

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

**UTILIZAÇÃO DE PLACA BLOQUEADA NA FACE CRANIAL DO FÊMUR DE
GATOS-DOMÉSTICOS: ESTUDO ANATÔMICO E BIOMECÂNICO**

ROBERTO BAGATINI DE MORAES

PORTO ALEGRE

2021

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

Utilização de placa bloqueada na face cranial do fêmur de gatos-domésticos: estudo anatômico e biomecânico

Autor: Roberto Bagatini de Moraes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Cirurgia Veterinária.

Orientador: Marcelo Meller Alievi

Porto Alegre

2021

Roberto Bagatini de Moraes

Utilização de placa bloqueada na face cranial do fêmur de gatos-domésticos: estudo anatômico e biomecânico

Aprovada em

APROVADO POR:

Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi
Orientador e Presidente da Comissão

Prof. Dra. Ana Cristina Pacheco de Araújo
Membro da Comissão

Prof. Dr. Bernardo Schmitt
Membro da Comissão

Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira
Membro da Comissão

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CIP - Catalogação na Publicação

Moraes, Roberto Bagatini
Utilização de placa bloqueada na face cranial
do fêmur de gatos-domésticos: estudo anatômico e
biomecânico / Roberto Bagatini Moraes. -- 2021.
34 f.
Orientador: Marcelo Meller Alievi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto
Alegre, BR-RS, 2021.

1. Felinos domésticos. 2. Fêmur. 3. Placa
bloqueada. I. Alievi, Marcelo Meller, orient. II.
Título.

Utilização de placa bloqueada na face cranial do fêmur de gatos-domésticos: estudo anatômico e biomecânico

Autor: Roberto Bagatini de Moraes

Orientador: Marcelo Meller Alievi

RESUMO

Atualmente a população de gatos no país é estimada em 24,7 milhões de indivíduos. Em felinos, grande parte das fraturas envolvem os ossos longos, sendo o fêmur o mais frequentemente afetado com 30% dos casos. O cirurgião deve optar por método de estabilização que mantenha o comprimento e o alinhamento ósseo, previna a rotação, compressão axial e encurvamento, e se adapte ao paciente. O formato retilíneo da diáfise femoral em gatos torna-a especialmente adequada para osteossíntese com placas e parafusos. Algumas apresentações de fraturas não permitem a aplicação de placa na superfície lateral do fêmur de gatos e acredita-se que a aplicação da mesma na superfície cranial possa ser adequada para a estabilização. O presente estudo avaliou sob o ponto de vista anatômico e biomecânico, a utilização de placa bloqueada na face cranial do fêmur de gatos domésticos comparando com a aplicação na face lateral. Para este estudo foram utilizados 6 cadáveres de felinos domésticos e, destes, coletados os fêmures para testes pareados. Foram mensurados diâmetros ósseos proximal, médio e distal em três pontos pré-determinados no eixo anatômico com auxílio de paquímetro digital e a partir de imagens radiográficas com software de planejamento cirúrgico ortopédico (vPOP). Foi realizada ostectomia em diáfise femoral simulando fratura cominutiva e esta foi estabilizada por placas LCP em face lateral ou cranial de forma randomizada nos pares. Esses pares de fêmures foram submetidos a ensaios mecânicos de compressão. As mensurações do diâmetro ósseo evidenciaram que o plano cranial apresentou maior diâmetro em relação ao lateral. Os resultados dos ensaios mecânicos evidenciaram que as placas bloqueadas aplicadas na superfície cranial dos fêmures conferiram maior rigidez aos corpos de prova. Os resultados obtidos sugerem que a aplicação da placa na superfície cranial demonstra ser alternativa viável para osteossíntese de fraturas diafisárias cominutivas de fêmur em felinos domésticos. Mais estudos são necessários para avaliar o uso dessa técnica em avaliações biomecânicas que não mensuradas.

Palavras-chave: Felinos domésticos, Fêmur, Placa bloqueada.

Locking plate on the cranial face of the femur of domestic cats: anatomical and biomechanical study

Author: Roberto Bagatini de Moraes

Advisor: Marcelo Meller Alievi

ABSTRACT

Currently, the population of cats in the country is estimated at 24.7 million individuals. In cats, most fractures involve the long bones, the femur being the most frequently affected in 30% of cases. The surgeon should choose a stabilization method that maintains bone length and alignment, prevents rotation, axial compression and bending, and adapts to the patient. The straight shape of the femoral shaft in cats makes it especially suitable for osteosynthesis with plates and screws. Some fracture presentations do not allow the application of a plate to the lateral surface of the femur in cats and it is believed that application of the plate to the cranial surface may be adequate for stabilization. The present study evaluated, from an anatomical and biomechanical point of view, the use of a locked plate on the cranial face of the femur of domestic cats, compared to the application on the lateral face. For this study, 6 cadavers of domestic felines were used and, from these, the femurs were collected for paired tests. Proximal, medium and distal bone diameters were measured at three predetermined points on the anatomical axis with the aid of a digital pachymeter and from radiographic images with orthopedic surgical planning software (vPOP). Osteotomy was performed in the femoral diaphysis, simulating a comminuted fracture, and this was stabilized by LCP plates on the lateral or cranial face, in a randomized way in pairs. These pairs of femurs were subjected to mechanical compression tests. Bone diameter measurements showed that the cranial plane had a greater diameter in relation to the lateral one. The results of the mechanical tests showed that the locked plates applied to the cranial surface of the femurs provided greater rigidity to the specimens. The results obtained suggest that the application of the plate on the cranial surface proves to be a viable alternative for osteosynthesis of comminuted femoral diaphyseal fractures in domestic cats. More studies are needed to evaluate the use of this technique in non-measured biomechanical assessments.

Keywords: Domestic Cats, Femur, Blocked Plate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência de mensuração do diâmetro ósseo externo de fêmures felinos. A- Imagens indicam a mensuração inicial do comprimento ósseo, nos planos craniocaudal e mediolateral do fêmur esquerdo de um mesmo animal. B- Imagens evidenciam um fêmur esquerdo, nas projeções craniocaudal e mediolateral, com a indicação dos pontos para obtenção do diâmetro externo. C- Imagens evidenciam as medidas de diâmetro externo obtidas no membro esquerdo, nas projeções craniocaudal e mediolateral, nos pontos que representam 25, 50 e 75% do comprimento ósseo inicial..... 20

Figura 2 - Sequência da confecção dos corpos de prova. A- Extremidade distal do fêmur com pinos expostos, inserida no interior de tubo metálico quadrado sem presença de resina acrílica. B- Fêmur mantido imóvel em posição vertical com auxílio de suporte confeccionado para tal função. C- Resina acrílica sendo colocada lentamente no interior do tubo quadrado até completa submersão dos côndilos femorais, pinos cruzados e tróclea. D- Corpo de prova concluído com placa em face cranial, aguardando ensaio biomecânico..... 22

Figura 1 - Imagens dos fêmures esquerdo e direito, de um mesmo indivíduo, sendo submetidos ao ensaio mecânico de compressão em máquina universal de ensaios. A- Corpo de prova com a placa metálica aplicada na face cranial do fêmur. B- Corpo de prova com a placa aplicada na face lateral do osso..... 23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Diâmetro ósseo no plano cranial e lateral, em mm, de fêmures felinos (direitos e esquerdos) mensurados na região proximal, média e distal com paquímetro. Valores expressos em mediana e interquartis.....24
- Tabela 2** - Diâmetro ósseo no plano cranial e lateral, em mm, de fêmures felinos (direitos e esquerdos) mensurados na região proximal, média e distal com software vPOP. Valores expressos em mediana e interquartis.....25
- Tabela 3** - Correlação entre as mensurações com paquímetro e software do diâmetro ósseo no plano cranial e lateral de fêmures felinos (direitos e esquerdos).....25
- Tabela 4** - Variação percentual entre as mensurações radiográficas no aspecto cranial e lateral nas porções proximal, média e distal de fêmures felinos.....26
- Tabela 5** - Comparação da rigidez (N/mm), de fêmures felinos com aplicação de placa metálica bloqueada na superfície cranial e lateral.....26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVO GERAL	12
2.1	Objetivos específicos.....	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	Biologia das fraturas.....	13
3.2	Fraturas de fêmur.....	15
3.3	Método de osteossíntese.....	15
3.4	Placas e parafusos.....	16
3.4.1	Placas sem bloqueio.....	17
3.4.2	Placas com bloqueio.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1	Peças anatômicas.....	19
4.2	Mensurações ósseas.....	19
4.3	Aplicação dos implantes e preparo dos corpos de prova.....	21
4.4	Ensaio mecânico de compressão.....	22
5	RESULTADOS.....	24
6	DISCUSSÃO	27
7	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS	30
	ANEXO.....	33

1 INTRODUÇÃO

A população de animais de companhia tem aumentado nos últimos anos no Brasil. Dados da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET) indicaram que o crescimento acumulado da população de cães e gatos entre 2018 e 2019 foi de 1,7% e 3,0%, respectivamente. A população de gatos no país é atualmente estimada em 24,7 milhões (ABINPET, 2020).

Em 2002, Harari afirmou que os médicos veterinários especialistas em ortopedia devem se deparar com crescente demanda pelo tratamento de fraturas envolvendo o úmero, rádio/ulna, fêmur e tibia/fíbula de gatos. Embora a ortopedia felina envolva princípios semelhantes aos usados no tratamento de fraturas em cães, os gatos apresentam diferenças em relação ao comportamento e ao manejo da fratura que devem ser consideradas (HARARI, 2002).

Fraturas de ossos longos são frequentes na rotina clínica cirúrgica de pequenos animais e podem ocorrer devido às lesões de alto impacto, como quedas de locais altos, acidentes automobilísticos e feridas por armas de fogo (HULSE; HYMAN, 2007; PIERMATTEI et al., 2009; JOHNSON, 2015).

As avaliações pré-operatórias dos pacientes com fratura são baseadas no tipo de lesão, sinalização e estado de saúde do paciente. Radiografias preliminares dos membros afetados são essenciais para orientar o clínico (e o proprietário) na determinação das opções de tratamento. Cirurgiões experientes também têm opções alternativas quando são encontrados achados intraoperatórios incomuns ou inesperados. As radiografias pós-operatórias são recomendadas para avaliação dos reparos ortopédicos e para documentar a colocação de implantes (HARARI, 2002).

Fraturas em ossos longos podem ser tratadas com sucesso por diversos métodos de osteossíntese, que incluem placas e parafusos, pinos com fios de aço, fixadores esqueléticos externos e hastes bloqueadas. Fatores mecânicos e biológicos devem ser considerados quando se seleciona o método para o reparo de fraturas (REEMS et al., 2003; PIERMATTEI et al., 2009).

O número crescente de implantes cirúrgicos ortopédicos disponíveis e as diversas variações na configuração dos sistemas fornecem alternativas para a fixação de uma mesma fratura (ROUSH, 2005). O cirurgião deve optar por método que mantenha o comprimento e o alinhamento ósseo, previna a rotação e se adapte ao paciente (DENNY; BUTTERWORTH, 2006).

O objetivo do reparo da fratura é restaurar a função normal do paciente o mais rápido possível. Esta pode ser obtida por vários meios e a fixação com placa e parafusos não é apenas técnica popular, mas também com alta taxa de sucesso (CONZERNIUS; SWAINSON, 1999). É método versátil de estabilização e particularmente útil quando se deseja promover conforto pós-operatório e uso precoce do membro (JOHNSON, 2015).

O formato retilíneo da diáfise femoral em gatos torna-a especialmente adequada para osteossíntese com placas e outros procedimentos de fixação interna (VOSS et al., 2009). A placa geralmente é aplicada na face lateral do fêmur, moldada para se encaixar a essa superfície, fornecendo fixação interna rígida ininterrupta servindo como uma banda de tensão (HARARI, 2002; PIERMATTEI et al., 2009).

Por experiência clínica, sabe-se que algumas fraturas não permitem a aplicação de placa na superfície lateral do fêmur de gatos e acredita-se que a aplicação da mesma na superfície cranial possa ser adequada para a estabilização. Sendo assim, pretende-se neste projeto avaliar, sob o ponto de vista anatômico e biomecânico, a utilização de uma placa metálica bloqueada na face cranial do fêmur de gatos-domésticos comparando com a aplicação na face lateral.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade anatômica da aplicação de uma placa metálica bloqueada em fêmures, na face cranial e lateral, de gatos (ex vivo).

2.1 Objetivos específicos

- Comparar mecanicamente a colocação de placa bloqueada nas faces cranial e lateral do fêmur;
- Comparar as mensurações das faces cranial e lateral com a utilização do paquímetro digital e o software vPOP;
- Comparar a estabilização de uma fratura cominutiva (mimetizada) com o uso de placas metálicas bloqueadas através de ensaio mecânico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ossos fazem parte do sistema locomotor, e apresentam não apenas funções de sustentação e movimento do corpo, mas também de proteção de órgãos internos e de reservatório para a homeostase mineral (HULSE; HYMAN, 2007; JOHNSON, 2015).

Os ossos longos estão sujeitos às forças fisiológicas e não fisiológicas que lhes são transmitidas direta ou indiretamente. Estas, quando excessivas, podem causar uma fratura (HULSE; HYMAN, 2007).

Os ossos são submetidos a um complexo ambiente mecânico *in vivo*. As condições de carga fisiológica são tipicamente o resultado cumulativo de múltiplas cargas simples que podem surgir da contração muscular e/ou sustentação de peso. Mesmo condições de carregamento simples podem resultar em distribuições de tensões complexas (MORENO et al., 2018). Uma combinação dessas forças frequentemente existe e causa padrões complexos caracterizados por cominuições e fissuras. Além disso, tensões ósseas internas podem induzir mais colapso e deslocamento de fraturas cominutivas, oblíquas ou transversais (HARARI, 2002).

O fêmur é o mais longo dentre os ossos longos do membro pélvico de gatos. Sua extremidade proximal se curva medialmente, de modo que a superfície articular proximal, a cabeça do fêmur, está alinhada ao eixo longo da diáfise. O trocânter maior localiza-se lateral à cabeça. Uma saliência óssea entre o trocânter e o colo femoral ajuda a delimitar a fossa trocântérica. A face caudal da diáfise é achatada, mas as demais se combinam em uma superfície regular contínua. A extremidade distal se articula com a tíbia e a patela por dois côndilos direcionados caudodistalmente e separados por uma profunda fossa intercondilar (DYCE et al., 2010).

3.1 Biologia das fraturas

As fraturas podem ser definidas como solução de continuidade que pode comprometer o córtex ósseo e o canal medular, e desequilibrar a integridade óssea, podendo ser aberta ou fechada, completa ou incompleta, por avulsão, por impactação e, ainda, patológicas (LEITE, 2005). Ocorrem quando a força aplicada sobre determina região supera a capacidade de resistência, principalmente devido a condições traumáticas resultantes de acidentes automobilísticos, porém podem ocorrer também devido a projéteis balísticos, brigas e quedas (KUMAR et al., 2007; JOHNSON, 2015). Além destas, doenças subjacentes como neoplasias

e osteopenias são também relatadas como predisponentes (KUMAR et al., 2007). Consequentemente, há perda completa ou incompleta da continuidade do osso ou da cartilagem, sendo que essas frequentemente são acompanhadas por diferentes graus de lesão nos tecidos moles adjacentes, com provável interferência (ou dano) na irrigação sanguínea e perda na função locomotora (PIERMATTEI et al., 2009).

De modo a uniformizar a apresentação das fraturas, estas podem ser classificadas segundo: o fator causal, a comunicação ou não com o ambiente externo, a extensão da lesão óssea, o número de fragmentos, a posição e direção das linhas de fratura, a localização no osso, as forças exercidas sobre a fratura e a estabilidade (HENRY, 2007; SHALES, 2008).

Quando o osso é submetido a força de baixa velocidade, a energia sobre ele aplicada dissipa-se gradualmente sob a forma de pequenas fissuras. No momento em que o osso fratura, os tecidos envolvidos sofrerão apenas ligeiro trauma e a estrutura óssea apresentará uma fratura simples. Por outro lado, se a força for de alta velocidade, a energia liberada da fragmentação do osso induzirá fraturas complexas cominutivas e extensas lesões nos tecidos moles envolventes (JOHNSON, 2015).

Existem cinco tipos básicos de força: compressão, flexão, cisalhamento, tensão e torção, que afetam o osso de maneira diferente, e promovem padrão de fratura característico. Ainda assim, a maioria das fraturas surge como resultado da combinação dos diferentes tipos de forças. O conhecimento de qual foi a força predominante causadora da fratura, permitirá ao cirurgião decidir com maior segurança que método de osteossíntese será mais eficiente (RADASCH, 1999).

Em felinos, grande parte das fraturas envolvem os ossos longos, sendo o fêmur o mais frequentemente afetado (VOSS et al., 2009). Forças suprafisiológicas (compressão, tensão, flexão e torção) aplicadas individualmente aos ossos longos produzem padrões de fratura distintos (RADASCH, 1999; HARARI, 2002). Forças excessivas de compressão geram normalmente fraturas de aspecto oblíquo, enquanto forças excessivas de tensão, flexão e torção geram, respectivamente, fraturas de aspecto transverso, em borboleta e espirais (MORENO et al., 2018).

3.2 Fraturas de fêmur

A incidência de fraturas de fêmur em pequenos animais é de aproximadamente 20 a 25% das fraturas do esqueleto. Além disso, as fraturas de fêmur representam 45% de todas as fraturas de ossos longos (PIERMATTEI et al., 2009).

Em gatos domésticos, o fêmur é o osso que mais sofre trauma, representando 30% de todas as fraturas, as quais podem ser classificadas segundo a localização em proximais, diafisárias e distais, sendo a porção distal a mais acometida (VOSS et al., 2009).

Radiografias craniocaudal e lateral do fêmur são necessárias para avaliar a extensão da lesão de osso e de tecidos moles. A maioria desses animais está com dor e precisam de sedação para posicionamento adequado e obtenção de radiografias de qualidade (JOHNSON, 2015).

3.3 Método de osteossíntese

Para conseguir a correção da fratura, o cirurgião ortopédico tem de basear a escolha terapêutica conciliando todos os fatores que influenciam direta e indiretamente a osteossíntese, ou seja, parâmetros mecânicos, biológicos e clínicos. Se por um lado os esforços na reconstrução anatômica podem colocar em risco a vascularização dos fragmentos e prejudicar a consolidação, por outro, as técnicas cirúrgicas que se concentrem exclusivamente na preservação dos tecidos moles serão conduzidas ao insucesso se não assegurarem estabilização mecânica eficaz (JOHNSON, 2015). Por convenção, o cirurgião não deve comprometer biologicamente a fratura, exceção feita para as fraturas articulares que requerem reconstrução anatômica dos fragmentos para obtenção de superfícies articulares funcionais (GEMMILL, 2007; SHALES, 2008).

Apesar da estabilização interna rígida e a reconstrução anatômica continuarem a ser regra de ouro no que diz respeito a fraturas articulares e periarticulares, o mesmo não acontece nas fraturas diafisárias. Nestas, o mais importante é assegurar o alinhamento axial no plano frontal e sagital, impedir deformações rotacionais e aumentos ou diminuições importantes do comprimento original do osso (MICLAU; MARTIN, 1997).

As fraturas do fêmur devem ser estabilizadas cirurgicamente, com a exceção de fraturas em galho verde em gatos muito jovens, que podem consolidar com o repouso em gaiola. A natureza plana e reta da diáfise femoral felina a torna especialmente adequada para a osteossíntese por estabilização com placas de fixação e pinos intramedulares. A fixação esquelética externa das fraturas do fêmur também é bem tolerada em gatos (VOSS et al.,

2009). As placas bloqueadas são tipo de fixação rígida que funciona como fixador esquelético externo, apesar de estarem posicionadas internamente (HUDSON et al., 2009).

A redução aberta e fixação interna são indicadas em praticamente todas as fraturas femorais. Devido à carga excêntrica exercida sobre o fêmur durante a sustentação do peso, é nesse osso que o cirurgião deve estar mais consciente das forças de tensão e compressão e seus efeitos nos implantes. Defeitos na porção cortical medial (compressão/apoio) implicam em grandes forças no implante; assim sendo, as fraturas femorais representam o teste mais rigoroso para um aparelho de fixação interna (PIERMATTEI et al., 2009).

Na reconstrução anatômica há o compartilhamento de cargas entre osso e os implantes metálicos e menor probabilidade de falha por fadiga. A formação de calo é diminuída ou ausente, e a consolidação óssea mais demorada (HULSE et al., 1997; PALMER, 1999).

Em fraturas diafisárias, não é grave deixar os seus fragmentos com maior distância entre si, assim como permitir ligeira perda de estabilidade, em favor de proporcionar ao foco de fratura uma resposta biológica ótima (PALMER, 1999).

A seleção de um implante ou estabilização externa é, portanto, baseada na capacidade do método escolhido de neutralizar com eficácia as forças que atuam no local da fratura e, assim, promover a união óssea (HARARI, 2002).

Independentemente do método selecionado, existem quatro premissas aconselhadas pela AO/ASIF (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation*) que devem ser seguidas na terapêutica das fraturas: redução e fixação que permitam recuperar as relações anatômicas; estabilização adequada à situação clínica e aos fatores biomecânicos inerentes; utilização de técnicas cirúrgicas a-traumáticas que preservem o suprimento sanguíneo dos fragmentos ósseos e dos tecidos moles, além de mobilização articular e muscular precoce durante o período de consolidação, sem vestígios de dor associada (SHALES, 2008; PIERMATTEI et al., 2009; JOHNSON, 2015).

3.4 Placas e parafusos

Os objetivos da fixação de fraturas com placas e parafusos incluem fixação esquelética rígida e estável, restauração do alinhamento anatômico e retorno ao uso funcional do membro de forma mais precoce possível, mantendo tensão interfragmentária que seja compatível com a consolidação da fratura (CONZERNIUS; SWAINSON, 1999; WITSBERGER et al., 2010). O resultado bem-sucedido do tratamento depende de avaliação pré-operatória abrangente,

conhecimento da anatomia cirúrgica e compreensão detalhada das propriedades biomecânicas dos métodos de fixação (HARARI, 2002; HULSE; HYMAN, 2007).

Estudos demonstraram que quanto menor o contato e atrito periosteal da placa, menor o comprometimento vascular da cortical óssea apresentando melhor consolidação (HUDSON et al., 2009).

As placas são adaptáveis a praticamente todos os tipos de fraturas da diáfise e tem a vantagem distinta de fornecer fixação interna rígida ininterrupta. No fêmur, a placa geralmente é aplicada na superfície lateral e moldada para se encaixar a essa superfície. Em geral, o padrão de curvatura a ser moldado é obtido a partir de radiografia craniocaudal do fêmur oposto para aplicação de apoio, ou no momento de aplicação para fraturas redutíveis (PIERMATTEI et al., 2009).

A placa quando colocada na face lateral do fêmur, serve como uma faixa de tensão, evitando a separação induzida por tensões de tração (HARARI, 2002). A compressão normalmente presente na face medial do osso aproximam os segmentos medialmente, eliminando a lacuna da fratura. Desta forma, para que a placa lateral funcione de maneira adequada, a face medial não pode ser desprovida de osso, que serve como um reforço na resistência ao momento de flexão compressivo (MORENO et al., 2018).

3.4.1 Placas sem bloqueio

As placas de compressão (DCP e LC-DCP) e neutralização, geralmente chamadas de sem bloqueio, são fixadas ao osso usando parafusos de forma que, à medida que o parafuso é apertado, a placa é comprimida sobre a superfície do osso. Como regra geral, se forem colocados três parafusos bicorticais nos fragmentos proximal e distal (6 corticais), a fixação é considerada segura. Para que a fixação da placa permaneça rígida durante a consolidação, os parafusos devem permanecer firmes. É importante que a placa esteja em contato direto com o osso, o que requer elevação completa do periósteo. O aperto inicial do parafuso depende da qualidade do osso no qual ele é colocado e, portanto, ossos com córtex delgado, ou pacientes com qualidade óssea ruim (osteoporose), têm maior chance de afrouxamento do parafuso e falha de fixação. Essas placas também precisam de contorno preciso antes da aplicação, porque o alinhamento final dos fragmentos será determinado pela forma da placa (ROE, 2020).

3.4.2 Placas com bloqueio

As placas de compressão bloqueada (LCP) usam um método diferente de fixação ao osso. Embora o corpo do parafuso ainda seja colocado no osso, a cabeça se trava na placa e a segura rigidamente na posição, em vez de puxá-la até o osso. Como a maioria dos sistemas com bloqueio são por rosca, o parafuso deve ser alinhado perpendicularmente à placa, de modo que o cirurgião deve considerar cuidadosamente a direção de todos os parafusos ao decidir a forma e a posição da placa (ROE, 2020).

Parafusos tradicionais (compressão/neutralização) comprimem a placa ao osso, nas placas bloqueadas não existe esta força e o encaixe da cabeça do parafuso à placa resulta em menores danos ao suporte vascular periosteal. Estas conferem estabilidade rígida ao foco de fratura e minimizam a possibilidade de perda prematura da interface parafuso e osso, diminuindo a possibilidade de instabilidade precoce e soltura do implante (FERRIGNO et al., 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Veterinária e pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob número 40200.

4.1 Peças anatômicas

Nove cadáveres de felinos domésticos, com peso entre 0,8 kg e 4,8 kg, que foram a óbito ou foram eutanasiados por causas não relacionadas a afecções em membros pélvicos, foram obtidos em Hospitais Veterinários e Clínicas Veterinárias particulares mediante doação (termo em anexo).

Os cadáveres foram pesados e medidos (altura da cernelha) e, após, tiveram os seus fêmures retirados cuidadosamente por dois cirurgiões experientes utilizando bisturi, pinça anatômica e tesoura Metzenbaum, removendo inserções musculares, capsulas articulares e ligamentos. Após a coleta, estes foram radiografados no setor de Diagnóstico por Imagem do HCV/UFRGS com equipamento de raios-x Siemens Multix B – 500 mA (Siemens, Joinville/SC) e revelados em processadora digital Agfa CR-30X (Agfa Healthcare, Mortsels/Bélgica) com o objetivo de identificar quaisquer alterações ósseas, como fraturas, deformidades, neoplasias e osteopenias, que gerariam a exclusão do trabalho.

Dos nove animais selecionados, dois foram descartados do estudo por apresentarem fissuras (falha óssea) na introdução dos parafusos durante a confecção dos corpos de prova e um por não possuir maturidade óssea. Dos seis restantes foram extraídos 12 fêmures, que foram separados por pares de cada indivíduo e identificados por número e lado (esquerdo ou direito). Estes foram individualmente envoltos em compressas de algodão umedecidas com solução de NaCl 0,9%, embalados individualmente em sacos plásticos transparentes e congelados à -20°C em freezer doméstico até a realização dos procedimentos cirúrgicos e teste biomecânico.

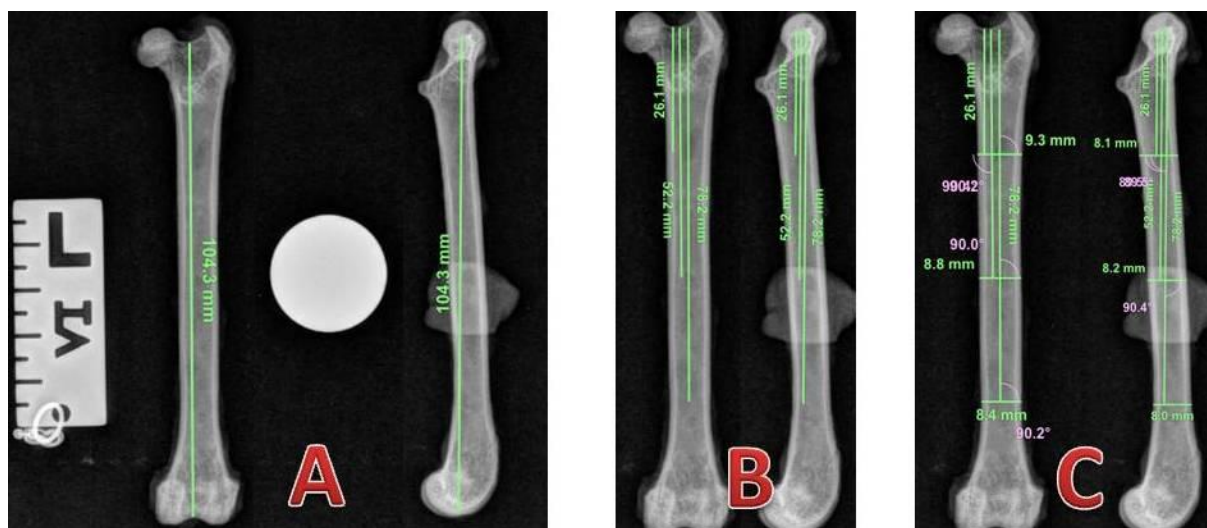
4.2 Mensurações ósseas

Com auxílio de um paquímetro digital (Stainless Hardened), foram realizadas mensurações das dimensões ósseas (diâmetro externo) nas faces lateral e cranial. O eixo anatômico foi estabelecido por uma linha bissetriz do terço proximal da diáfise femoral,

semelhante ao estudo de Fonseca et al. (2017). As larguras craniocaudais e mediolaterais foram mensuradas aos 25, 50 e 75% do comprimento femoral (Figura 1).

A mensuração radiográfica do diâmetro externo ocorreu com o uso do software vPOP versão 2.3.0 (VetSOS Education Ltd), após calibração das imagens com o diâmetro de esfera de aço inoxidável (25,4 mm), que estava posicionada ao lado dos ossos radiografados. A Figura 1 mostra a sequência da mensuração.

Figura 2: Sequência de mensuração do diâmetro ósseo externo de fêmures felinos. A- Imagens indicam a mensuração inicial do comprimento ósseo, nos planos craniocaudal e mediolateral do fêmur esquerdo de um mesmo animal. B- Imagens evidenciam um fêmur esquerdo, nas projeções craniocaudal e mediolateral, com a indicação dos pontos para obtenção do diâmetro externo. C- Imagens evidenciam as medidas de diâmetro externo obtidas no membro esquerdo, nas projeções craniocaudal e mediolateral, nos pontos que representam 25, 50 e 75% do comprimento ósseo inicial.



A mensuração do diâmetro ósseo com paquímetro e a partir de imagens radiográficas e com o software de planejamento cirúrgico ortopédico (vPOP), nos planos cranial e lateral, foi realizada nos membros direito e esquerdo de seis indivíduos, o que totalizou 12 amostras para cada um dos parâmetros mensurados (diâmetro na região proximal, média e distal). Nas avaliações radiográficas, realizou-se ainda a avaliação percentual da variação do diâmetro entre os aspectos cranial e lateral das amostras, via equação: $\text{Var \%} = (\text{diâmetro cranial} / \text{diâmetro caudal}) \times 100$.

Os dados do diâmetro ósseo, obtidos com paquímetro e a partir da avaliação radiográfica com o software vPOP foram compilados em planilha do Excel 2011 para Mac (versão 14.5.2) e posteriormente avaliados com o software estatístico GraphPad Prism (versão 8.0.1 para Windows). Neste, foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade de

Shapiro-Wilk e posteriormente seguido à análise paramétrica ou não paramétrica com teste t pareado.

As 12 amostras mensuradas (seis indivíduos) tanto com paquímetro quanto com avaliação radiográfica, foram submetidas à avaliação de correlação de Pearson (aspecto cranial proximal e distal) e de Spearman (aspecto cranial médio e aspectos laterais), após teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

4.3 Aplicação dos implantes e preparo dos corpos de prova

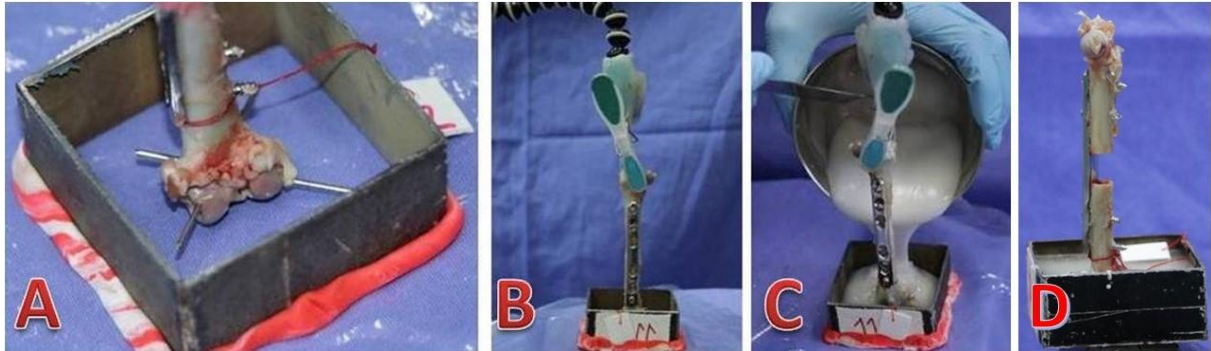
Inicialmente os fêmures foram descongelados durante 24 horas em temperatura de 4°C. Em seguida, para aplicação dos implantes, os pares de cada indivíduo foram separados, de forma randomizada (via sorteio), para receberem os implantes (placa bloqueada, sistema 2,7, com 6 furos e parafusos de 2,7 mm de diâmetro) nas superfícies lateral ou cranial do fêmur. Para ambas as posições da placa, foram utilizados dois parafusos proximais e dois distais nas extremidades da placa.

A placa foi fixada na superfície cranial ou lateral do fêmur com duas pinças ortopédicas. Após perfuração com broca de 2,0 mm de diâmetro, os orifícios foram macheados e parafusos bloqueados de 2,7 mm foram inseridos bicorticalmente.

Após a aplicação da placa, foram inseridos dois pinos cruzados e perpendiculares na região distal do fêmur mantendo as extremidades dos pinos expostas (cerca de 1 cm). Após a extremidade distal ser inserida no interior de um tubo metálico quadrado (6 x 6 x 2,5 cm) o fêmur foi mantido imóvel e em posição vertical com a utilização de um suporte confeccionado para tal função. A seguir, foi preparada resina acrílica de polimetilmetacrilato na proporção de 3 partes de pó e 1 parte de líquido, conforme orientação do fabricante, que foi lentamente colocada no interior do tubo metálico até a completa submersão dos côndilos femorais, pinos cruzados e tróclea sem, entretanto, incorporar a porção distal da placa (figura 2).

Após a polimerização do acrílico, em todos os corpos de prova, foi realizada ostectomia para remoção de um fragmento de 10 mm de osso na região diafisária central, com uso de uma serra manual, buscando mimetizar uma fratura cominutiva.

Figura 3: Sequência da confecção dos corpos de prova. A- Extremidade distal do fêmur com pinos expostos, inserida no interior de tubo metálico quadrado sem presença de resina acrílica. B- Fêmur mantido imóvel em posição vertical com auxílio de suporte confeccionado para tal função. C- Resina acrílica sendo colocada lentamente no interior do tubo quadrado até completa submersão dos côndilos femorais, pinos cruzados e tróclea. D- Corpo de prova concluído com placa em face cranial, aguardando ensaio biomecânico.



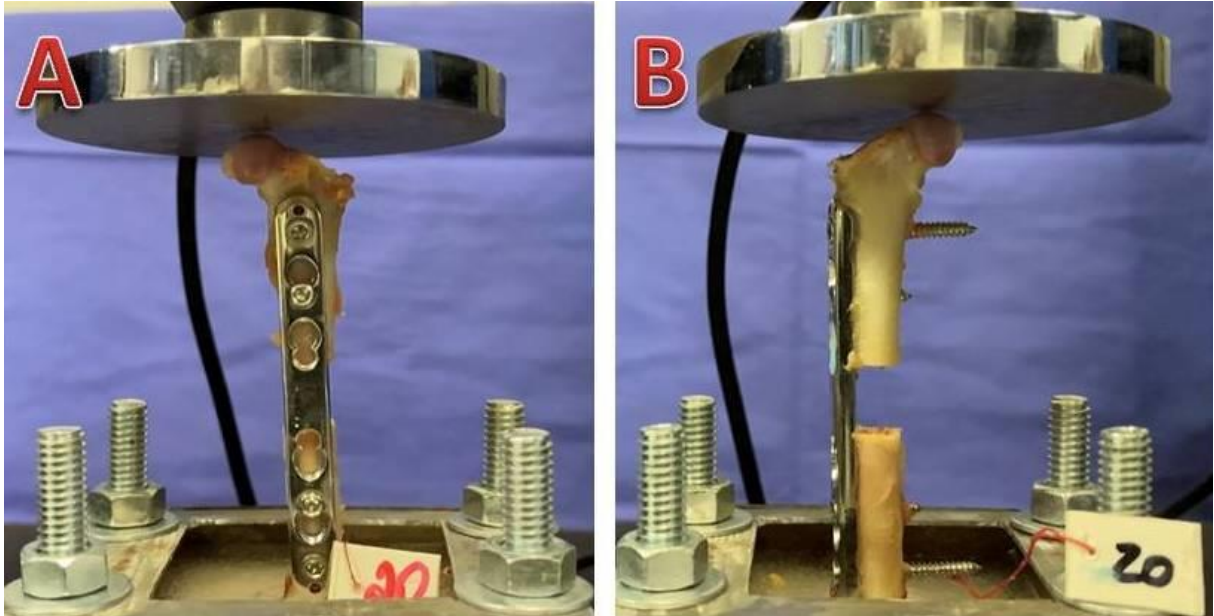
4.4 Ensaio mecânico de compressão

Os ensaios mecânicos foram realizados no Laboratório do Grupo de Mecânica Aplicada (GMAp) da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em máquina universal de ensaios (Emic DL 2000) com célula de carga com capacidade de 100 kgf.

Após posicionamento do corpo de prova sob o eixo da coluna móvel do equipamento, a compressão foi exercida em velocidade de 3 mm/min até a ruptura do corpo de prova ou até o limite de deslocamento do equipamento (Figura 3). Os dados obtidos foram processados com software científico Matlab, para obtenção de um gráfico força por deslocamento. A partir desse, foi extraído o parâmetro mecânico de rigidez (N/mm), com base na inclinação da curva de força entre 5 e 15 N.

Dados da rigidez dos corpos de prova com diferentes técnicas de aplicação da placa (cranial ou lateral) foram compilados em planilha do Excel 2011 para Mac (versão 14.5.2) e posteriormente avaliados com o software estatístico GraphPad Prism (versão 8.0.1 para Windows). Neste, foram submetidos inicialmente ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e posteriormente com análise paramétrica em teste t pareado.

Figura 4: Imagens dos fêmures esquerdo e direito, de um mesmo indivíduo, sendo submetidos ao ensaio mecânico de compressão em máquina universal de ensaios. A- Corpo de prova com a placa metálica aplicada na face cranial do fêmur. B- Corpo de prova com a placa aplicada na face lateral do osso.



5 RESULTADOS

Os seis animais utilizados nas mensurações do diâmetro ósseo e avaliações biomecânicas apresentaram peso médio de $2,84 \pm 1,09$ kg e altura de $26,16 \pm 1,52$ cm, respectivamente.

A mensuração do diâmetro ósseo com paquímetro seguida da comparação dos dados entre planos evidenciou que o plano cranial apresentou diâmetro significativamente maior em relação ao lateral (Tabela 1). A comparação dos dados entre planos, também evidenciou que o plano cranial apresentou diâmetro significativamente maior em relação ao lateral (Tabela 2).

Tabela 1: Diâmetro ósseo no plano cranial e lateral, em mm, de fêmures felinos (direitos e esquerdos) mensurados na região proximal, média e distal com paquímetro. Valores expressos em mediana e interquartis.

	Proximal (mm)		Médio (mm)		Distal (mm)	
	Cranial	Lateral	Cranial	Lateral	Cranial	Lateral
N amostral	12	12	12	12	12	12
1° quartil	9,12	8,00	8,00	8,00	9,00	7,12
Mediana	10,00	8,50	9,00	8,00	9,25	8,00
3° quartil	10,88	9,00	9,00	8,50	9,87	8,50
Valor de p	0,0005		0,0054		0,001	

Dados avaliados com o teste t de Wilcoxon, com $p < 0,05$

Tabela 2: Diâmetro ósseo no plano cranial e lateral, em mm, de fêmures felinos (direitos e esquerdos) mensurados na região proximal, média e distal com software vPOP. Valores expressos em mediana e interquartis.

	Proximal (mm)		Médio (mm)		Distal (mm)	
	Cranial	Lateral	Cranial	Lateral	Cranial	Lateral
N amostral	12	12	12	12	12	12
1° quartil	8,47	7,72	7,55	7,90	8,20	7,15
Mediana	9,15	8,05	8,80	7,95	8,85	7,75
3° quartil	9,15	8,05	8,80	7,95	8,85	7,75
Valor de p	0,0005		0,0029		0,0005	

Dados avaliados com o teste de Wilcoxon, com $p < 0,05$

A análise de correlação entre as amostras mensurados com paquímetro ou com o software indicou uma correlação significativa ($p < 0,05$) e muito forte para as avaliações do aspecto cranial e ausência de correlação ($p = 0,1556$) na avaliação da região proximal do aspecto lateral. As demais regiões do aspecto lateral apresentaram correlação forte ($0,7 < r < 0,89$) (Tabela 3).

Tabela 3: Correlação entre as mensurações com paquímetro e software do diâmetro ósseo no plano cranial e lateral de fêmures felinos (direitos e esquerdos).

Aspecto Cranial						
	Prox. Paq.	Prox. Raio	Med. Paq.	Med. Raio	Dist. Paq.	Dist. Raio
N amostral	12	12	12	12	12	12
Valor de p	< 0,0001		0,0003		< 0,0001	
r	0,9614		0,8992*		0,9763	

Aspecto Lateral						
	Prox. Paq.	Prox. Raio	Med. Paq.	Med. Raio	Dist. Paq.	Dist. Raio
N amostral	12	12	12	12	12	12
Valor de p	< 0,0001		0,1372		0,0097	
r	0,8964		0,4537*		0,7097	

* correlação de Spearman (amostras sem distribuição normal)

Os dados relativos a avaliação percentual da variação do diâmetro entre os aspectos cranial e lateral das amostras estão expressos na Tabela 4. Nestas ficou evidente maiores percentuais de variação entre os diâmetros nos aspectos cranial e lateral para as regiões proximal e distal dos fêmures avaliados.

Tabela 4. Variação percentual entre as mensurações radiográficas no aspecto cranial (mais largo) e lateral (mais estreito) nas porções proximal, média e distal de fêmures felinos.

	Var % - Proximal	Var % - Médio	Var % - Distal
N amostral	12	12	12
Média	14,33	7,50	7,49
Desvio-padrão	4,79	6,40	0,83

Os resultados dos ensaios mecânicos nos seis pares de ossos evidenciaram que as placas bloqueadas aplicadas no aspecto cranial dos fêmures conferiram maior rigidez aos corpos de prova ($p = 0,003$) que as aplicadas na face lateral (Tabela 5).

Tabela 5: Comparação da rigidez (N/mm) de fêmures felinos com aplicação de placa metálica bloqueada na superfície cranial e lateral.

	Placa cranial	Placa lateral
N amostral	6	6
Média	253,90	137,20
Desvio-padrão	75,55	39,28
Valor de p		0,0051

6 DISCUSSÃO

Para correção de fraturas femorais de cães e gatos, as placas são convencionalmente aplicadas na superfície lateral do osso, o que é facilitado pelo próprio acesso cirúrgico que ocorre na face craniolateral do membro (HARARI, 2002; PIERMATTEI et al., 2009). Assim como no fêmur, placas metálicas são geralmente aplicadas em pontos específicos, a depender do acesso cirúrgico. No rádio, por exemplo, placas são normalmente fixadas na superfície cranial do osso, via acesso craniomedial do antebraço (EGGER, 1993).

Ao conhecimento destes autores, nenhum estudo comparou a aplicação de uma placa metálica bloqueada no aspecto cranial do fêmur em relação à técnica convencional de aplicação lateral. Entretanto, estudos comparativos de técnicas, já foram realizados em outros ossos. Wallace et al. (1992) avaliaram biomecanicamente o uso de placas metálicas não bloqueadas aplicadas no aspecto cranial e medial do rádio de cães adultos.

Em nosso trabalho, fêmures que tiveram a placa aplicada na superfície cranial do osso apresentaram maior rigidez em comparação aqueles em que a placa foi aplicada na superfície lateral deste. Além disso, ficou evidente que a superfície cranial dos ossos avaliados apresentou largura significativamente maior que a lateral, o que pode favorecer a aplicação de implantes mais largos e mais resistentes. Wallace et al. (1992) indicaram que, apesar do aspecto medial do rádio distal ser mais estreito que o cranial, nesta última haveria o benefício da maior espessura de cortical para fixação dos parafusos. Em nosso trabalho, o aspecto cranial era mais largo, entretanto não foi possível mensurar a espessura das corticais nas radiografias craniocaudais e mediolaterais em virtude da limitação do software utilizado (vPOP) em mensurar pequenos fragmentos, já que utiliza apenas uma casa decimal após a vírgula.

A maior rigidez no implante utilizado no aspecto cranial do osso é ainda mais importante se considerarmos situações de estabilização de fraturas cominutivas, como a simulada pela ostectomia nos ossos de nosso estudo, já que a ausência de compartilhamento de carga entre o osso e os implantes aumenta o risco de falha precoce por fadiga (STOFFEL et al., 2003; KANCHANOMAI et al., 2010). Em nosso estudo, a placa óssea na face cranial apresentou rigidez 70% superior a da placa lateral.

No trabalho de Wallace et al. (1992), placas de tamanho diferentes foram aplicadas no rádio. No aspecto medial, foram utilizadas placas DCP com 7 orifícios e parafusos de 2,7 mm, enquanto que no aspecto cranial foram utilizadas placas DCP com 5 ou 7 orifícios e parafusos de 3,5 mm de diâmetro. Em nosso trabalho, apenas um tipo de placa bloqueada, com 6

orifícios e parafusos de 2,7 mm, foi utilizado em decorrência da capacidade do fêmur de suportar o uso desse implante em ambos os aspectos do osso. Apesar de ter utilizado um implante menor no aspecto medial do rádio, Wallace et al. (1992) observaram maior rigidez deste implante, em comparação aos demais, quando a força foi aplicada no sentido mediolateral. Os autores, relacionaram esta observação ao momento de inércia, já que a placa medial estava alinhada ao eixo de aplicação de força. De maneira similar, em nosso estudo, o eixo de aplicação de carga iniciava na cabeça do fêmur e se direcionava através da placa até o fragmento distal. A menor rigidez da placa lateral em nosso estudo pode estar associada ao momento de inércia, já que a distância entre a placa lateral e o eixo de aplicação de carga é superior ao da placa medial. Em nosso estudo, apenas o ensaio destrutivo de compressão foi realizado, entretanto testes adicionais como os de flexão e de rotação são necessários para melhor entender o comportamento dos implantes em relação às forças que atuam sobre o osso de felinos.

De maneira complementar ao estudo de Wallace et al. (1992), Sardinias e Montavon (1997) reportaram o uso de placas no aspecto medial do rádio em 22 animais, dentre cães e gatos. Os autores indicaram que a técnica mostrou maior facilidade de execução em comparação com a técnica convencional de inserção cranial da placa. Além disso, relataram maior versatilidade de escolha de implantes e ausência de complicações nos animais avaliados. Ademais, concluíram que a técnica pode ser usada nas porções distal ou mediodistal do rádio, entretanto mencionaram que para fraturas proximais do rádio, a placa cranial é considerada mais apropriada. Em nosso estudo, apenas avaliações *ex-vivo* foram feitas, e certamente, análises futuras em pacientes serão necessárias para definição de recomendações e limitações da aplicação de placas craniais em fêmures de felinos. De maneira geral, acreditamos que a técnica de aplicação cranial da placa seja principalmente viável para fraturas no terço proximal do fêmur felino, já que neste local não haveria necessidade de retorcimento da placa em comparação com a técnica no aspecto lateral, que exige este procedimento para acomodação do implante no trocânter maior. Além disso, acreditamos que a aplicação da placa cranial possa estar limitada para fraturas muito distais, em decorrência do risco de interferência da placa no mecanismo do quadríceps.

Por fim, como todo estudo *ex-vivo*, ensaios mecânicos apenas com o tecido ósseo possuem limitações pela ausência de tecidos moles que apresentam, em pacientes vivos, influência sobre a estabilidade dos fragmentos.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que a face cranial apresenta maior diâmetro em relação a face lateral de fêmures felinos. Placa bloqueada 2,7mm aplicada na face cranial dos fêmures testados tem maior rigidez que o mesmo implante colocado na face lateral. Porém, mais estudos são necessários para avaliar o uso dessa técnica em avaliações biomecânicas não mensuradas.

A aplicação da placa cranial demonstra ser viável de acordo com os resultados do presente estudo e, sugerem que esta opção pode ser usada com alternativa para osteossíntese de fraturas diafisárias cominutivas de fêmur de felinos domésticos.

REFERÊNCIAS

ABINPET. 2020 MERCADO PET BRASIL: população de animais no Brasil. São Paulo/SP, 2020. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/mercado/>>. Acesso em: 12/06/2021.

AHMAD, M. et al. Biomechanical testing of the locking compression plate: When does the distance between bone and implant significantly reduce construct stability? **Injury**, vol 38, 358-364, 2007.

CONZERNIUS, M.; SWAINSON, S. Fracture management and bone healing. **Veterinary Clinics Of North America: Small Animal Practice**, vol 29, n 5, p.1117-1133, setembro 1999.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. cap. 2.

DENNY, H.R.; BUTEERWORTH, S.J. Opções no tratamento das fraturas. In: _____. **Cirurgia ortopédica de cães e gatos**. 4ª ed. Ed. Roca, 2006. cap. 12, p.67-102.

EGGER E.L.; Fractures of the radius and ulna. In: Slatter, D. **Textbook of Small Animal Surgery**. (ed 2). Philadelphia, PA, Saunders, 1993, p. 1736-1756.

FERRIGNO, C. R. A.; et al. Resultados clínicos e radiográficos de placas ósseas bloqueadas em 13 casos. **Brazilian Journal Veterinary Research And Animal Science**, São Paulo, v. 48, n. 6, p. 512-518, nov. 2011.

FONSECA, L.R.; LOBO-JR, A.R.; SANTANA, M.I.S. Measurements of femoral angles, femur length, and hip width in cat radiographs. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.69, n.6, p.1513-1520, 2017.

GEMMILL, T. Advances in the management of diaphyseal fractures. **In Practice**, vol 29, p. 584-593, 2007.

HARARI, J. Treatments for feline long bone fractures. **Vet Clin Small Anim**, v. 32, Elsevier Science (USA), p. 927–947, 2002

HENRY, G. Fracture healing and complications. In: THRALL, D.E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology: the appendicular skeleton**. 5ª ed. Ed: Saunders Elsevier, 2007, p.284-305.

HUDSON, C.C.; POZZI, A.; LEWIS, D.D. Minimally invasive plate osteosynthesis: Applications and techniques in dogs and cats. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, Florida, v.3, n.22, p.175-182, Apr. 2009.

HULSE, D. *et al.* Reduction in plate strain by addition of an intramedullary pin. **Veterinary Surgery**, vol. 26, p. 451–459, 1997.

HULSE, D.; HYMAN, B. Biomecânica e biologia das fraturas. In: Slatter D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 3 ed. São Paulo: Manole; 2007. p.1785-1792.

JOHNSON, A. L. Fundamentos de cirurgia ortopédica e tratamento de fraturas. In: FOSSUM, W. T. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 4.ed. São Paulo: Roca, 2015. cap. 32.

JOHNSON, A. L. Fraturas femorais. In: FOSSUM, W. T. **Cirurgia de Pequenos Animais**. 4.ed. São Paulo: Roca, 2015. cap. 33, p.1181-1188.

KANCHANOMAI, C.; MUANJAN, P.; PHIPHOBMONGKOL, V. Stiffness and endurance of a locking compression plate fixed on fractured femur. **J Appl Biomech**, vol 26, p. 10–16, 2010.

KUMAR, K. *et al.* Occurrence and pattern of long bone fractures in growing dogs with normal and osteopenic bones. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v.54, n.9, p. 484-490, 2007.

LEITE, J.E.B. **Radiologia Veterinária Básica**. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 150 p. 2005.

MICLAU T., MARTIN, R.E. The evolution of modern plate osteosynthesis. **Injury**, vol 28, Supl. nº 1. A3-6, 1997.

MILLER, D. L.; GOSWAMI, T. A review of locking compression plate biomechanics and their advantages as internal fixators in fracture healing. **Clinical Biomechanics**, vol 22, 1049–1062, 2007.

MORENO, M. R. *et al.* Bone Biomechanics and Fracture Biology. In: Johnston, S. A.; Tobias, K. M. **Veterinary Surgery: Small Animal, Second Edition**. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2018. cap.39.

PALMER RH. Biological osteosynthesis. **Veterinary Clinical of North American Small Animal Practice**, vol 29, p.1171–1185, 1999.

PIERMATTEI, D.L.; FLO, G.L.; DE CAMP, C.E. **Brinker, Piermattei, Flo. Ortopedia e Tratamento de Fraturas de Pequenos Animais**. 4.ed. Barueri: Manole, 2009, 934p.

RADASCH, R.M. Biomechanics of bone and fractures. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, vol 29, p. 1045-1082, 1999.

REEMS, M.R.; BEALE, B.S.; HULSE, D.A. Use of a *plate-rod* construct and principles of biological osteosynthesis for repair of diaphyseal fractures in dogs and cats: 47 cases (1994–2001). **Journal of the American Veterinary Medical Association**. vol 223, p. 330–335, 2003.

ROE, S. Biomechanics of Fracture Fixation. **Vet Clin Small Anim** 50 (2020) 1–15
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.08.009>

ROUSH, J.K. Management of fractures in small animals. **Veterinary Clinics Small Animal Practice**, vol 35, p. 1137-1154, 2005.

SARDINAS, J. C.; MONTAVON, P. M. Use of a medial bone plate for repair of radius and ulna fractures in dogs and cats: a report of 22 cases. **Veterinary Surgery**, vol 26, p. 108-113, 1997.

SHALES, C. Fracture management in small animal practice: triage and stabilization. **In Practice**, v.30, n. 1, p.314 - 320, 2008.

SIMPSON, D. J.; LEWIS, D. D. Fraturas de Fêmur. *In*: SLATTER, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo, Manole, 2007. Cap.146 p. 2059-2089

STOFFEL, K. et al. Biomechanical testing of the LCP – how can stability in locked internal fixators be controlled? **Injury**, suppl. 34, S-B11–S B19, 2003.

VOSS, K.; LANGLEY-HOBBS, S.J.; MONTAVON, P.M. Femur. *In*: **Feline Orthopedic Surgery and Musculoskeletal Disease**. Saunders Elsevier, London, 2009. Cap.37 p. 455-473.

WALLACE, M. K. et al. Mechanical Evaluation of Three Methods of Plating Distal Radial Osteotomies. **Veterinary Surgery**, vol 21.2, p. 99-106, 1992.

WITSBERGER, D. A.; *et al.* Minimally invasive application of a radial plate following placement of an ulnar rod in treating antebrachial fractures. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, vol 6, p.459-467, 2010.

ANEXO

TERMO DE DOAÇÃO DE CADÁVER

Eu _____, CPF: _____ tutor do felino, nome: _____ raça: _____, cor: _____, declaro que estou doando o cadáver a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Estou ciente que o qual será destinado a pesquisas, aulas da graduação e pós-graduação do curso de Medicina Veterinária, a fim de que possam ser utilizados no auxílio da formação profissional do corpo discente da UFRGS.

....., dede

Responsável

DADOS DE ORIGEM E DESCRIÇÃO DO MATERIAL	
Nome do Estabelecimento/Instituição:	
Espécie:	Raça:
Idade:	
Causa/ Suspeita Morte:	
Comorbidades:	
Histórico de claudicação do membro pélvico: SIM (), NÃO ()	

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA CEUA-UFRGS



PRÓ-RETTORIA DE PESQUISA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CARTA DE CIÊNCIA

Projeto N°: 40200

TÍTULO: UTILIZAÇÃO DE PLACA BLOQUEADA NA FACE CRANIAL DO FÊMUR DE GATOS-DOMÉSTICOS: ESTUDO ANATÔMICO E BIOMECÂNICO

Equipe UFRGS:

Nome: JAKSON MANFREDINI VASSOLLER

Coordenador - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Nome: MARCELO MELLER ALIEVI

Coordenador - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Nome: Aires Santana Rumpel

Ensino: doutorado - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Nome: Anderson Luiz De Carvalho

Ensino: doutorado - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Nome: Inácio Bernhardt Rovaris

Ensino: doutorado - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Nome: Roberto Bagatini de Moraes

Ensino: mestrado - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Nome: Beatriz Persici Maronese

Ensino: mestrado - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Participação aguardando confirmação do pesquisador

Nome: ISABELLA TEIXEIRA CAÇAPIETRA PIRES DA SILVA

Ensino: mestrado - Início: 01/03/2021 Previsão de término: 31/07/2022

Participação aguardando confirmação do pesquisador

A Comissão de Ética no Uso de Animais está ciente da execução do projeto em reunião realizada em 22/02/2021 – Reunião CEUA/ UFRGS via ambiente virtual - Plataforma UFRGS – Meonf, no qual serão utilizados 30 cadáveres de felinos, com autorização dos tutores, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, 04 de março de 2021.

Alexandre Tavares Duarte de Oliveira
Coordenador da CEUA/UFRGS