

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL
E SAÚDE ANIMAL

Artur Eustáquio da Silva

AVALIAÇÃO COMPRESSIVA BIOMECÂNICA DO SISTEMA PEDICULAR NA
OSTESSINTESE ILIACA EM CÃES

Umuarama
Agosto/2021

Artur Eustáquio da Silva

**AVALIAÇÃO COMPRESSIVA BIOMECÂNICA DO SISTEMA PEDICULAR NA
OSTESSINTESE ILIACA EM CÃES**

Nível: Mestrado

Área de concentração: Saúde Animal

Linha de Pesquisa: Ortopedia

Orientador: Prof. Dr. Juliano Bortolo De Cont

Dissertação apresentada como parte das exigências ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal (PPS) do Departamento de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Umuarama
Agosto/2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S586a

Silva, Artur Eustáquio da

Avaliação compressiva biomecânica do sistema pedicular na osteossíntese ilíaca em cães / Artur Eustáquio da Silva. -- Umuarama, PR, 2021.
66 f.: il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Bertolo de Conti.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal, 2021.

1. Ortopedia veterinária. 2. Cirurgia veterinária. 3. Pequenos animais. 4. Fratura ilíaca. 5. Sistema pedicular. I. Conti, Juliano Bertolo de, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal. III. Título.

CDD 23.ed. 636.089

FOLHA DE APROVAÇÃO

ARTUR EUSTÁQUIO DA SILVA

**AVALIAÇÃO COMPRESSIVA BIOMECÂNICA DO SISTEMA PEDICULAR NA
OSTESSINTESE ILIACA EM CÃES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Sustentável e Saúde Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Veterinária pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Juliano Bortolo de Conti
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Oduvaldo Marques Câmara Junior
Universidade Estadual Maringá (Membro interno)

Prof. Dr. Pierre Barnabé Escodro
Universidade Federal de Alagoas (Membro externo)

Aprovada em: 28 de agosto de 2021.



Comissão de Ética no Uso de Animais

da Universidade Estadual de Maringá

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Avaliação Biomecânica do Sistema Pedicular na Osteossíntese de Ílio em cães.", protocolada sob o CEUA nº 3127240820 (ID 002760), sob a responsabilidade de **Juliano Bortolo de Conti e equipe; Artur Eustáquio da Silva** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA/UEM) na reunião de 11/09/2020.

We certify that the proposal "Biomechanical Evaluation of the Pedicular System for the Osteosynthesis of Ilium in dogs.", utilizing 0 Dogs (), protocol number CEUA 3127240820 (ID 002760), under the responsibility of **Juliano Bortolo de Conti and team; Artur Eustáquio da Silva** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the State University of Maringá (CEUA/UEM) in the meeting of 09/11/2020.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa](#)

Vigência da Proposta: de [10/2020](#) a [01/2021](#)

Área: [Dmv-Medicina Veterinária](#)

Origem: [Não aplicável biotério](#)

Espécie: [Cães](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [2 a 10 anos](#)

N: [0](#)

Linhagem: [SRD](#)

Peso: [5 a 35 kg](#)

Local do experimento: Laboratório de biomecânica da UEM.

Maringá, 17 de março de 2021

Prof. Dra. Tatiana Carlesso dos Santos
Coordenadora da CEUA/UEM
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dra. Erika Seki Kioshima Cótica
Coordenadora Adjunta da CEUA/UEM
Universidade Estadual de Maringá

DEDICATÓRIA

Dedico à Deus sempre onipresente na vida da minha família, esposa e filhos.

“pois o Senhor, o seu Deus, os acompanhará e lutará por vocês contra os inimigos, para lhes dar a vitória”.

Deuteronômio 20:4

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade da vida e do aprendizado, agradeço a minha esposa Jana e meus filhos Analli e Jonas pelo apoio, companheirismo e amor incondicional, agradeço aos meus pais e irmãos por todo o suporte familiar e caráter formado, agradeço a irmandade dos meus inúmeros amigos, agradeço aos amigos de turma em especial Bruna Estralioto e Luan Sitó, agradeço a todos os professores do PPS da Universidade Estadual de Maringá por todo o conhecimento passado para nós, agradeço aos professores Dr. Pierre Barnabé, Dr. Oduvaldo Marques, Dra Marilda Taffarel, Dr. Antônio Martinez, Dr Mauro Camargo e Dra Flávia Jabour por toda a valiosa contribuição e nobre confiança depositada nesse trabalho, agradeço a Secretária do PPS “Cris” que sempre com muita humildade e dedicação se propôs para nos auxiliar nos mais diferentes questionamentos do programa, agradeço ao Instituto Federal de Alagoas- IFAL por ceder junto ao técnico Rinaldo o laboratório de MCC, por fim agradeço ao meu orientador e irmão Professor Dr. Juliano De Conti, por toda a paciência, carinho e sabedoria proporcionada ao longo dessa jornada, todos vocês foram fonte de motivação nesse projeto.

AVALIAÇÃO COMPRESSIVA BIOMECÂNICA DO SISTEMA PEDICULAR NA OSTEOSSÍNTESE ILIACA EM CAES

Resumo

Em cães fraturas ilíacas são muito comuns, representando 18,2 a 46% de todas as fraturas pélvicas. Encontrar mecanismos para sua ideal fixação é um desafio, devido a cobertura muscular regional. O sistema pedicular é uma técnica de fixação comumente utilizada para tratar fraturas ou luxações vertebrais. Nesta técnica a fixação faz-se através da introdução do parafuso para dentro do corpo vertebral, passando pela estrutura do pedículo e então são conectados a uma barra correndo longitudinalmente fixados por uma rosca. O objetivo deste trabalho foi avaliar biomecanicamente a resistência do sistema pedicular modificado na osteossíntese de ílio e comparar a resistência desse sistema em relação à placa e parafuso, visando criar nova alternativa de osteossíntese para fraturas transversas ilíacas. Para o ensaio biomecânico, foram preparadas 10 hemipelvas de cães adultos, submetidas às fraturas transversas nos ílios dos corpos de prova, que foram corrigidas com placa e parafuso, denominado Grupo Controle (n=5), e com sistema pedicular modificado, Grupo Pedicular (n=5). Os corpos de prova foram, então, submetidos à prensa mecânica, e avaliada a força aplicada imediatamente anterior à ruptura do implante. O Grupo Pedicular mostrou que resiste mais à pressão em 100% dos casos, quando comparados ao Grupo Controle.

Palavras-chave: pelve, fratura, fixação, resistência.

BIOMECHANICAL COMPRESSIVE EVALUATION OF THE PEDICULAR SYSTEM OF ILIACA OSTESINTESIS IN DOGS

Abstract

In dogs, iliac fractures are very common, representing 18.2 to 46% of all pelvic fractures. Finding mechanisms for its ideal fixation is a challenge, due to regional muscle coverage. The pedicle system is a commonly used fixation technique to treat vertebral fractures or dislocations. In this technique, fixation is done by introducing the screw into the vertebral body, passing through the pedicle structure and then connected to a bar running longitudinally and fixed by a thread. The objective of this study was to biomechanically evaluate the resistance of the modified pedicle system in ilium osteosynthesis and compare the resistance of this system in relation to the plate and screw, aiming to create a new osteosynthesis alternative for transverse iliac fractures. For the biomechanical test, 10 hemipelvises from adult dogs were prepared, submitted to transverse fractures in the iliums of the specimens, which were corrected with a plate and screw, called Control Group (n=5), and with a modified pedicle system, Pedicular Group (n=5). The specimens were then submitted to a mechanical press, and the force applied immediately before the implant rupture was evaluated. The Pedicular Group showed that it resists pressure more in 100% of the cases, when compared to the Control Group.

Keywords: pelvis, fracture, fixation, resistance.

Lista de figuras

- Figura 1.** Porções de um parafuso pedicular monoaxial aplicados na reparação de fraturas ou luxações vertebrais, técnica consolidada na medicina, cuja aplicação também está sendo discutida para a osteossíntese de fraturas transversas ilíacas em cães. 24
- Figura 2. Parafuso pedicular monoaxial aplicados na reparação de fraturas ou luxações vertebrais, técnica consolidada na medicina, cuja aplicação também está sendo discutida para a osteossíntese de fraturas transversas ilíacas em cães..... 25
- Figura 3. Parafuso pedicularmonoaxial modificado desenvolvido pelo Prof. Dr. Juliano Bortolo de Conti, na Universidade Estadual de Maringá, como alternativa à versão tradicional do parafuso pedicular, cuja aplicação também está sendo discutida para a osteossíntese de fraturas transversas ilíacas em cães.– A: Porca; B: Corpo; C: Parafuso cortical bloqueado; D: Conjunto montado. Fonte: arquivo pessoal Prof. Dr. Juliano de Conti. 26
- Figura 4. Pelves caninas naturais após preparação e dissecação da musculatura adjacente, que foram utilizadas para geração dos corpos de prova, para posterior fratura transversa ilíaca e correção com placa e parafuso (GC) e com os parafusos pediculares monoaxiais modificados, para avaliação biomecânica por prensa. Fonte: arquivo pessoal do autor. 27
- Figura 5. Resultado final da confecção dos corpo de prova a partir de pelves caninas naturais após preparação e desarticulação sacro ilíaca para a formação de hemipelves. Os corpos de prova foram utilizados para avaliação biomecânica da aplicação de parafusos monoaxiais modificados para correção de fraturas ilíacas transversas. Fonte: acerto pessoal do autor. 28
- Figura 6. Modelo de hemipelve do grupo controle (GC) após implantação de placas e parafusos para a correção de fraturas ilíacas transversas, antes da aplicação da força, para avaliação biomecânica e comparação com a utilização de parafusos monoaxiais modificados. Fonte: arquivo pessoal do autor. 29
- Figura 7. Conjunto para aplicação de parafusos monoaxiais modificados, desenvolvido pela NewVet ® em parceria com o Prof Dr. Juliano de Conti da Universidade Estadual de Maringá. O conjunto foi utilizado para correção de fraturas ilíacas transversas e depois submetido à avaliação biomecânica para

avaliar a viabilidade do método de fixação para osteossíntese das fraturas descritas. Fonte: acervo pessoal do autor.....	30
Figura 8. Modelo de hemipelve (corpo de prova) do grupo pedicular (GP) após implantação de hastes e parafusos pediculares monoaxiais modificados, antes da aplicação da força. O conjunto foi utilizado para correção de fraturas ilíacas transversas e depois submetido à avaliação biomecânica para avaliar a viabilidade do método de fixação para osteossíntese das fraturas descritas. Fonte: acervo pessoal do autor.....	31
Figura 9. Prensa Fortest® para teste de compressão, modelo FT 01. A prensa foi utilizada para realização de teste biomecânico de compressão dos corpos de prova contendo fratura transversa de ílio com correção de placa e parafuso (GC) e com fixação por meio de parafusos pediculares modificados (GP). Fonte: acervo pessoal do autor.....	32
Figura 10. Posicionamento dos corpos de prova para ensaio biomecânico de compressão dos corpos de prova contendo fratura transversa de ílio com correção de placa e parafuso (GC) e com fixação por meio de parafusos pediculares modificados (GP). Fonte: acervo pessoal do autor.....	33
Figura 11. Fraturas em corpos de testes após aplicação das forças de compressão para comparação biomecânica da utilização de duas técnicas de reparação de fraturas transversas de ílio. Percebe-se que a utilização dos implantes buscou a similaridade das técnicas para melhor comparação entre ambas. A – Amostra C do GC, e B – Amostra C do GP. Fonte: o autor.	Erro!
Indicador não definido.	
Figura 12. Avulsão de parafusos e distração do foco de fratura de GP após aplicação da força de compressão do ensaio biomecânico para avaliação da utilização de parafusos pediculares monoaxiais modificados para correção de fraturas transversas de ílio. Fonte: arquivo pessoal.....	35
Figura 13. Fratura em corpos de testes de GC após aplicação das forças de compressão do ensaio biomecânico para avaliação da utilização de placa e parafuso para correção de fraturas transversas de ílio. Fonte: arquivo pessoal.....	36

Lista de tabelas

Tabela 1. Tipos de alterações visualizadas resultantes da aplicação da força nos modelos anatômicos, conforme os grupos.	36
Tabela 2. Amostras e quantidade de força (ton) aplicada nos modelos anatômicos até o instante imediatamente anterior à lesão sofrida, subdivididas conforme os grupos.....	37

Lista de Abreviaturas

DCP	Placas de compressão dinâmica
LCP	Placas de compressão dinâmica bloqueada
PP	Parafusos pediculares
AL	Alagoas
GC	Grupo controle
GP	Grupo pedicular
TON	Toneladas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	122
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1	BIOMECÂNICA ÓSSEA	13
2.2	PELVE E SUA ESTRUTURA	15
2.2.1	<i>Considerações sobre fraturas pélvicas</i>	16
2.2.2	<i>Fraturas ilíacas e seus tratamentos</i>	18
2.3	PARAFUSOS PEDICULARES MONOAXIAIS	23
2.4	PARAFUSOS PEDICULARES MONOAXIAIS MODIFICADOS	26
3	OBJETIVOS	26
3.1	OBJETIVOS GERAIS	26
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1	MODELO EXPERIMENTAL	27
4.2	APLICAÇÃO DOS IMPLANTES	28
4.3	ENSAIO BIOMECÂNICO	31
4.4	AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA	34
5	RESULTADOS	34
6	DISCUSSÃO	37
7	CONCLUSÃO	39
8	REFERÊNCIAS	40
9	ANEXOS	
9.1	Normas da publicação da ABMVZ	45
9.2	Artigo submetido	51

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 10 anos, o tratamento de animais de companhia evoluiu drasticamente nas populações. Apesar do maior cuidado por parte de seus tutores, os animais de companhia são suscetíveis a diversos tipos de acidentes, especialmente ortopédicos, sendo as fraturas ósseas bastante comuns (ABD EL RAOUF; EZZELDEIN; EISA, 2019).

Esse avanço exigiu o aprimoramento de métodos das técnicas cirúrgicas entre outros procedimentos especializados que diminuem as complicações pós-operatórias, o que incentivou a especialização de técnicas já conhecidas, bem como a criação e desenvolvimento de novas técnicas (CARVALHO et al., 2019).

Fratura é um tipo de lesão comum em cães e gatos, normalmente associadas a traumas violentos como quedas de grandes alturas ou atropelamentos (KEMPER et al., 2011). Diversas são as técnicas e implantes já descritos para a osteossíntese de fraturas ilíacas, como placas, parafusos, fixadores externos, cerclagens e implantes, sendo os com parafusos com polimetilmetacrilato os mais comuns (DECAMP, 2012).

Este trabalho tem como objetivo avaliar, do ponto de vista biomecânico, uma nova forma de correção de fratura transversa de corpo ilíaco, com a utilização de parafusos pediculares monoaxiais modificados, minimizando os riscos de frouxidão dos parafusos e menor lesão da musculatura local.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Biomecânica óssea

Há anos os cirurgiões ortopédicos veterinários têm tido uma grande gama de informações e técnicas disponíveis relacionadas a novos métodos de fixação de fraturas. Por causa do grande número de opções disponíveis para o tratamento bem sucedido daquelas, o conhecimento básico de biomecânica é necessário (RADASCH, 1999).

O osso é o elemento estrutural mais importante do corpo dos mamíferos (SCHMAEDECKE, 2007). É formado por uma matriz inorgânica mineralizada chamada de hidroxapatita, que é primariamente formada por cálcio e fosfato, combinada a uma matriz orgânica de colágeno, glicosaminoglicanas, água e elementos celulares. A matriz inorgânica impute força e rigidez ao osso, e a matriz orgânica flexibilidade e resiliência (RADASCH, 1999). Assim, ele possui uma acentuada combinação de propriedades físicas, sendo muito resistente às tensões mecânicas, e ao mesmo tempo apresenta elasticidade e leveza (GARCIA, 2010).

A mecânica descreve as forças dinâmicas que agem sob uma estrutura para mudar sua forma e direção de movimento. A biomecânica é simplesmente a aplicação de princípios da engenharia mecânica em sistemas biológicos na intenção de se obter informações quanto às características estruturais e materiais de um material vivo como o osso, o impacto de forças intrínsecas e extrínsecas, seja fisiológica ou não, em sistemas biológicos e a influência da tecnologia moderna em um sistema biológico (RADASCH, 1999). Assim sendo, a biomecânica óssea é a mecânica aplicada aos sistemas biológicos ósseos, determinando informações básicas que proporcionam conhecimento necessário para o entendimento das influências mecânicas e forças sobre os processos de reparação óssea (SCHMAEDECKE, 2007). Esta estuda as forças que atuam nas estruturas biológicas e analisa seus efeitos (GARCIA, 2010).

As fraturas resultam de forças aplicadas a ossos (JOHNSON; HULSE, 2005). De forma resumida, os ossos são submetidos a cinco forças que podem resultar em uma fratura, sendo elas as forças axiais, de compressão ou tensão, cisalhamento, flexão e torção (GARCIA, 2010).

Forças compressivas aplicadas axialmente em um osso longo geram fratura oblíqua, já o encurvamento de um osso longo provoca forças tenses em um lado do osso e forças compressivas no lado oposto. Forças de torção aplicadas em um osso longo resultam em uma fratura em espiral, forças tenses aplicadas em um osso resultam em uma fratura transversa, o que normalmente gera a avulsão de um fragmento onde se fixa um tendão ou ligamento forte (JOHNSON; HULSE, 2005). O osso é capaz de se adaptar rapidamente à aplicação contrária de força, pois consegue armazenar energia em seu interior. Porém nas fraturas, como há perda da integridade óssea, a energia armazenada é rapidamente dissipada aos tecidos adjacentes (SCHMAEDECKE, 2007). Dessa maneira, a força também determina o tipo de fratura e a quantidade de tecido mole associado, sendo que forças de baixa velocidade resultam em fraturas únicas com pouca energia dissipada para o interior dos tecidos moles. Por outro lado, forças de alta velocidade resultam em fraturas cominutivas com alta energia dissipada na propagação da fratura e nos tecidos moles (JOHNSON; HULSE, 2005).

A localização (diáfise, metáfise ou epífise) e padrão da fratura (espiral, transversa, oblíqua, cominutiva) no osso são determinados por diversos fatores. O comportamento mecânico do tecido ósseo depende de fatores como tipo de osso (cortical ou esponjoso), a densidade ou porosidade do osso, a velocidade na qual o osso é submetido à força (rápida ou baixa), a orientação da microestrutura óssea em relação à direção da carga, a idade do paciente e consequentemente do osso, e o status de saúde do paciente (RADASCH, 1999).

Todos os ossos são compostos de uma combinação de osso cortical e osso esponjoso. O osso cortical sempre envolve o esponjoso, porém, a quantidade relativa de cada tipo ósseo varia de osso para osso, bem como em cada porção específica dentro de um osso, como sua metáfise, epífise ou diáfise. Do ponto de vista mecânico, o osso esponjoso é desenhado para absorver grande quantidade de energia e transmitir o estresse, por outro lado, o osso cortical é desenhado para dar força e rigidez à estrutura (RADASCH, 1999). Por outro lado, os ossos sintéticos permitem o treinamento para a aplicação de implantes numa situação muito próxima da real, permitindo padronização das amostras, considerando-se fatores como o comprimento e o diâmetro do canal medular, idade dos animais e a ausência de enfermidades (CLAES, 2011).

Testes biomecânicos podem ser realizados nos ossos com várias finalidades, para testar propriedades mecânicas do osso cortical e/ou comparar diferentes métodos de fixação; a fim de testar a resistência de diferentes implantes; para estudar a distribuição das tensões no osso e o deslocamento interfragmentário após aplicação de determinado método de estabilização de fraturas (SCHMAEDECKE, 2007; GARCIA et al., 2010; DALMOLIN et al., 2013).

Os ossos estabilizados e seus sistemas de implante ficam sujeitos às forças compressivas, de encurvamento e de torção geradas pela sustentação de peso e pela contração muscular adjacente (JOHNSON; HULSE, 2005). As análises mecânicas de implantes ortopédicos têm como objetivo testar implantes e a aplicação dos mesmos em diferentes regiões, avaliando sua resistência, rigidez e deflexão (WILKE et al., 1999). É imperativo que a fixação selecionada seja capaz de contra-atacar as cargas aplicadas no osso estabilizado (JOHNSON; HULSE, 2005).

Basicamente são dois os tipos de ensaios: os destrutivos e os não-destrutivos. Os testes destrutivos geram a ruptura ou inutilização do material, e são incluídos nessa categoria, portanto, os ensaios de tração, impacto, flexão, torção, fadiga, compressão entre outros. Os ensaios não destrutivos são aqueles que valem-se da utilização de raio-x, ultra-som, magnoflux entre outros que podem determinar algumas propriedades físicas ou mecânicas (GARCIA, 2010).

As ferramentas básicas de ensaio biomecânico incluem uma máquina mecânica de ensaio, transdutores para mensuração de tensão e um sistema para gravação dos dados de stress e tensão (MELO FILHO et al., 2012). No ensaio biomecânico, a força causa aceleração ou movimento de um corpo, ou, quando este é bloqueado, provoca deformação. O momento de uma força é o resultado da aplicação de determinada força com um braço de alavanca, que produz assim tensões de flexão, no sentido longitudinal, que provocam o encurvamento (CORDEY, 2000) ou tensões de cisalhamento, que provocam a torção (PRENDERGAST, 2005).

2.2. Pelve e sua estrutura

A pelve é composta pelos ossos ílio, ísquio e púbis, e sua principal função é manter conexão com a coluna vertebral através do sacro, sustentação do corpo

nos membros pélvicos, proporciona ancoragem para diversos músculos e a proteção do abdômen caudal (GARCIA, 2010; PRADA, 2015).

O membro pélvico faz parte do esqueleto apendicular, e pode ser dividido, basicamente, em quatro segmentos: o cingulo pélvico, coxa, perna e pé. O cingulo é uma estrutura dupla, composto simetricamente e paralelamente pelos ossos do coxal e sínfise pélvica, formando assim a pelve. Os ossos coxais, no cão e no gato, ficam localizados ventralmente à sínfise pélvica, e se articulam dorsalmente com o sacro e com as primeiras vértebras da cauda, as coccígeas. Essas estruturas em conjunto formam uma espécie de anel conhecido como cintura pélvica. Cada osso coxal, é formado por três ossos: ílio, púbis e ísquio que apenas podem ser delimitados em animais jovens (GETTY; SISSON; GROSSMAN, 1986; DYCE; SACK; WENSING, 2010; PRADA, 2015). A cintura pélvica, juntamente com o sacro e a última vértebra lombar, circunda a cavidade abdominal e origina a cavidade pélvica (PRADA, 2015)

O ílio é o maior osso da pelve canina e é quem faz a articulação com a coluna vertebral. Assim sendo, as afecções nesta região promovem a perda parcial ou completa desta conexão, deixando o animal impossibilitado de utilizar o membro pélvico ipsilateral à lesão. Esta forma, portanto, a porção dorso-cranial da pelve, e estende-se obliquamente do acetábulo até o sacro. Por sua vez, ele pode ser dividido anatomicamente em: asa na, sua porção mais cranial, e corpo, na sua porção mais caudal, sendo que nesta última porção, o ílio contribui de forma importante para a formação do acetábulo (PRADA, 2015).

A pelve é uma estrutura ricamente revestida por musculatura (GARCIA, 2010). Em sua porção lateral está o grupamento do glúteo, composto pelos músculos glúteo superficial, médio e profundo. Esses músculos têm origem no ílio, ou em alguma fáscia glútea, e se inserem em alguma porção do fêmur proximal (DYCE; SACK; WENSING, 2010; PRADA, 2015). É responsável por proteger órgãos da cavidade abdominal como a vesícula urinária, reto, uretra e o sistema reprodutor, seja masculino ou feminino Além disso, muitas estruturas vasculares estão nesta região, responsáveis pela irrigação dos membros pélvicos (GARCIA, 2010; PRADA, 2015).

2.2.1 Considerações sobre fraturas pélvicas

Fraturas acontecem quando a carga de forças aplicada sobre determinada região do osso supera a sua capacidade de resistência (SCHMAEDECKE, 2007).

Dentre as afecções ortopédicas de origem traumáticas em cães, as fraturas pélvicas representam cerca de 20 a 30%, e em gatos de 20 a 32% da casuística na medicina veterinária, sendo comumente oriundas de traumas de alta energia, como atropelamento e quedas de grandes alturas (KEMPER et al., 2011; COSTA et al., 2012; BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; MEESON; GEDDES, 2017). São ainda considerados fatores predisponentes doenças metabólicas, doenças ósseas hereditárias, e menos frequentemente, tumores ósseos. A maioria compreende fraturas múltiplas nas quais há dois de três ossos envolvidos (KEMPER et al., 2011). Destas lesões, as fraturas ilíacas representam aproximadamente de 18 a 46%, e geralmente são oblíquas e ocorrem em pacientes jovens e saudáveis (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; PRADA, 2015). As forças que promovem as fraturas pélvicas podem vir de diversos ângulos, com diferentes intensidades. Por este motivo, fraturas pélvicas ocorrem com configurações variadas (KEMPER et al., 2011).

Segundo Prada (2005), devido à rica cobertura muscular, normalmente são fraturas fechadas. Brienza et al. (2013) citam como outras possíveis causas de fraturas pélvicas as lesões por arma de fogo, quedas, tumores e doenças metabólicas, afirmando não haver predisposição por raça, sexo ou idade do animal.

A energia necessária para promover um trauma pélvico é alta, e como consequência causa danos a outras estruturas esqueléticas e nos tecidos moles. Por isso é comum que pacientes que apresentem fraturas pélvicas sejam pacientes politraumatizados. Podem estar associadas a lesões de vísceras pélvicas e de outras estruturas do organismo, como lesões torácica, diafragmática, da porção caudal da coluna vertebral e neurológica (KEMPER et al., 2011). Como principais complicações nos quadros de fraturas pélvicas, temos: lesão do trato urinário (39%), ruptura de vesícula urinária ou uretra, herniação da vesícula ou avulsão de ureteres; e lesões no nervo isquiático (11%) (PRADA, 2015).

2.2.2 Fraturas ilíacas e seus tratamentos

As lesões ilíacas podem ser classificadas como luxação e fratura sacroilíaca, de asa ilíaca e de corpo ilíaco, fraturas acetabulares, isquiáticas e do assoalho pélvico, bem como de ramo, sínfise ou corpo do púbis e ísquio (PIERMATTEI; FLO, 1999; STIEGER-VENEGAS et al., 2015). Devido às características estruturais, anatômicas e biomecânicas da pelve, que lembram uma caixa retangular, as fraturas de corpo de ílio muitas vezes apresentam-se concomitantes a outras fraturas de ossos pélvicos como púbis e ísquio, ou ambos (GARCIA, 2010; PRADA, 2015). Quando da lesão nos três ossos, a conexão com o membro afetado e a coluna pode ser perdida parcial ou totalmente, causando a principal apresentação clínica da afecção, a incapacidade da sustentação do peso pelo animal no antímero afetado, claudicação e dor na região caudal (PRADA, 2015). Frequentemente o ílio fraturado apresenta o segmento caudal deslocado cranial e medialmente, o que reduz a amplitude do canal pélvico e muitas vezes compromete o nervo ciático, localizado medialmente (ROEHSIG et al., 2008a).

As fraturas ilíacas mais comuns são as fraturas transversas, devido à inclinação deste osso em relação ao sacro, e pela sua localização e fixação a ele (PRADA, 2015). Em felinos, as fraturas ilíacas podem representar 49% das fraturas pélvicas na espécie, e até 46% em cães (GARCIA, 2010; MEESON; GEDDES, 2017). Entretanto, o ílio também é suscetível a fraturas transversas e cominutivas, sendo que nesses casos, o fragmento caudal geralmente é desviado medialmente em relação ao proximal, e nesses casos, comprometem o canal pélvico (DECAMP, 2012).

A avaliação da fratura é o ponto mais importante em seu tratamento, e devendo-se avaliar o local, tipo, envolvimento articular, direção e número de fragmentos e se é aberta ou fechada (ABD EL RAOUF; EZZELDEIN; EISA, 2019).

A redução dos fragmentos ósseos nas fraturas ilíacas pode ser desafiadora, principalmente nos cães de grande porte ou em fraturas com maior tempo de evolução (VON PFEIL et al., 2012).

Fraturas com mais de 10 dias de evolução podem não ser mais redutíveis, pois o tecido de reparação provoca aderência entre os planos anatômicos, diminuindo a elasticidade tecidual, e conseqüentemente dificultando da redução

da fratura (ROEHSIG et al., 2008a; PRADA, 2015). Além disso, o calo primário também se estabelece nas fraturas de púbis e ísquio, quando concomitantes, restringindo também a mobilidade do fragmento caudal do ílio (ROEHSIG et al., 2008a).

O tratamento não cirúrgico pode ser considerado nos casos onde o deslocamento e a instabilidade são mínimos, ou nos casos em que o paciente não apresente condições de ser submetido a um procedimento cirúrgico (GARCIA, 2010; BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; PRADA, 2015).

Essa abordagem é baseada em técnicas de restrição de espaço para o animal e repouso, associados a suporte clínico adequado (KEMPER et al., 2011; COSTA et al., 2012). Nesses casos as principais complicações envolvem dor, obstipação, constipação crônica, impossibilidade de ter partos normais na fêmea e lacerações tardias (PIERMATTEI; FLO, 1999; KEMPER et al., 2011; BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; BREGADIOLI, 2017). Historicamente o tratamento conservativo de fraturas de pelve em felinos era realizado comumente (MEESON; GEDDES, 2017). Kemper et al (2011) descrevem ainda que, além das complicações já descritas, anomalias anatômicas podem resultar em claudicação persistente, que por sua vez podem evoluir para doença articular degenerativa da articulação coxofemoral.

A reparação cirúrgica deve ser realizada sempre que o deslocamento entre os fragmentos e a instabilidade forem grandes, pacientes com marcante redução do canal pélvico e fraturas de acetábulo com deslocamento das superfícies articulares (KEMPER et al., 2011; PRADA, 2015).

Segundo Prada (2015), durante a seleção e desenvolvimento da técnica de reparação, deve-se procurar minimizar as complicações mais comuns como estreitamento do canal pélvico, lesão neurológica, lesões de sistema genito-urinário, intestinais, rupturas de parede abdominal e lesão articularacetabular.

O reparo cirúrgico geralmente resulta em retorno funcional precoce, com menos dor e complicações durante a cicatrização do que o tratamento conservador (KEMPER et al., 2011).

A consolidação de uma fratura se dá pela formação de um calo ósseo, e vários estágios de maturação do calo são influenciados por fatores humorais locais e físicos. Portanto, a osteossíntese deve sempre ser baseada em técnica que bloqueie as forças atuantes, já anteriormente descritas, impedindo a

movimentação do foco da fratura (SCHMAEDECKE, 2007). Também se considera que com a redução aberta e fixação interna, se obtém movimentação ativa, precoce e indolor do local afetado gera normalização do suporte vascular ósseo e dos tecidos adjacentes, que aumentam a nutrição celular e diminuem a osteoporose pós-traumática, restabelecendo equilíbrio entre formação e reabsorção ósseas (SCHMAEDECKE, 2007; GARCIA, 2010).

De maneira resumida, o acesso ao ílio fraturado normalmente se dá através de uma incisão que se estende do centro da tuberosidade ilíaca, até o trocanter maior do fêmur, com deslocamento do subcutâneo e fáscia superficial junto com a pele. Na sequência faz-se uma incisão na fáscia do glúteo superficial, seguindo a linha da incisão da pele, o que permite a separação dos músculos tensor da fáscia lata e glúteo médio, alongando a incisão desde a face ventral do ílio até a borda cranial do bíceps femoral. A retração do músculo glúteo médio dorsal permite o acesso ao glúteo profundo e a uma porção do corpo do ílio (KEMPER et al., 2011).

Uma vez realizado o acesso, diversas são as técnicas já descritas para estabilização das fraturas de ílio, sendo as mais comuns a fixação com placa de compressão dinâmica (DCP) laterais ou dorsais (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014). Um estudo indicou que pacientes felinos submetidos à aplicação dorsal da placa desenvolveram menos complicações com constipação e estreitamento do canal pélvico do que nos quais a placa foi aplicada lateralmente (LANGLEY-HOBBS et al., 2009). Alguns autores indicam, inclusive a aplicação de duas placas nos casos de fraturas ortogonais de ossos longos (ALEXANDRE et al., 2019). Placas bloqueadas apresentam como vantagens sobre as demais técnicas o fato de serem estáveis e não permitirem movimentação entre o implante e o osso, o que acarreta estabilidade e rigidez ao implante e osso (SILVA et al., 2017).

Outras técnicas incluem fixadores externos, placas em T, placas de reconstrução, parafusos compressivos, mini placas, pinos intramedulares isolados ou em associação com cerclagens e parafusos associados ao polimetilmetacrilato (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; PRADA, 2015). García et al (2010) descrevem, ainda, a utilização de aloenxertos ósseos conservados em mel associados à hemicerclagem para tratamento de fraturas em fraturas transversas de corpo de ílio. De acordo com Kemper et al. (2011),

uma combinação de técnicas pode ser necessária para a estabilização da pelve com fraturas múltiplas ou luxação (K).

Placas ósseas e parafusos atuam na fratura, contra as forças causadas pelo apoio do peso, e são a técnica mais comum de reparação (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014). Na técnica convencional, parafusos são utilizados para pressionar a placa contra o osso e a fixação estável é atingida ao se criar fricção entre a placa e o osso (FRIGG, 2001). A correta aplicação de uma placa e parafusos deve resultar em ótima estabilidade da fratura e propiciar retorno precoce as funções do membro livre de dor (DENNY; BUTTERWORTH, 2006; DECAMP, 2012).

As placas ósseas são um tratamento versátil e com uma grande gama de aplicação, como fraturas oblíquas, transversas e até cominutivas, motivo pelo qual é amplamente utilizada. Além disso, apresentam baixo grau de complicações e têm fácil aplicação (PRADA, 2015). As complicações da técnica normalmente estão relacionadas à escolha inadequada do implante, ou falha na aplicação, gerando afrouxamento dos parafusos que pode acarretar a perda da redução da fratura e colapso do canal pélvico (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; PRADA, 2015).

As placas são fixadas na maioria dos casos na face lateral do ílio, devido à facilidade de aplicação, porém a aplicação ventral ou dorsal é indicada por alguns autores por aumentarem a estabilidade mecânica (DECAMP, 2012; PRADA, 2015). O tamanho do animal normalmente é quem dita o tamanho da placa e parafusos a serem utilizados (PIERMATTEI; FLO, 1999).

Placas DCP e placas de compressão dinâmica bloqueadas (LCP) são, portanto, formas de tratamento de fraturas ilíacas. Este último sistema consiste na utilização de placas e parafusos nos quais os parafusos são presos na placa. Essa técnica minimiza as forças compressivas que a placa exerce sobre o osso, ficando reduzida apenas ao ponto de contato nos parafusos (FRIGG, 2001).

Considera-se como vantagem da utilização da técnica a minimização do impacto na vascularização local durante o processo de cicatrização (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014). A principal desvantagem da utilização da primeira técnica é a necessidade de osso de boa qualidade para aplicação para evitar a soltura dos parafusos, sendo que a aplicação da LCP, uma vez que

diminui a necessidade do contato entre os implantes e o osso, é uma boa técnica alternativa nos casos em que a primeira não pode ser utilizada (PRADA, 2015).

Por outro lado, a aplicação das placas requer grande exposição óssea, causando grande dano aos tecidos moles. A necessidade de remoção, envergamento da placa, afrouxamento dos parafusos e a utilização de parafusos de tamanhos diferentes o enfraquecimento do osso são também características negativas na sua aplicação (SCHMAEDECKE et al., 2003; GARCIA, 2010). Além disso, uma das principais complicações da técnica, principalmente das que não utilizam parafusos bloqueados é o afrouxamento dos mesmos (SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017).

Roehsiget al (2008) descreveram a fixação de fraturas ilíacas com parafusos, fios de aço e polimetilmetacrilato. A técnica consistia no acesso ao ílio, conforme descrição anterior, implantação de parafusos de acordo com o tipo de fratura. Na sequência os parafusos eram unidos pelos fios de aço e sobre eles depositados o cimento ósseo. Como o polimetilmetacrilato é um componente inicialmente maleável durante sua mistura, e na sequência torna-se rígido, sua aplicação deve ser feita durante um ponto ótimo de sua preparação. Como principal complicação da técnica, os autores descreveram a dificuldade em preencher completamente os espaços entre os parafusos, ossos, e fios, para promover a resistência necessária. Sendo assim, houve pacientes que quebraram o cimento, por falhas de preenchimento durante sua deposição.

Prada et al (2017) compararam através de testes biomecânicos a utilização de parafusos associados ao polimetilmetacrilato com a utilização de placas para a fixação de fraturas transversas de ílio em modelos anatômicos. Os autores concluíram que a associação com o polimetilmetacrilato apresenta estabilização superior do que a aplicação de placas, sendo que resguardar o material biológico, uma vez que exercida força superior à capacidade de resistência óssea, o próprio implante se quebra antes de fraturar o osso. Além disso, este modelo apresenta menores riscos de complicações como afrouxamento de parafusos, pois trabalha como um sistema bloqueado.

2.3 Parafusos pediculares monoaxiais

A utilização de placas e placas bloqueadas, como posto, apresenta diversas desvantagens. Um ponto negativo da utilização deste tipo de fixação é a dificuldade ou incapacidade de aplicação dos parafusos em determinado ângulo fixo por causa de linhas de fissura ósseas, ou de superfícies articulares. Outra desvantagem é a diminuição significativa na estabilidade angular e resistência à extração quando os parafusos não estão bloqueados em seu determinado ângulo fixo. Nesse sentido, a utilização de parafusos em sistemas poliaxiais é importante. Este tipo de sistema permite a inserção dos parafusos em diferentes ângulos enquanto ainda oferece a vantagem do sistema bloqueado (KACZMAREK et al., 2020).

O princípio da utilização de parafusos para fixação interna é sólido (BOUCHER, 1959). Boucher (1959) descreve a utilização de parafusos para fusão lombo sacra em humanos, há anos, e relata que o uso de parafusos longos e bem implantados fornece estabilidade durante o período de fusão, que normalmente é mais curto, diminuindo o tempo de recuperação dos pacientes, diminuindo as complicações como pseudoartrites e promovendo recuperação fora do leito mais rápida. As propriedades biomecânicas dos sistemas de fixação pedicular estão diretamente relacionadas à forma com que são ancoradas nos pedículos (FLEURY et al., 2020).

Os parafusos pediculares (PP) estão entre os implantes mais utilizados atualmente na ortopedia e neurocirurgia para estabilização de coluna vertebral (GELALIS et al., 2012; MARINHO, 2017).

Os PP assemelham-se a um parafuso comum, mas possui particularidades específicas para o local onde é implantado e com propriedades compatíveis ao corpo do animal (MARINHO, 2017). Sua fixação tem sido extensivamente utilizada na medicina humana como opção para tratar a instabilidade, devido a doenças degenerativas, fraturas, tumores, auxiliar no alinhamento da medula espinhal, e como forma de corrigir deformidades adquiridas obtendo fusão óssea sólida em pacientes com fraturas vertebrais, espondilose e escoliose (HIRANO et al., 1997; BRIDWELL, 2006).

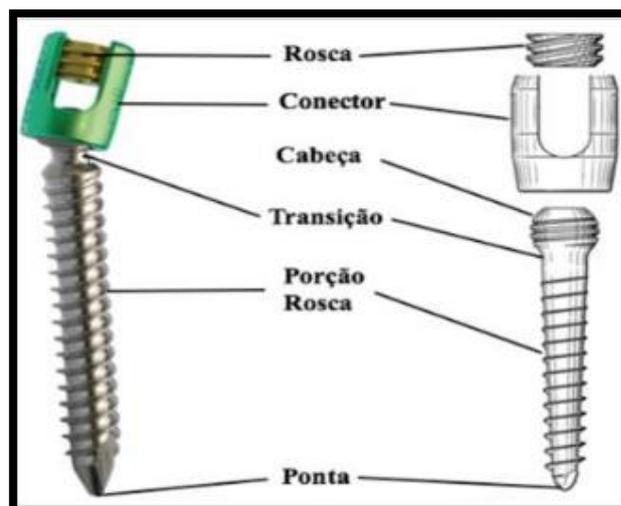


Figura 1 – Porções de um parafuso pedicular monoaxial (MARINHO, 2017) aplicados na reparação de fraturas ou luxações vertebrais, técnica consolidada na medicina.

O PP apresenta em sua estrutura três porções: ponta, rosca e transição, esta que algumas vezes é referida como pescoço do parafuso (Figura 1), conector que faz a ligação do parafuso com a barra, e a rosca que fixa a barra, que também pode ser chamada de contraparafuso. O corpo é a parte do cilindro que está sem rosca, sendo que essas estruturas podem variar de acordo com o objetivo e o local a ser utilizado (MARINHO, 2017).

O aumento do diâmetro e do comprimento do parafuso traduz-se em maiores forças de arranchamento, mas também aumenta o risco de fratura, e o aumento do diâmetro do parafuso ajuda a comprimir o osso circundante, o que acaba por aumentar a fixação do parafuso à estrutura aplicada (MARINHO, 2017).

O pedículo pode ser descrito como uma fina concha de osso cortical preenchido por uma rede osso esponjoso (HIRANO et al., 1997).

Alguns autores consideram os parafusos pediculares monoaxiais a melhor forma de restaurar a estabilidade da coluna vertebral (BOOS, 1997; HIRANO et al., 1997). O processo de fixação se dá por meio da introdução do parafuso através do pedículo vertebral para dentro do corpo vertebral, ou diretamente no corpo vertebral (MARINHO, 2017). Ainda há descrição da utilização da técnica para tratamento de instabilidades lombares (AVANZI et al., 2005).

Uma das vantagens da utilização de técnicas de utilização de parafusos sem placas está na aplicação dos parafusos em locais onde o cirurgião considera com boa estrutura óssea para fixar os implantes, uma vez que a melhor posição

para implantação pode variar conforme a apresentação da fratura. Desta maneira a colocação do parafuso não fica pré-determinada como nos casos da fixação juntamente com placas metálicas (ROEHSIG et al., 2008a).

O implante com parafusos pediculares consiste na inserção de parafusos específicos nos pedículos vertebrais, como descrito possuem local próprio para a fixação da barra transversal que os une e que promove estabilização (CONTI et al., 2018).

As principais complicações deste tipo de técnica envolvem diminuição da rigidez ou afrouxamento dos parafusos, principalmente em pacientes com osteoporose. Os fatores que afetam a estabilidade do parafuso pedicular normalmente são: tamanho do parafuso, profundidade da inserção do parafuso, orientação da rosca, técnica de inserção, torque da inserção e densidade óssea (HIRANO et al., 1997). Para tanto, a utilização de técnicas de imagem associadas no momento da inserção dos parafusos, como fluoroscopia, arco em C e tomografia tem sido de grande valia para a aplicação dos parafusos, principalmente em humanos na aplicação em coluna vertebral, com o intuito de preservação do canal espinhal e vasos (GELALIS et al., 2012). Além disso, outro problema, que muitas vezes não é considerado, é a colocação destes parafusos é a violação da cápsula facetaria (AMARAL et al., 2020).



Figura 2 – Parafuso pedicular monoaxial aplicados na reparação de fraturas ou luxações vertebrais, técnica consolidada na medicina.

O processo de fixação faz-se através da introdução do parafuso para dentro do corpo vertebral, passando pela estrutura do pedículo, são conectados a uma barra correndo longitudinalmente fixados por uma rosca central (Figura 2) (BEVEVINO, 2014).

Em humanos foram descritas como complicações da aplicação da técnica: infecção superficial precoce da ferida operatória, quebra de parafusos, infecção tardia, e dor residual (DE MACEDO; FIM; FONTES, 2008).

2.4 Parafusos pediculares monoaxiais modificados

Os parafusos pediculares monoaxiais modificados foram desenvolvidos pelo serviço de ortopedia veterinária da Universidade Estadual de Maringá, e consistem em duas partes: o copo, que tem um formato cilíndrico e oco e apresenta rosca na sua parte interna, e o parafuso cortical bloqueado, que apresenta rosca no corpo do parafuso e na cabeça do parafuso. A cabeça do parafuso cortical bloqueado é rosqueada na parte interna do copo, confeccionando assim um parafuso pedicular monoaxial modificado (Figura 3)

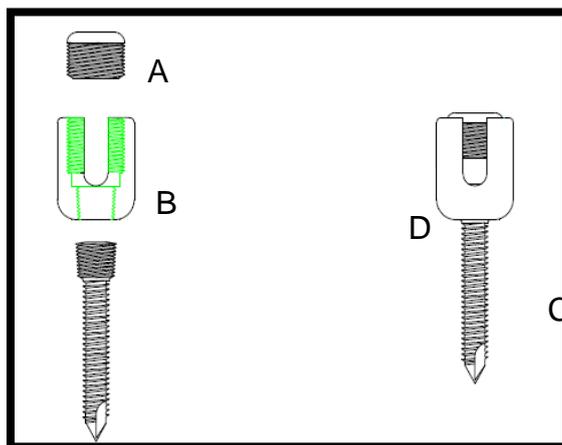


Figura 3 – Parafuso pedicular monoaxial modificado desenvolvido pelo Prof. Dr. Juliano Bortolo de Conti, na Universidade Estadual de Maringá, como alternativa à versão tradicional do parafuso pedicular, cuja aplicação também está sendo discutida para a osteossíntese de fraturas transversas ilíacas em cães.– A: Porca; B: Corpo; C: Parafuso cortical bloqueado; D: Conjunto montado. Fonte: arquivo pessoal Prof. Dr. Juliano de Conti.

3.OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral desse projeto foi avaliar biomecânicamente a resistência sistema pedicular na osteossíntese de ílio.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar a resistência do sistema pedicular com placa e parafuso na osteossíntese de ílio.
- Adquirir nova alternativa de osteossíntese para fraturas transversas de ílio.

9. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Modelo experimental

Foram preparadas 5 pelves de cães esqueleticamente maduros obtidas de 10 cães eutanasiados no Centro de Controle de Zoonoses de Maceió – AL., de ambos os sexos, de animais sem raça definida com pesos de 10 a 15kg. Em seguida as pelves foram dissecadas para criação dos corpos de prova (Figura 4). Ao final da preparação, as pelves foram inspecionadas para assegurar que não apresentassem nenhuma anormalidade fisiológica, lavadas em água corrente, colocadas em sacos plásticos e congeladas em freezer convencional por um período máximo de 20 semanas. Para a realização dos testes, as pelves foram descongeladas em temperatura ambiente.



Figura 4 – Pelves caninas naturais após preparação e dissecação da musculatura adjacente, que foram utilizadas para geração dos corpos de prova, para posterior fratura transversa ilíaca e correção com placa e parafuso (GC) e com os parafusos pediculares monoaxiais modificados, para avaliação biomecânica por prensa. Fonte: arquivo pessoal do autor.

Os corpos de prova foram divididos em dois grupos com mesmo número (n=5) e estrutura. Realizou-se nas pelves desarticulação sacro ilíaca afim de utilizar a hemipelve de cada peça e osteotomias no corpo do púbis e na sínfise púbica (Figura 5).



Figura 5 – Resultado final da confecção dos corpos de prova a partir de pelves caninas naturais após preparação e desarticulação sacro ilíaca para a formação de hemipelvas. Os corpos de prova foram utilizados para avaliação biomecânica da aplicação de parafusos monoaxiais modificados para correção de fraturas ilíacas transversas. Fonte: arquivo pessoal.

Os corpos de prova foram, então, submetidos à osteotomia transversa em seu ílio através da utilização de uma serra oscilatória, imediatamente dois e meio centímetros craniais ao acetábulo,

As pelves foram, então, lavadas em água corrente, colocadas em sacos plásticos e congeladas em freezer convencional por um período máximo de 3 semanas. Para a realização dos testes, as pelves foram descongeladas em temperatura ambiente.

Na sequência, foram realizados testes de resistência. Os modelos foram divididos em GC e GP e os testes foram realizados no Instituto Federal de Alagoas (IFAL) no laboratório de engenharia e materiais de construção civil. A prensa elétrica utilizada nos corpos de prova foi da marca Fortest® modelo FT 01 com a capacidade máxima de 200 TON.

9.2 Aplicação dos implantes

As pelves foram, então, separadas em dois grupos denominados de n=5. O grupo controle (GC) foi submetido à osteossíntese por placa e parafusos, e o grupo pedicular (GP) foi submetido à osteossíntese por sistema pedicular.

Para a osteossíntese por placa e parafusos foi utilizada uma placa de compressão dinâmica bloqueada com seis orifícios e 2.7mm de espessura. A fratura foi reduzida com a ajuda de auxiliares, e a placa foi posicionada

lateralmente de tal maneira a manter o mesmo número de furos em cada lado do foco de fratura, e a placa foi moldada para melhor se adaptar às irregularidades ósseas.

Com o auxílio de uma perfuratriz ortopédica com broca de 2.0mm, utilizando o furo mais distal da placa como guia no segmento caudal do ílio fraturado, foi realizado uma perfuração que ultrapassou ambas corticais do osso. Na sequência, um parafuso bloqueado de 10 mm foi implantado na perfuração. O mesmo procedimento foi realizado de maneira espelhada na porção cranial do ílio, após a linha de fratura, utilizando a placa como guia. Os parafusos podiam alterar em comprimento, dependendo do local no qual estava sendo aplicado (Figura 6).



Figura 6 - Modelo de hemipelve do grupo controle (GC) após implantação de placas e parafusos para a correção de fraturas ilíacas transversas, antes da aplicação da força, para avaliação biomecânica e comparação com a utilização de parafusos monoaxiais modificados. Fonte: arquivo pessoal.

A placa utilizada para este grupo foram placas da marca Cãomedica®, e os parafusos Cãomedica®, todos auto-rosqueantes.

Para osteossíntese por sistema pedicular, o ílio fraturado recebeu primeiramente quatro parafusos pediculares monoaxiais modificados, de **2.7mm** e tamanho 14mm e na sequência a barra estabilizadora foi presa, após alinhamento da fratura, através das porcas rosqueantes. O material utilizado foi da marca NewVet® (Figura 7).



Figura 7 – Conjunto para aplicação de parafusos monoaxiais modificados, desenvolvido pela NewVet® em parceria com o Prof Dr. Juliano de Conti da Universidade Estadual de Maringá. O conjunto foi utilizado para correção de fraturas ílicas transversas e depois submetido à avaliação biomecânica para avaliar a viabilidade do método de fixação para osteossíntese das fraturas descritas. Fonte: arquivo pessoal.

O primeiro parafuso pediculado 2,7mm com tamanho de 14mm foi aplicado a -3cm do foco de fratura, na porção dorsal do corpo do ílio, utilizando furadeira com broca de 2.0mm, e na sequência, paralelos a este, a cada 1,5 cm, foram aplicados mais 3 implantes de igual maneira (Figura 8).

O torque aplicado para inserção dos parafusos não foi medido de forma direta e objetiva.

Uma vez aplicados os parafusos pediculares monoaxiais nos corpos de prova, foi passada barra estabilizadora na cabeça dos parafusos, para alinhamento da fratura, e na sequência a mesma foi presa aos parafusos utilizando as porcas de cada parafuso.

Ao final dos ensaios, os resultados obtidos foram analisados através do método estatístico análise de variância (ANOVA) pelo teste F através do software Rstudio.

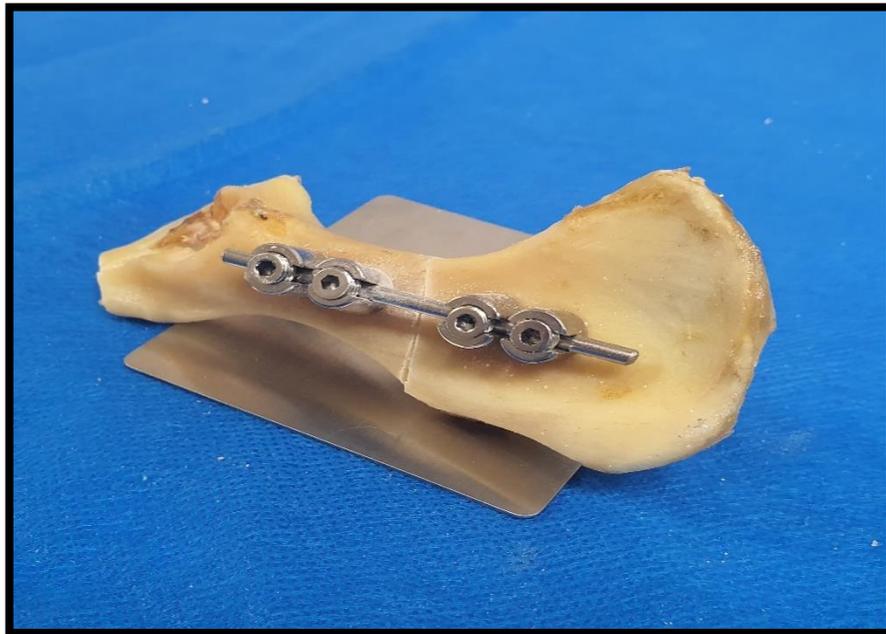


Figura 8 - Modelo de hemipelve (corpo de prova) do grupo pedicular (GP) após implantação de hastes e parafusos pediculares monoaxiais modificados, antes da aplicação da força. O conjunto foi utilizado para correção de fraturas ílfacas transversas e depois submetido à avaliação biomecânica para avaliar a viabilidade do método de fixação para osteossíntese das fraturas descritas. Fonte: arquivo pessoal.

9.3 Ensaio biomecânico

Para avaliação da resistência latero-medial do corpo do ílio, cada pelve foi posicionada com a porção medial da asa do ílio apoiada sobre um suporte de aço inoxidável, garantindo que a área avaliada permaneça paralela à base da máquina (Figura 10). Exatamente sobre o foco da fratura, foi posicionado um cilindro de aço inoxidável que foi pressionado pela máquina.



Figura 9 - Prensa Fortest® para teste de compressão, modelo FT 01. A prensa foi utilizada para realização de teste biomecânico de compressão dos corpos de prova contendo fratura transversa de ílio com correção de placa e parafuso (GC) e com fixação por meio de parafusos pediculares modificados (GP). Fonte: arquivo pessoal.



Figura 10 - Posicionamento dos corpos de prova para ensaio biomecânico de compressão dos corpos de prova contendo fratura transversa de ílio com correção de placa e parafuso (GC) e com fixação por meio de parafusos pediculares modificados (GP). Fonte: arquivo pessoal



Figura 11 - Fraturas em corpos de testes após aplicação das forças de compressão para comparação biomecânica da utilização de duas técnicas de reparação de fraturas transversas de ílio. Percebe-se que a utilização dos implantes buscou a similaridade das técnicas para melhor comparação entre ambas. À direita amostra C do GC, e À esquerda amostra C do GP. Fonte: arquivo pessoal

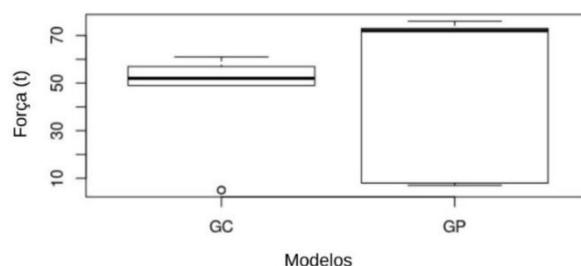
A máquina foi acionada e a pressão sobre o implante foi informada pelo ponteiro analógico do marcador. O teste foi concluído quando ocorreu a ruptura do implante, avulsão de um ou mais parafusos, distração do foco de fratura ou fratura óssea (Figura 11).

10. Avaliação estatística

O Delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste F através do software Rstudio (2020) apoiado na linguagem R (R core team, 2013). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O gráfico foi plotado através dos dados estatísticos obtidos no mesmo software.

	Df	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P valor
Tratamento	1	29	28,8	0,035*	0,853
Resíduo	8	14655	814,2	-----	

*Significativo ao nível de 95% de probabilidade pelo teste de Tukey.



11.RESULTADOS

Os resultados dos ensaios biomecânicos foram categorizados em duas tabelas para posterior avaliação. A Tabela 1 discrimina os resultados físicos da aplicação da força nos modelos anatômicos utilizados, ou seja, tipos de ruptura que determinaram o momento limite para parar o experimento. As rupturas mais comuns foram avulsão de parafusos (Figura 12) e fraturas ósseas (Figura 13).



Figura 12 – Avulsão de parafusos e distração do foco de fratura de GP após aplicação da força de compressão do ensaio biomecânico para avaliação da utilização de parafusos pediculares monoaxiais modificados para correção de fraturas transversas de ílio. Fonte: arquivo pessoal



Figura 13 - Fratura em corpos de testes de GC após aplicação das forças de compressão do ensaio biomecânico para avaliação da utilização de placa e parafuso para correção de fraturas transversas de ílio. Fonte: arquivo pessoal.

Tabela 1 - Tipos de alterações visualizadas resultantes da aplicação da força nos modelos anatômicos, conforme os grupos.

Amostra	GC¹	GP²
A	Ruptura do implante	Avulsão de parafusos
B	Ruptura de implante	Avulsão de parafuso
C	Fratura óssea	Avulsão de parafusos e distração do foco de fratura
D	Fratura óssea	Fratura óssea
E	Ruptura do implante	Avulsão de parafuso

¹GC: Grupo controle – Hemipelvas onde foram aplicadas placas e parafusos.

²GP: Grupo pedicular – hemipelvas onde foram aplicados parafusos monoaxiais e hastes de fixação.

A Tabela 2 discrimina a quantidade de força aplicada para causar cada fratura ou avulsão dos implantes nos modelos anatômicos, subdivididos em GC e GP.

Tabela 2 - Amostras e quantidade de força (ton) aplicada nos modelos anatômicos até o instante imediatamente anterior fratura ou avulsão dos implantes sofrida, subdivididas conforme os grupos.

Amostra	GC¹ (ton)	GP² (ton)
A	0,57	0,76
B	0,50	0,72
C	0,61	0,80
D	0,52	0,73
E	0,49	0,70

¹GC: Grupo controle – Hemipelvas onde foram aplicadas placas e parafusos.

²GP: Grupo pedicular – hemipelvas onde foram aplicados parafusos monoaxiais e hastes de fixação

12. DISCUSSÃO

As fraturas pélvicas de uma maneira geral, são enfermidades comuns à rotina do médico veterinário ortopedista. Esse tipo de fratura pode corresponder de 22 a 34% de todas as fraturas em pequenos animais, sendo as fraturas ilíacas as mais comuns tendo a cirurgia indicada na grande maioria dos casos (ROEHSIG et al., 2008b; SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017; SILVA et al., 2017).

Além disso, é importante que o médico veterinário esteja ciente sobre a correta aplicação de cada técnica, para avaliar os riscos e ter condições de optar pela melhor abordagem de maneira personalizada a cada paciente (CAMASSA et al., 2015).

Dentre as diferentes técnicas de redução de fraturas de ílio, a aplicação de placa e parafuso constituem a técnica mais utilizada para reconstrução de fraturas pélvicas (ROEHSIG et al., 2008b; BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; BREGADIOLI, 2017; SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017; SILVA et al., 2017). Segundo Scrimgeour et al (2017), as placas laterais são consideradas a forma mais simples de correção dessa fratura, e permite uma boa visibilidade no foco.

Por outro lado, as técnicas utilizadas para o reparo de fraturas pélvicas precisam ser cada vez mais confiáveis, de fácil aplicação e de baixo custo, para trazer segurança e praticidade ao médico veterinário, ao mesmo tempo em que devem oferecer conforto e suporte ao paciente, favorecendo sua pronta recuperação, e neste sentido justifica-se a utilização de parafusos pediculares monoaxiais para osteossíntese pélvicas.

Neste estudo experimental procurou-se utilizar ossos naturais para procurar o modelo mais próximo ao que se aplica in vivo.

Em uma análise inicial dos resultados dos testes biomecânicos, verificou-se que em todos os casos as amostras do GP foram as que suportaram maior pressão antes de apresentarem qualquer tipo de dano no objeto de amostra. Roehsig et al (2008) corrobora com os achados, pois realizou estudo semelhante à do GP utilizando a técnica de aplicação de parafusos fixos nos ossos pélvicos, que posteriormente foram unidos entre si, no caso, com polimetilmetacrilato. No estudo os autores reconheceram que em animais com até 16kg a técnica proporciona estabilidade das fraturas ilíacas de forma precoce fornecendo recuperação funcional rápida.

A estabilidade e consolidação é o principal objetivo da osteossíntese de qualquer fratura. O estudo de Avanzi et al (2005) indicou que a aplicação de parafusos pediculares monoaxiais promoveram resultados funcionais positivos de instabilidades lombares de humanos em mais de 70% dos casos.

A amostra do GP que mais resistiu à pressão foi a amostra C, que suportou 0,80 ton. De maneira oposta, a amostra do GP que cedeu com menor pressão aplicada foi a amostra E, a qual suportou até 0,70 ton.

Com relação às amostras do GC, a amostra que mais resistiu foi a amostra C, que suportou uma pressão de 0,61 ton, e a que menos resistiu, semelhante ao GP, foi a amostra E, suportando apenas 0,49 ton.

O maior benefício para a utilização do conjunto de parafusos pediculares foi visto na amostra B, cujo aumento da resistência foi de 44%, enquanto que o menor foi da amostra A, cujo benefício foi de apenas 33%. O mesmo ocorreu para as amostras que resistiram à menor pressão, a amostra E. Neste caso fica ainda mais evidente como a utilização do parafuso pedicular foi mais resistente, conferindo um aumento de 42% na resistência do implante. De acordo com a literatura, a frouxidão dos parafusos consiste em uma das principais

complicações da utilização de placas e parafusos, podendo corresponder a até 50% destas pode estar relacionada com alterações na densidade óssea (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; CAMASSA et al., 2015; SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017).

Ao contrário do que foi descrito na literatura, não foi observada em nenhum dos casos frouxidão dos parafusos nesta técnica durante os ensaios biomecânicos. Acredita-se que a utilização repetida do esforço de mobilidade seja preponderante para este tipo de complicação ocorrer, o que não pode ser executado neste ensaio biomecânico, podendo, portanto, ser considerado uma limitação do estudo.

A análise estatística mostrou que os dados têm diferente estatística e são diferentes entre si, a média correspondente a cada linha escura de cada um dos quadrados, no grupo do controle está aproximadamente 0,50 no grupo controle e no grupo pediculado a 0,70, conotando relevância ao resultado final.

Pela avaliação das diversas aplicações de redução de fraturas utilizando implantes, percebe-se que a utilização de parafusos demonstra várias vantagens, o que reforça o conteúdo e a justificativa deste trabalho.

13. CONCLUSÃO

Conclui-se do ponto de vista biomecânico que as fraturas simples de corpo de ílio quando tratadas com a utilização de parafusos pediculares e hastes apresentam resistência aproximadamente 37% maior à pressão do que quando utilizados, sob as mesmas circunstâncias e condições que placas e parafusos.

Foi comprovada através deste estudo a superioridade na resistência à força de compressão da correção de fraturas de corpo de ílio em cães através de parafusos pediculados em relação à placa bloqueada, além de desenvolvermos uma técnica alternativa para correção de fraturas ilíacas.

No entanto, mais estudos precisam ser conduzidos para determinar e consagrar as características a serem observadas para seleção do número e tamanho de parafusos pediculares para tratamento de fraturas de corpo de ílio.

14. REFERÊNCIAS

- ABD EL RAOUF, M.; EZZELDEIN, S. A.; EISA, E. F. M. Bone fractures in dogs: A retrospective study of 129 dogs. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v. 33, n. 2, p. 401–405, 1 jun. 2019.
- ALEXANDRE, N. et al. Aplicação de placas (DCP ou VCP) paralelas em fracturas oblíquas longas de ilio em animais de companhia - resultados preliminares. In: 9o Encontro de formação da Ordem dos Médicos Veterinários, **Anais...**2019.
- AMARAL, R. et al. Pedicle screws and facet violation a- The importance of the angle between the facet and the screw. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 55, n. 5, p. 642–648, 2020.
- AVANZI, O. et al. Tratamento da instabilidade lombar com parafusos pediculares. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 5–8, 2005.
- BEVEVINO, A. J. et al. Systematic review and meta-analysis of minimally invasive transforaminal lumbar inter body fusion rates performed without posterolateral fusion. **Journal of Clinical Neuroscience**, v. 21, n. 10, p. 1686–1690, 2014.
- BOOS, N. et al. Immunolocalization of type X collagen in human lumbar intervertebral discs during ageing and degeneration. **Histochemistry and Cell Biology**, v. 108, p. 471–480, 1997.
- BOUCHER, H. H. A method of spinal fusion. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 41 b, n. 2, p. 248–259, 1959.
- BREGADIOLI, T. **Comparação biomecânica e da redução óssea do Clamp and Rod Internal Fixation e placa de reconstrução bloqueada em fraturas de acetábulo. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais)**. 2017. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2017.
- BRIDWELL, K. H. Decision making regarding Smith-Petersen vs. pedicle subtraction osteotomy vs. vertebral column resection for spinal deformity. **Spine**, v. 31, n. 19 Suppl, p. 169 S171–8, 2006.
- BRUCE, C. W.; GIBSON, T. W. G.; RUNCIMAN, R. J. A comparison of conventional compression plates and locking compression plates using cantilever bending in an ilial fracture model. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 27, n. 6, p. 430–435, 2014.

CAMASSA, J. A. de A. et al. Placas bloqueadas em pequenos animais: indicações e limitações. **Medvep: Revista Científica de Medicina Veterinária. Pequenos Animais e Animais de Estimação**, v. 13, n. 43, p. 116–122, 2015.

CARVALHO, L. L. De et al. Enxerto ósseo na ortopedia veterinária: Revisão Bone graft in veterinary orthopedics: Review Injerto óseo en la ortopedia veterinaria: Revisión. p. 1–6, 2019.

CLAES, L. Biomechanical principles and mechanobiologic aspects of flexible and locked plating. **Journal of orthopaedic trauma**, v. 25, n. 2 Suppl, p. S4–S7, 2011.

CONTI, J. B. De et al. Osteossíntese vertebral em cão utilizando parafusos pediculares. **Medvep - Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação**, v. 15, n. 2018, p. 84–88, 2018.

CORDEY, J. Introduction: basic concepts and definitions in mechanics. **International Journal of the Care of the Injured**, v. 31, n. 2, p. 1–13, 2000.

COSTA, J. M. et al. Osteossíntese ilíaca com braçadeira de náilon e cimento ósseo de polimetilmetacrilato - estudo experimental em cadáveres de cães. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 5, n. 3, p. 22–26, 2012.

DALMOLIN, F. et al. Biomecânica óssea e ensaios biomecânicos-fundamentos teóricos. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1675–1682, 2013.

DE MACEDO, R. D.; FIM, M.; FONTES, B. P. C. Parafusos pediculares no tratamento da cifose de Scheuermann: resultados e complicações. **Rev Bras Ortop**, v. 43, n. 1, p. 3344–2777, 2008.

DECAMP, C. E. Fractures of the pelvis. In: TOBIAS, K. M.; JOHNSTON, S. A. (Ed.). **Veterinary Small Animal Surgery**. St. Louis: Elsevier Saunders, 2012. p. 801–815.

DENNY, H. R.; BUTTERWORTH, S. J. **Cirurgia Ortopédica em cães e gatos**. 4. ed. São Paulo: Editora Roca, 2006.

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

FLEURY, R. B. C. et al. Influence of the congruence of pilot hole tapping on the anchorage of the pedicle screw. **Coluna/ Columna**, v. 19, n. 3, p. 197–200, 2020.

FRIGG, R. Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the Dynamic Compression Plate and the Point Contact Fixator (PC-Fix). **Injury**, v. 32, n. SUPPL.2, p. 63–66, 2001.

GARCIA, É. F. V. **Análise Biomecânica ex vivo de dois métodos de Osteossíntese de pelve em cães**. 2010. UFSM, 2010.

GARCIA, É. F. V. et al. Análise biomecânica ex vivo de dois métodos de osteossíntese de ílio em cães. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 1980–1986, 2010.

GELALIS, I. D. et al. Accuracy of pedicle screw placement: A systematic review of prospective in vivo studies comparing free hand, fluoroscopy guidance and navigation techniques. **European Spine Journal**, v. 21, n. 2, p. 247–255, 2012.

GETTY, R.; SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

HIRANO, T. et al. Structural characteristics of the pedicle and its role in screw stability. **Spine**, v. 22, n. 21, p. 2504–2510, 1997.

JOHNSON, A. I; HULSE, D. A. Fundamentos da Cirurgia Ortopédica e Tratamento de Fraturas. In: FOSSUM, T. W. (Ed.). **Cirurgia de Pequenos Animais**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2005. p. 823–900.

KACZMAREK, J. et al. Mechanical Performance of a Polyaxial Locking Plate and the Influence of Screw Angulation in a Fracture Gap Model. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 33, n. 1, p. 36–44, 2020.

KEMPER, B. et al. Consequências Do Trauma Pélvico Em Cães. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 2, p. 311–321, 2011.

LANGLEY-HOBBS, S. J. et al. Feline ilial fractures: A prospective study of dorsal plating and comparison with lateral plating. **Veterinary Surgery**, v. 38, n. 3, p. 334–342, 2009.

MARINHO, P. V. T. **Comparação biomecânica ex vivo da estabilização vertebral cervical caudal de cães conferida por meio de pinos bicorticais e polimetilmetacrilato ou parafusos poliaxiais monocorticais associados ou não a distrator intersomático Tese (Doutorado em Medicina)**. 2017. Faculdade Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2017.

MEESON, R. L.; GEDDES, A. T. Management and long-term outcome of pelvic fractures: a retrospective study of 43 cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 19, n. 1, p. 36–41, 2017.

MELO FILHO, E. V et al. Utilização da tomografia computadorizada quantitativa como teste de resistência para avaliação de placas ósseas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 64, n. 3, p. 766–768, 2012.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L. **Manual de Ortopedia e tratamento das**

fraturas dos pequenos animais. 3. ed. São Paulo: Manole, 1999.

PRADA, T. C. **Estudo mecânico comparativo da estabilização de fratura ilíaca com dois tipos de implantes (parafusos com placa de compressão dinâmica e parafusos associados ao polimetilmetacrilato) em hemipelvas caninas sintéticas**. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veter. 2015. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, 2015.

PRADA, T. C. et al. Mechanical analysis of transversal iliac fracture stabilization using dynamic compression plate or screws and PMM in polyurethane bone model. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 69, n. 4, p. 901–907, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8434>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

PRENDERGAST, P. J. et al. Basic orthopaedic biomechanics and mechano-biology. In: WILKINS, L. W. & (Ed.). **Basic orthopaedic biomechanics and mechano-biology**. [s.l.: s.n.]p. 29–90.

RADASCH, R. M. BIOMECHANICS OF BONE AND FRACTURES. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 29, n. 5, p. 1045–1082, 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0195-5616\(99\)50102-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0195-5616(99)50102-2)>.

RCORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria, 2013

RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA, 2020.

ROEHSIG, C. et al. Fixação de fraturas ilíacas em cães com parafusos, fios de aço e cimento ósseo de polimetilmetacrilato. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 6, p. 1675–1681, 2008a.

ROEHSIG, C. et al. Fixação de fraturas ilíacas em cães com parafusos, fios de aço e cimento ósseo de polimetilmetacrilato. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1675–1682, 2008b.

SCHMAEDECKE, A. et al. Tratamento cirúrgico de união retardada e não-união de fraturas em cães : revisão de literatura. **Rev. Educ. Contin. CRMV-SO**, v. 6, n. 1\3, p. 74–82, 2003.

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

SCRIMGEOUR, A. B.; CRAIG, A.; WITTE, P. G. Locking T-Plate Repair of Iliac

Fractures in Cats and Small Dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 30, n. 6, p. 453–460, 2017.

SILVA, B. Z. da et al. Osteossínteses de ílio e fêmur em cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*). **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 45, n. 219, p. 1–6, 2017.

STIEGER-VENEGAS, S. M. et al. Evaluation of the diagnostic accuracy of four-view radiography and conventional computed tomography analysing sacral and pelvic fractures in dogs. **Vet Comp Orthop Traumatol**, v. 3, p. 155–163, 2015.

VON PFEIL, D. J. F. et al. Minimally displaced tibial tuberosity avulsion fracture in nine skeletally immature large breed dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 25, n. 6, p. 524–531, 2012.

WILKE, H. J. et al. New In Vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life.pdf. **Spine**, v. 24, n. 8, p. 755–762, 1999.

15. ANEXOS

15.1 Normas de publicação da revista ABMVZ PASSO A PASSO – SISTEMA DE SUBMISSÃO DE ARTIGOS POR INTERMÉDIO DO SCHOLARONE INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (*Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*)

Política Editorial

O periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (*Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science*), ISSN 0102-0935 (impresso) e 1678-4162 (online), é editado pela FEPMVZ Editora, CNPJ: 16.629.388/0001-24, e destina-se à publicação de artigos científicos sobre temas de medicina veterinária, zootecnia, tecnologia e inspeção de produtos de origem animal, aquacultura e áreas afins. Os artigos encaminhados para publicação são submetidos à aprovação do Corpo Editorial, com assessoria de especialistas da área (relatores). Os artigos cujos textos necessitem de revisões ou correções serão devolvidos aos autores. Os aceitos para publicação tornam-se propriedade do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) citado como Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. Os autores são responsáveis pelos conceitos e informações neles contidos. São imprescindíveis originalidade, ineditismo e destinação exclusiva ao ABMVZ.

Reprodução de artigos publicados

A reprodução de qualquer artigo publicado é permitida desde que seja corretamente referenciado. Não é permitido o uso comercial dos resultados.

A submissão e tramitação dos artigos é feita exclusivamente on-line, no endereço eletrônico . Não serão fornecidas separatas.

Os artigos encontram-se disponíveis no endereço www.scielo.br/abmvz.

Orientações Gerais

Toda a tramitação dos artigos é feita exclusivamente pelo Sistema de publicação online do Scielo – ScholarOne, no endereço <http://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo> sendo necessário o cadastramento no mesmo.

Leia "PASSO A PASSO – SISTEMA DE SUBMISSÃO DE ARTIGOS POR INTERMÉDIO DO SCHOLARONE" Toda a comunicação entre os diversos autores do processo de avaliação e de publicação (autores, revisores e editores) será feita apenas de forma eletrônica pelo Sistema, sendo que o autor responsável pelo artigo será informado automaticamente por e-mail sobre qualquer mudança de status do mesmo.

Fotografias, desenhos e gravuras devem ser inseridos no texto e quando solicitados pela equipe de editoração também devem ser enviados, em separado, em arquivo com extensão JPG, em alta qualidade (mínimo 300dpi), zipado, inserido em "Figure or Image" (Step 6).

É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no texto submetido. O ABMVZ comunicará a cada um dos inscritos, por meio de correspondência eletrônica, a participação no artigo.

Caso um dos produtores do texto não concorde em participar como autor, o artigo será considerado como desistência de um dos autores e sua tramitação encerrada.

Comitê de Ética

É indispensável anexar cópia, em arquivo PDF, do Certificado de Aprovação do Projeto da pesquisa que originou o artigo, expedido pelo CEUA (Comitê de Ética no Uso de Animais) de sua Instituição, em atendimento à Lei 11794/2008. O documento deve ser anexado em "Ethics Conmtee" (Step 6). Esclarecemos que o número do Certificado de Aprovação do Projeto deve ser mencionado no campo Material e Métodos.

Tipos de artigos aceitos para publicação

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa. Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" – Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e

Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas, figuras e Referências.

O número de Referências não deve exceder a 30.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

O texto NÃO deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como “Main Document” (Step 6), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), com linhas numeradas. Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no “Title Page” (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.

* na submissão usar somente o Keyword (Step 2) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do

idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explicação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados. Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação. Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo

do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, SEM revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e 38 teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais da ABNT, adaptadas para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1.Citações no texto A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário...

(1987/88); dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);

mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al. (1979);

mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson et al. (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2.Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphavirus in foals. Am. J. Vet. Res., v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. Not. Med. Vet., n.1, p.13-20, 1984.

3.Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p. 39
LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores et al.):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: .Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: . Acessado em: 5 dez. 1994

15.2 Artigo Submetido

AVALIAÇÃO COMPRESSIVA BIOMECÂNICA DO SISTEMA PEDICULAR NA OSTESSINTESE ILIACA EM CÃES

[BIOMECHANICAL COMPRESSIVE EVALUATION OF THE PEDICULAR
SYSTEM OF ILIACA OSTESINTESES IN DOGS]

SILVA¹, A. E.; DE CONTI², J. B.; ESTRALIOTO B. L. C²; JABOUR, F. F.³

¹Mestrado em Produção Sustentável e Saúde Animal da Universidade Estadual de Maringá.

²Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Maringá.

³Departamento de Medicina Veterinária do Centro Universitário Maurício de Nassau (Maceió)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar biomecanicamente a resistência do sistema pedicular modificado na osteossíntese de ílio e comparar a resistência desse sistema em relação à placa e parafuso, visando criar nova alternativa de osteossíntese para fraturas transversas ilíacas. Para o ensaio biomecânico, foram preparadas 10 hemipelvas de cães adultos, submetidas às fraturas transversas nos ílios dos corpos de prova, que foram corrigidas com placa e parafuso, denominado Grupo Controle (n=5), e com sistema pedicular modificado, Grupo Pedicular (n=5). Os corpos de prova foram, então, submetidos à prensa mecânica, e avaliada a força aplicada imediatamente anterior à ruptura do implante. O Grupo Pedicular mostrou que resiste mais à pressão em 100% dos casos, quando comparados ao Grupo Controle.

Palavras-chave: pelve, fratura, fixação, resistência.

ABSTRACT

The objective of this study was to biomechanically evaluate the resistance of the modified pedicle system in ilium osteosynthesis and compare the resistance of this system in relation to the plate and screw, aiming to create a new osteosynthesis alternative for transverse iliac fractures. For the biomechanical test, 10 hemipelvises from adult dogs were prepared, submitted to transverse fractures in the iliums of the specimens, which were corrected with a plate and screw, called Control Group (n=5), and with a modified pedicle system, Pedicular Group (n=5). The specimens were then submitted to a mechanical press, and the force applied immediately before the implant rupture was evaluated. The Pedicular Group showed that it resists pressure more in 100% of the cases, when compared to the Control Group.

Keywords: pelvis, fracture, fixation, resistance.

INTRODUÇÃO

Os animais de companhia são suscetíveis a diversos tipos de acidentes, especialmente ortopédicos, sendo as fraturas ósseas bastante comuns (ABD EL RAOUF; EZZELDEIN; EISA, 2019).

Fratura é um tipo de ferimento comum em cães e gatos, normalmente associados a traumas violentos como quedas de grandes alturas ou atropelamentos (KEMPER et al., 2011). Diversas são as técnicas e implantes já descritos para a osteossíntese de fraturas ilíacas, como placas, parafusos, fixadores externos, cerclagens e implantes, sendo os com parafusos com polimetilmetacrilato os mais comuns (DECAMP, 2012).

Este trabalho tem por objetivo avaliar, do ponto de vista biomecânico, uma nova forma de correção de fratura transversa de corpo ilíaco, que se baseia na utilização de parafusos pediculares monoaxiais modificados, minimizar os riscos de frouxidão dos parafusos, além da aplicação com menor lesão da musculatura local.

Inicialmente a hipótese baseou-se no fato de que o sistema pedicular monoaxial modificado apresentaria resistência superior ao grupo controle, no qual foi aplicada a técnica de placa e parafuso no teste biomecânico, para a estabilização de fratura transversa do corpo ilíaco.

MATERIAL E MÉTODOS

Modelo experimental

Foram preparadas 5 pelves de cães esqueleticamente maduros obtidas de 10 cães eutanasiados no Centro de Controle de Zoonoses de Maceió – AL., de ambos os sexos, de animais sem raça definida com pesos de 10 a 15kg. Em seguida as pelves foram dissecadas para criação dos corpos de prova (Fig. 1). Ao final da preparação, as pelves foram inspecionadas para assegurar que não apresentassem nenhuma anormalidade fisiológica, lavadas em água corrente, colocadas em sacos plásticos e congeladas em freezer convencional por um período máximo de 20 semanas. Para a realização dos testes, as pelves foram descongeladas em temperatura ambiente.



Figura 1. Pelves caninas naturais após preparação e dissecação da musculatura adjacente, que foram utilizadas para geração dos corpos de prova, para posterior fratura transversa íliaca e correção com placa e parafuso (GC) e com os parafusos pediculares monoaxiais modificados, para avaliação biomecânica por prensa. Fonte: arquivo pessoal do autor.

Os corpos de prova foram divididos em dois grupos com mesmo número ($n=5$) e estrutura. Realizou-se nas pelves desarticulação sacro íliaca afim de utilizar a hemipelve de cada peça e osteotomias no corpo do púbis e na sínfise púbica (Fig. 2).



Figura 2. Resultado final da confecção dos corpos de prova a partir de pelves caninas naturais após preparação e desarticulação sacro íliaca para a formação de hemipelves. Os corpos de prova foram utilizados para avaliação biomecânica da aplicação de parafusos monoaxiais modificados para correção de fraturas íliacas transversas. Fonte: arquivo pessoal do autor.

Os corpos de prova foram, então, submetidos à osteotomia transversa em seu ílio através da utilização de uma serra oscilatória, imediatamente dois e meio centímetros craniais ao acetábulo,

As pelves foram, então, lavadas em água corrente, colocadas em sacos plásticos e congeladas em freezer convencional por um período máximo de 3 semanas. Para a realização dos testes, as pelves foram descongeladas em temperatura ambiente.

Na sequência, foram realizados testes de resistência. Os modelos foram divididos em GC e GP e os testes foram realizados no Instituto Federal de Alagoas (IFAL) no laboratório de engenharia e materiais de construção civil. A prensa elétrica utilizada nos corpos de prova foi da marca Fortest® modelo FT 01 com a capacidade máxima de 200 TON.

Aplicação dos implantes

As pelves foram, então, separadas em dois grupos denominados de n=5. O grupo controle (GC) foi submetido à osteossíntese por placa e parafusos, e o grupo pedicular (GP) foi submetido à osteossíntese por sistema pedicular.

Para a osteossíntese por placa e parafusos foi utilizada uma placa de compressão dinâmica bloqueada com seis orifícios e 2.7mm de espessura. A fratura foi reduzida com a ajuda de auxiliares, e a placa foi posicionada lateralmente de tal maneira a manter o mesmo número de furos em cada lado do foco de fratura, e a placa foi moldada para melhor se adaptar às irregularidades ósseas.

Com o auxílio de uma perfuratriz ortopédica com broca de 2.0mm, utilizando o furo mais distal da placa como guia no segmento caudal do ílio fraturado, foi realizado uma perfuração que ultrapassou ambas corticais do osso. Na sequência, um parafuso bloqueado de 10 mm foi implantado na perfuração. O mesmo procedimento foi realizado de maneira espelhada na porção cranial do ílio, após a linha de fratura, utilizando a placa como guia. Os parafusos podiam alterar em comprimento, dependendo do local no qual estava sendo aplicado (Fig. 3).



Figura 3. Modelo de hemipelve do grupo controle (GC) após implantação de placas e parafusos para a correção de fraturas íliacas transversas, antes da aplicação da força, para avaliação biomecânica e comparação com a utilização de parafusos monoaxiais modificados. Fonte: arquivo pessoal do autor.

A placa utilizada para este grupo foram placas da marca Cãomedica ®, e os parafusos Cãomedica ®, todos auto-rosqueantes.

Para osteossíntese por sistema pedicular, o ílio fraturado recebeu primeiramente quatro parafusos pediculares monoaxiais modificados, de **2.7mm** e tamanho 14mm e na sequência a barra estabilizadora foi presa, após alinhamento da fratura, através das porcas rosqueantes. O material utilizado foi da marca NewVet ® (Fig. 4).



Figura 4. Conjunto para aplicação de parafusos monoaxiais modificados, desenvolvido pela NewVet® em parceria com o Prof Dr. Juliano de Conti da Universidade Estadual de Maringá. O conjunto foi utilizado para correção de fraturas ílicas transversas e depois submetido à avaliação biomecânica para avaliar a viabilidade do método de fixação para osteossíntese das fraturas descritas. Fonte: acervo pessoal do autor.

O primeiro parafuso pediculado 2,7mm com tamanho de 14mm foi aplicado a -3cm do foco de fratura, na porção dorsal do corpo do ílio, utilizando furadeira com broca de 2.0mm, e na sequência, paralelos a este, a cada 1,5 cm, foram aplicados mais 3 implantes de igual maneira (Fig. 5).

O torque aplicado para inserção dos parafusos não foi medido de forma direta e objetiva.

Uma vez aplicados os parafusos pediculares monoaxiais nos corpos de prova, foi passada barra estabilizadora na cabeça dos parafusos, para alinhamento da fratura, e na sequência a mesma foi presa aos parafusos utilizando as porcas de cada parafuso.

Ao final dos ensaios, os resultados obtidos foram analisados através do método estatístico análise de variância (ANOVA) pelo teste F através do software Rstudio.

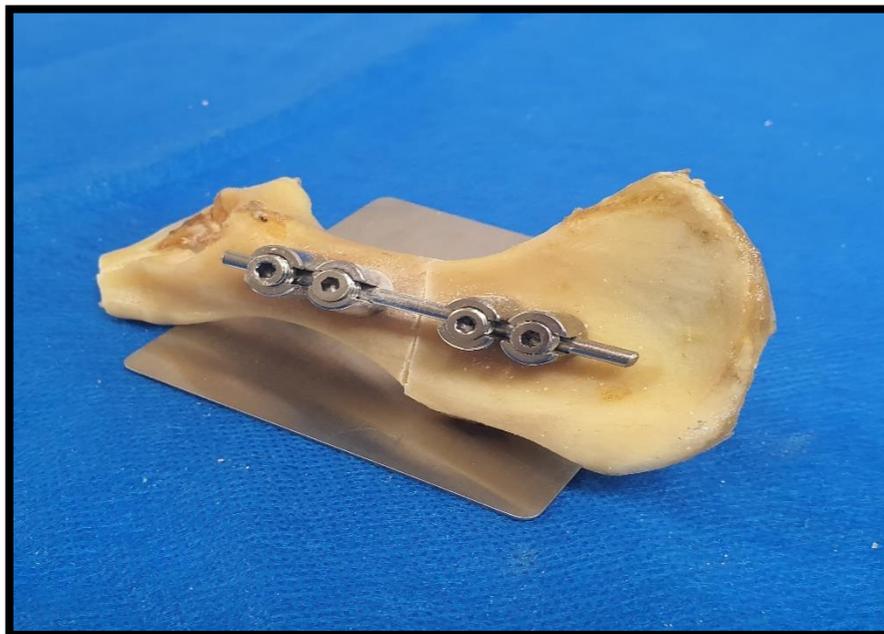


Figura 5. Modelo de hemipelve (corpo de prova) do grupo pedicular (GP) após implantação de hastes e parafusos pediculares monoaxiais modificados, antes da aplicação da força. O conjunto foi utilizado para correção de fraturas ílfacas transversas e depois submetido à avaliação biomecânica para avaliar a viabilidade do método de fixação para osteossíntese das fraturas descritas. Fonte: arquivo pessoal.

Ensaio biomecânico

Para avaliação da resistência latero-medial do corpo do ílio, cada pelve foi posicionada com a porção medial da asa do ílio apoiada sobre um suporte de aço inoxidável, garantindo que a área avaliada ficasse paralela à base da máquina. Exatamente sobre o foco da fratura, foi posicionado um cilindro de aço inoxidável que foi pressionado pela máquina. (Fig 6.)



Figura 6. Prensa Fortest® para teste de compressão, modelo FT 01. A prensa foi utilizada para realização de teste biomecânico de compressão dos corpos de prova contendo fratura transversa de ílio com correção de placa e parafuso (GC) e com fixação por meio de parafusos pediculares modificados (GP). Fonte: arquivo pessoal.



Figura 7. Posicionamento dos corpos de prova para ensaio biomecânico de compressão dos corpos de prova contendo fratura transversa de ílio com correção de placa e parafuso (GC) e com fixação por meio de parafusos pediculares modificados (GP). Fonte: arquivo pessoal



Figura 8. Fraturas em corpos de testes após aplicação das forças de compressão para comparação biomecânica da utilização de duas técnicas de reparação de fraturas transversas de ílio. Percebe-se que a utilização dos implantes buscou a similaridade das técnicas para melhor comparação entre ambas. **A:** Amostra C do GC, e **B:** Amostra C do GP. Fonte: arquivo pessoal

A máquina foi acionada e a pressão sobre o implante foi informada pelo ponteiro analógico do marcador. O teste foi concluído quando ocorreu a ruptura do implante, avulsão de um ou mais parafusos, distração do foco de fratura ou fratura óssea (Fig. 7 e 8).

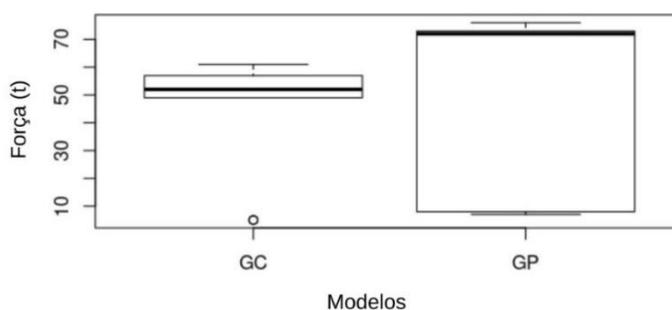
Avaliação estatística

O Delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste F através do software Rstudio (2020) apoiado na linguagem R (R core team, 2013). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O gráfico foi plotado através dos dados estatísticos obtidos no mesmo software (Tabela 1)

Tabela 1. Dados estatísticos do delineamento experimental casualizado com 5 repetições.

	Df	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P valor
Tratamento	1	29	28,8	0,035*	0,853
Resíduo	8	14655	814,2	-----	

*Significativo ao nível de 95% de probabilidade pelo teste de Tukey.



RESULTADOS

Os resultados dos ensaios biomecânicos foram categorizados em duas tabelas para posterior avaliação. A Tabela 1 discrimina os resultados físicos da aplicação da força nos modelos anatômicos utilizados, ou seja, tipos de ruptura que determinaram o momento limite para parar o experimento. As rupturas mais comuns foram avulsão de parafusos (Fig. 9) e fraturas ósseas (Fig. 10).



Figura 9. Avulsão de parafusos e distração do foco de fratura de GP após aplicação da força de compressão do ensaio biomecânico para avaliação da utilização de parafusos pediculares monoaxiais modificados para correção de fraturas transversas de ílio. Fonte: arquivo pessoal



Figura 10. Fratura em corpos de testes de GC após aplicação das forças de compressão do ensaio biomecânico para avaliação da utilização de placa e parafuso para correção de fraturas transversas de ílio. Fonte: arquivo pessoal.

Tabela 2 - Tipos de alterações visualizadas resultantes da aplicação da força nos modelos anatômicos, conforme os grupos.

Amostra	GC¹	GP²
A	Ruptura do implante	Avulsão de parafusos
B	Ruptura de implante	Avulsão de parafuso

DISCUSSÃO

As fraturas pélvicas de uma maneira geral, são enfermidades comuns à rotina do médico veterinário ortopedista. Esse tipo de fratura pode corresponder de 22 a 34% de todas as fraturas em pequenos animais, sendo as fraturas ilíacas as mais comuns tendo a cirurgia indicada na grande maioria dos casos (ROEHSIG et al., 2008b; SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017; SILVA et al., 2017).

Além disso, é importante que o médico veterinário esteja ciente sobre a correta aplicação de cada técnica, para avaliar os riscos e ter condições de optar pela melhor abordagem de maneira personalizada a cada paciente (CAMASSA et al., 2015).

Dentre as diferentes técnicas de redução de fraturas de ílio, a aplicação de placa e parafuso constituem a técnica mais utilizada para reconstrução de fraturas pélvicas (ROEHSIG et al., 2008b; BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; BREGADIOLI, 2017; SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017; SILVA et al., 2017). Segundo Scrimgeour et al (2017), as placas laterais são consideradas a forma mais simples de correção dessa fratura, e permite uma boa visibilidade no foco.

Por outro lado, as técnicas utilizadas para o reparo de fraturas pélvicas precisam ser cada vez mais confiáveis, de fácil aplicação e de baixo custo, para trazer segurança e praticidade ao médico veterinário, ao mesmo tempo em que devem oferecer conforto e suporte ao paciente, favorecendo sua pronta recuperação, e neste sentido justifica-se a utilização de parafusos pediculares monoaxiais para osteossíteses pélvicas.

Neste estudo experimental procurou-se utilizar ossos naturais de animais esqueleticamente maduros para procurar o modelo mais próximo ao que se aplica in vivo.

Em uma análise inicial dos resultados dos testes biomecânicos, verificou-se que em todos os casos as amostras do GP foram as que suportaram maior pressão antes de apresentarem qualquer tipo de dano no objeto de amostra. Roehsig et al (2008) realizou estudo semelhante à do GP utilizando a técnica de aplicação de parafusos fixos nos ossos pélvicos, que posteriormente foram unidos entre si, no caso, com polimetilmetacrilato. No estudo os autores reconheceram que em animais com até 16kg a técnica proporciona estabilidade das fraturas ilíacas de forma precoce fornecendo recuperação funcional rápida.

A estabilidade e consolidação é o principal objetivo da osteossíntese de qualquer fratura. O estudo de Avanzi et al (2005) indicou que a aplicação de parafusos pediculares monoaxiais promoveram resultados funcionais positivos de instabilidades lombares de humanos em mais de 70% dos casos.

A amostra do GP que mais resistiu à pressão foi a amostra C, que suportou 0,80 ton. De maneira oposta, a amostra do GP que cedeu com menor pressão aplicada foi a amostra E, a qual suportou até 0,70 ton.

Com relação às amostras do GC, a amostra que mais resistiu foi a amostra C, que suportou uma pressão de 0,61 ton, e a que menos resistiu, semelhante ao GP, foi a amostra E, suportando apenas 0,49 ton.

O maior benefício para a utilização do conjunto de parafusos pediculares foi visto na amostra B, cujo aumento da resistência foi de 44%, enquanto que o menor foi da amostra A, cujo benefício foi de apenas 33%. O mesmo ocorreu para as amostras que resistiram à menor pressão, a amostra E. Neste caso fica ainda mais evidente como a utilização do parafuso pedicular foi mais resistente, conferindo um aumento de 42% na resistência do implante. De acordo com a literatura, a frouxidão dos parafusos consiste em uma das principais complicações da utilização de placas e parafusos, podendo corresponder a até 50% destas pode estar relacionada com alterações na densidade óssea (BRUCE; GIBSON; RUNCIMAN, 2014; CAMASSA et al., 2015; SCRIMGEOUR; CRAIG; WITTE, 2017). Ao contrário do que foi descrito na literatura, não foi observada em nenhum dos casos frouxidão dos parafusos nesta técnica durante os ensaios biomecânicos. Acredita-se que a utilização repetida do esforço de

mobilidade seja preponderante para este tipo de complicação ocorrer, o que não pode ser executado neste ensaio biomecânico, podendo, portanto, ser considerado uma limitação do estudo.

A análise estatística mostrou que os dados têm diferente estatística e são diferentes entre si, a média correspondente a cada linha escura de cada um dos quadrados, no grupo do controle está aproximadamente 0,50 no grupo controle e no grupo pediculado a 0,70, conotando relevância ao resultado final.

Pela avaliação das diversas aplicações das diversas maneiras de redução de fraturas utilizando implantes, percebe-se que a utilização de parafusos demonstra mais vantagens, o que reforça o conteúdo e a justificativa deste trabalho.

CONCLUSÃO

Conclui-se do ponto de vista biomecânico que as fraturas simples de corpo de ílio quando tratadas com a utilização de parafusos pediculares e hastes apresentam resistência aproximadamente 37% maior à pressão do que quando utilizados, sob as mesmas circunstâncias e condições que placas e parafusos.

Foi comprovada através deste estudo a superioridade na resistência à força de compressão da correção de fraturas de corpo de ílio em cães através de parafusos pediculados em relação à placa bloqueada, além de desenvolvermos uma técnica alternativa para correção de fraturas ilíacas.

No entanto, outros estudos precisam ser realizados para determinar as características a serem observadas para seleção do número e tamanho de parafusos pediculares para tratamento de fraturas de corpo de ílio.

REFERÊNCIAS

- ABD EL RAOUF, M.; EZZELDEIN, S. A.; EISA, E. F. M. Bone fractures in dogs: A retrospective study of 129 dogs. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v. 33, n. 2, p. 401–405, 1 jun. 2019.
- BREGADIOLI, T. **Comparação biomecânica e da redução óssea do Clamp and Rod Internal Fixation e placa de reconstrução bloqueada em fraturas de acetábulo. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais)**. 2017. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnica da Universidade de São Paulo, 2017.
- BRUCE, C. W.; GIBSON, T. W. G.; RUNCIMAN, R. J. A comparison of conventional compression plates and locking compression plates using cantilever bending in an ilial fracture model. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 27, n. 6, p. 430–435, 2014.
- CAMASSA, J. A. de A. et al. Placas bloqueadas em pequenos animais: indicações e limitações. **Medvep: Revista Científica de Medicina Veterinária. Pequenos Animais e Animais de Estimação**, v. 13, n. 43, p. 116–122, 2015.
- CARVALHO, L. L. De et al. Enxerto ósseo na ortopedia veterinária: Revisão Bone graft in veterinary orthopedics: Review Injerto óseo en la ortopedia veterinaria: Revisión. p. 1–6, 2019.
- DECAMP, C. E. Fractures of the pelvis. In: TOBIAS, K. M.; JOHNSTON, S. A. (Ed.). **Veterinary Small Animal Surgery**. St. Louis: Elsevier Saunders, 2012. p. 801–815.
- KEMPER, B. et al. Consequências Do Trauma Pélvico Em Cães. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 2, p. 311–321, 2011.
- OEHSIG, C. et al. Fixação de fraturas ilíacas em cães com parafusos, fios de aço e cimento ósseo de polimetilmetacrilato. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1675–1682, 2008b.
- SCRIMGEOUR, A. B.; CRAIG, A.; WITTE, P. G. Locking T-Plate Repair of Iliac Fractures in Cats and Small Dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 30, n. 6, p. 453–460, 2017.
- SILVA, B. Z. da et al. Osteossínteses de ílio e fêmur em cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*). **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 45, n. 219, p. 1–6, 2017.