudolateralmente durante a cirurgia (Piras *et al.*, 2011).

Atualmente placas e parafusos são considerados o padrão ouro para o tratamento de fraturas. Esses implantes, entretanto, várias vezes precisam ser retirados, o que leva a um novo procedimento cirúrgico. A colocação desses implantes necessita de um amplo acesso cirúrgico o que pode comprometer a irrigação local, mesmo utilizando as técnicas minimamente invasivas (Pozzi *et al.*, 2011). O fixador esquelético externo circular apresenta como vantagens em relação a placas e parafusos a ausência de implantes próximo ao foco de fratura o que permite o tratamento de feridas abertas e fraturas expostas sem dificuldade. Pela possibilidade de ser aplicado de maneira fechada, podemos minimizar o trauma cirúrgico ao máximo, preservando o aporte sanguíneo aos tecidos moles e o hematoma primário da fratura juntamente com seus fatores osteoindutores e osteogênicos (Shales, 2008). Além disso, na região distal do membro há pouco espaço para a colocação de implantes e pouca cobertura muscular. Por isso, a placa pode levar a problemas estéticos no membro se mantida permanentemente. A imobilização temporária da articulação pode ser realizada quando necessária (Alievi *et al.*, 2004; Teixeira *et al.*, 1999), mas pode ter consequências como a anquilose e perda da amplitude de movimento da articulação. O funcionamento do aparelho de fixação esquelética externa circular permite a colocação de dois fios em um mesmo plano o que possibilita dois pontos de fixação em um pequeno fragmento no qual não seria possível a colocação de dois pinos nos casos de um fixador esquelético externo linear ou dois parafusos no caso de uma placa. Outro ponto positivo é que a retirada do fixador esquelético externo circular pode ser feita em ambiente ambulatorial, e não necessariamente cirúrgico como no caso de placa. Além de não ser necessário um novo acesso cirúrgico para a retirada do mesmo (Lotsikas *et al.*, 2006).

A realização de trabalhos com animais de rotina é continuamente alvo de discussão. A dificuldade em manter o controle dos animais e as revisões nas datas programadas é o principal ponto negativo e podem estar relacionadas com a baixa cooperação dos proprietários. A taxa de vinte e cinco por cento de complicações graves encontrada neste projeto é alta, mas a maior parte delas não foi decorrente do procedimento cirúrgico, em si, mas associada à falta de cuidado e cooperação dos proprietários. Infelizmente, isso muitas vezes pode comprometer os dados coletados no

trabalho, como em nosso caso onde o tempo de consolidação exato não pode ser determinado em virtude do retardo nas revisões dos pacientes. Como ponto positivo os dados produzidos no trabalho são mais realistas, uma vez que refletem o que se verifica em clínicas e hospitais veterinários. Claramente, o teste de um método de fixação em uma fratura realizada experimentalmente, não é a mesma coisa que em uma fratura decorrente de um caso clínico real. Da mesma maneira, a resposta ao tratamento em um cão de raça toy, não é a mesma que a resposta de um cão de médio ou grande porte. E esse tipo de realidade só é possível atingir em animais de rotina.

Essa modalidade de tratamento representa uma alternativa cirúrgica atraente para uma variada gama de problemas ortopédicos, devido a sua versatilidade, baixo grau de trauma cirúrgico e características biomecânicas. O fixador esquelético externo circular teve pouca representatividade nas pesquisas brasileiras nos últimos anos apesar de todas as suas características únicas.

6 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos no presente estudo é possível concluir que o fixador esquelético externo circular é uma opção viável para o tratamento de fraturas de rádio e tíbia em cães. A seleção dos animais a serem submetidos à osteossíntese com fixador esquelético externo circular deve ser baseada no temperamento do animal, na disponibilidade e no interesse dos proprietários em realizarem os cuidados pós-operatórios e as revisões periódicas, pois as complicações no período pós-operatórios são relativamente comuns.

REFERÊNCIAS

AITHAL, H.P. *et al.* Management of tibial fractures using a circular external fixator in two calves. **Veterinary Surgery**, v.39, p.621-626, 2010.

ALIEVI, M.M. *et al.* Goniometria da articulação tíbio-tarsal após a imobilização temporária pelo fixador esquelético externo em cães. **Ciência Rural**, v.34, n.002, p.425-428, 2004.

ALTUNATMAZ, K. *et al.* Treatment by the use of an Ilizarov external fixator of incongruity in the elbow joint due to premature closure of the distal radial growth plate in a German Shepherd. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.27, p.1235-1239, 2003.

ARONSOHN, M.G.; BURK, R.L. Unilateral uniplanar external skeletal fixation for isolated diaphyseal tibial fractures in skeletally immature dogs. **Veterinary Surgery**, v.38, p.654-658, 2009.

AUGER, J. *et al.* Comparison of multistage versus one-stage destabilization of a type II external fixator used to stabilize an oblique tibial osteotomy in dogs. **Veterinary Surgery**, v.31, p.10-22, 2002.

BILGILI, H. Circular external fixation system of Ilizarov: Part V. Fracture treatment by the Ilizarov technique. **Veteriner Cerrahi Dergisi**, v.10, n.1-2, p.75-89, 2004.

BILGILI, H. *et al.* Detailed preoperative planning for fracture treatment with Ilizarov method in three dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.3, p.162-171, 2006.

BOONE, E.G. *et al.* Distal tibial fractures in dogs and cats. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.188, n.1, p.36-40, 1986.

BRIANZO, S.Z.M. *et al.* Cross-sectional geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breed dogs. **Journal of Biomechanics**, v.39, p.302-311, 2006.

CATAGNI, M.A.; GUERRESCHI, F; LOVISETTI, L. Distraction osteogenesis for bone repair in the 21st century: lessons learned. **Injury**, v.42, p.580-586, 2011.

CARLSON, K.R. *et al.* Nonlinear stiffness of external fixators constructed with composite rods. **Veterinary Surgery**, v.35, p.700-704, 2006.

CLARKE S.P.; CARMICHAEL, S. Treatment of distal diaphyseal fractures using hybrid external skeletal fixation in three dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v.47, p.98-103, 2006.

COLLINS K.E. *et al.*, Use of a circular external skeletal fixator for stifle arthrodesis in a dog. **Journal of Small Animal Practice**, v.41, p.312-315, 2000.

DURALL, I. Effects of static fixation and dynamization after interlocking femoral nailing locked with an external fixator: an experimental study in dogs. **Veterinary Surgery**, v.33, p.323-332, 2004.

FERRETTI, A. The application of the Ilizarov technique to the veterinarian medicine. In: MAIOCCHI A.B. & ARONSON, J. **Operative Principles of Ilizarov**. Milão: Williams & Wilkins, 1991, Appendix p.551-570. p.

FOSSUM, T.W. Preparação do paciente para cirurgia. In: FOSSUM, T.W. **Cirurgia de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2002, cap. 6, p.26-30.

GASSER, B. *et al.* Stiffness characteristics of the circular Ilizarov device as opposed to conventional external fixators. **Journal of Biomechanical Engineering**. v.112, p.15-21, 1990.

GODOY, R.F. *et al.* Treatment of a periarticular tibial fracture in a foal with a hybrid external fixator. **Veterinary Surgery**, v.38, p.650-653, 2009.

GRALA, P.; ZIELINSKI, W. Hybrid external fixation for neglected fractures of the distal radius: results after one year. **Journal of Orthopedic and Traumatology**, Polonia, v.9, p.195-200, 2008.

HALLING, K.B. *et al.* Biomechanical comparison of a circular external skeletal fixator construct to pin and tension band wire fixation for the stabilization of olecranon osteotomies in dogs: a cadaveric study. **Veterinary Surgery**, v.32, p.324-335, 2003.

HALLING, K.B. *et al.* Use of circular external skeletal fixator constructs to stabilize tarsometatarsal arthrodeses in three dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.4, p.204-209, 2004.

ISRAELITE, C.L.; BLYAKHER, A.A. Tibial pilon fractures: The Ilizarov method. **Operative Techniques in Orthopaedics**, v.6, n.4, p.208-212, 1996.

JAEGER, G.H.; MARCELLIN, D.J.; FERRETTI, A. Morphology and correction of distal tibial valgus deformities. **Journal of Small Animal Practice**, v.48, p.678-682, 2007.

JOHNSON, A.L. *et al.* Closed reduction and type-II external fixation of comminuted fractures of the radius and tibia in dogs: 23 cases (1990-1994). **Journal of American Veterinary Medical Association**. v.209, n.8, p.1445-1448, 1996.

JOHNSON, A.L.; SCHAEFFER, D.J. Evolution of the treatment of canine radial and tibial fractures with external fixators. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.3, p.256-261, 2008.

LAVERTY, P.H. *et al.* Simple and multiple fractures of the radius treated with an external fixator. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.15, p.97-103, 2002.

LEUNG, F. *et al.* The use of Ilizarov external fixation in the treatment of distal tibial fractures. **International Journal of the Care of the Injured**, v.35, n.3, p.278-283, 2004.

LEWIS, D.D. *et al.* Biomechanics of circular external skeletal fixation. **Veterinary Surgery**, v.27, p.454-464, 1998.

LOTSIKAS, P.J.; RADASCH, R.M. A clinical evaluation of pancarpal arthrodesis in nine dogs using circular external skeletal fixation. **Veterinary Surgery**, v.35, p.480-485, 2006.

MAIOCCHI A.B., ARONSON, J. **Operative Principles of Ilizarov**. Milão: Williams & Wilkins, 1991, 579 p.

MARCELLIN-LITTLE, D.J. *et al.* Hinged Ilizarov external fixation for correction of antebrachial deformities. **Veterinary Surgery**, v.27, p.231-245, 1998.

MCKEE, W.M.; REYNOLDS, J. Ulnocarpal arthrodesis and limb lengthening for the management of radial agenesis in a dog. **Journal of Small Animal Practice**, v.48, p.591-595, 2007.

MUIR, P. Distal antebrachial fractures in toy-breed dogs. **Compendium Continuing Education Practicing Veterinary**. v.19, p.137-145, 1997.

OWEN, M.A. Use of the Ilizarov method to manage a septic tibial fracture nonunion with a large cortical defect. **Journal of Small Animal Practice**, v.41, p.124-127, 2000.

ÖZTÜRKMEN, Y. *et al.* Acute treatment of segmental tibial fractures with the Ilizarov method. **International Journal of the Care of the Injured**, v.40, p.321-326, 2009.

PETAZZONI, M. *et al.* Correction of rotational deformity of the pes with external skeletal fixation in four dogs. **Veterinary Surgery**, v.38, p.506-514, 2009.

PIRAS, L. *et al.* Treatment of fractures of the distal radius and ulna in toy breed dogs with circular external skeletal fixation: a retrospective study. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.3, p.228-235, 2011.

POZZI, A. *et al.* Retrospective comparison of minimal invasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation of radius-ulna fractures in dogs. **Veterinary Surgery**, v.42, p.19-27, 2013.

RADASCH, R.M. *et al.* Pes varus correction in Dachshunds using a hybrid external fixator. **Veterinary Surgery**, v.37, p.71-81, 2008.

RAHAL, S.C. *et al.* Acute shortening and subsequent lengthening of the radius and ulna for the treatment of an infected nonunion in a dog. **The Canadian Veterinary Journal**, v.42, p.724-726, 2001.

RAHAL, S.C. *et al.* Avaliação histológica da regeneração óssea do rádio e ulna em cães submetidos ao alongamento com o fixador de Ilizarov. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.38, n.3, p.122-126, 2001.

RISSELADA, M. *et al.* Ultrasonographic and radiographic assessment of uncomplicated secondary fracture healing of long bones in dogs and cats. **Veterinary Surgery**, v.34, p.99-107, 2005.

ROVESTI, G.L.; BOSIO, A.; MARCELLIN, D. J. Management of 49 antebrachial and crural fractures in dogs using circular external fixators. **Journal of Small Animal Practice**, v.48, p.194-200, abril. 2007.

RYAN, S. *et al.* Comparison of alternate and simultaneous tensioning of wires in a single-ring fixator construct. **Veterinary Surgery**, v.38, p.96-103, 2009.

SHALES, C. Fracture management in small animal practice. **In Practice**, v.30, p.314-320, 2008.

SINGH G. *et al.* In Vitro Biomechanical Properties of Linear, Circular, and Hybrid External Skeletal Fixation Devices for Use in Large Ruminants. **Veterinary Surgery**, v.36, p.80-87, 2007.

TEXEIRA, M.W. *et al.* Osteossíntese distal de tíbia por transfixação tíbio-tarsal em pequenos animais. **Acta Cirurgica Brasileira**, v.14, n.4, p.183-188, 1999.

TING, D. *et al.* Bone transport osteogenesis for treatment of canine osteomyelitis. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.2, p.134-140, 2010.

VASILADIS, E.S. *et al.* Advantages of the Ilizarov external fixation in the management of intra-articular fractures of the distal tíbia. **Journal of Orthopedic Surgery and Research**, v.4, n.35, p.1-7, 2009.

WELCH, J.A. *et al.* The intraosseous blood supply of the canine radius: implications for healing of distal fractures in small dogs. **Veterinary Surgery**, v.26, p.57-61, 1997.

WOSAR, M.A. *et al.* Influence of bolt tightening torque, wire size, and component reuse on wire fixation in circular external fixation. **Veterinary Surgery**, v.31, p.571-576, 2006.

YARDIMCI, C. *et al.* Treatment of unilateral congenital flexural and torsional limb deformities with circular external skeletal fixation system in two calves. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v.2, p.151-156, 2011.

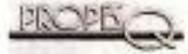
ANEXO 1 – Carta de Autorização CEUA



U F R G S
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comissão De Ética No Uso De Animais



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 22646

Título: Utilização do fixador esquelético circular para o tratamento de fraturas metafisárias distais em cães

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

MARCELO MELLER ALIEVI - coordenador desde 01/04/2012
 PAULA CRISTINA SIECZKOWSKI GONZALEZ - pesquisador desde 01/04/2012
 EGLETE MARIA PACHECO RODRIGUES - Colaborador desde 01/04/2012
 Simone Scherer - Colaborador desde 01/04/2012
 LUCIANA ZANG - Aluno de Graduação desde 01/04/2012
 LETICIA GUTIERREZ DE GUTIERREZ - Aluno de Graduação desde 01/04/2012
 MARIANA ZACOUTEGUY BOOS - Aluno de Graduação desde 01/04/2012
 PEDRO HENRIQUE REINHARDT DA ROSA - Aluno de Graduação desde 01/04/2012
 Aline Schafrum Macedo - Colaborador desde 01/04/2012
 Kauê Danilo Helena Lemos dos Reis - Colaborador desde 01/04/2012
 Lenise Nascimento Flôres - Colaborador desde 01/04/2012

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 20 cães, de acordo com as Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008 que disciplina a criação e utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa.

Porto Alegre, Quarta-Feira, 4 de Julho de 2012

FLAVIO ANTONIO PACHECO DE ARAUJO
Coordenador da comissão de ética