



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

RAÍRA COSTA DIAS

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE *CAGE*
INTERVERTEBRAL LOMBOSSACRO PARA CÃES**

Londrina
2018

RAÍRA COSTA DIAS

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE *CAGE*
INTERVERTEBRAL LOMBOSSACRO PARA CÃES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Vicky Bahr Arias

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Dias, Raíra Costa.

Desenvolvimento de um protótipo de cage intervertebral lombossacro para cães / Raíra Costa Dias. - Londrina, 2018.
90 f. : il.

Orientador: Mônica Vicky Bahr Arias.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Cão - Doenças - Tese. 2. Implantes artificiais - Tese. I. Arias, Mônica Vicky Bahr. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

RAÍRA COSTA DIAS

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE *CAGE*
INTERVERTEBRAL LOMBOSSACRO PARA CÃES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Vicky Bahr Arias
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Fernando De Biasi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Juliano Bortolo De Conti
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Londrina, 12 de março de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que passei nestes dois anos e às pessoas que sempre estiveram comigo e que se juntaram a mim nesta fase da minha vida.

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu irmão, Yuran, por todo apoio desde o início, pelo incentivo sem questionamentos, por ser paciente comigo nos momentos de desespero, pelas mensagens de encorajamento e pela parceria de vida. Distância nenhuma em quilômetros supera o fato de te ter como meu porto seguro. Amo você.

Aos meus pais João e Leila, todo o meu amor, carinho e admiração. Obrigada por entenderem minhas necessidades e muitas vezes colocarem os meus desejos acima dos seus. É inestimável o quão importante foram, são e continuarão sendo no meu processo de formação acadêmica. Vocês são meus exemplos de vida, garra e responsabilidade. Eu espero poder retribuir ao menos uma parte de tudo o que já fizeram por mim.

À minha orientadora Prof. Dra. Mônica por ter paciência para me ensinar e mostrar os caminhos da neurologia veterinária e por todos os momentos de incentivo e dedicação, importantes para o meu crescimento como profissional. Muito obrigada por ter me aceitado como orientada e por ajudar em tudo que precisei no desenvolvimento do meu projeto.

Aos professores Juliano de Conti e Fernando de Biasi por aceitarem fazer parte da banca de defesa e aos professores Lucas Alécio e Maria Isabel por terem feito parte da minha banca de qualificação e assim contribuírem para o engrandecimento do meu trabalho.

Aos meus familiares, avôs, avós, tios, tias, primos e primas, principalmente Dudu e Liginha, que me deram suporte, me incentivaram e me entenderam, muito obrigada. Vocês são exemplos de garra e superação que me lembram sempre onde quero chegar e me dão forças para superar os obstáculos, mas também me lembram que possuo o aconchego do lar sempre que eu precisar.

Às minhas amigas de Uberlândia Carol, Daniela, Samantha, Juliana, Jéssica, Michelle e Paula meu muito obrigada por todo companheirismo, incentivo, palavras de consolo e muitas vezes puxões de orelha! Vocês são parte de mim e contribuíram muito para que eu me tornasse a pessoa e profissional que sou hoje. Espero que continuem nessa caminhada comigo, amo vocês!

À Ana Carolina, minha amiga, companheira e quase veterinária, porém designer, pelas horas infinitas no Skype, por todos os conselhos e pela imensa ajuda na construção do meu trabalho. Essa conquista também é sua e espero poder um dia retribuir todo o esforço fez, até mesmo para entender minhas contas estatísticas malucas!

Aos lindos Luiz, Marcelinho, Kathe, Cinthia, Kyky e Cafu muito obrigada pela amizade e parceria, pois sem vocês eu nada seria nesta Pequena Londres. Vocês são presentes que Deus colocou na minha vida no momento certo. Me apoiaram, me animaram quando precisei, me ensinaram mais sobre a veterinária e me mostraram que, quaisquer que sejam os caminhos que sigamos, vale muito a pena tê-los como companheiros. Muito obrigada por me aceitarem como sou e por serem os amigos e profissionais que são.

À Lari linda, diva da neurologia veterinária, muito obrigada por toda ajuda, pelos ensinamentos, pelas discussões sobre quaisquer assuntos, pelas gordices, pelas chamadas de atenção quando precisei, pela parceria nas cirurgias, pelo apoio, pelo exemplo e pela amizade! Me faltam palavras para te agradecer por tudo. Sua amizade é muito importante para mim. Obrigada também por me apresentar aos amigos, que me acolheram e viraram família aqui.

Ao Valdair o meu sincero agradecimento pela mão estendida quando eu ainda não tinha ninguém para contar em Londrina. Obrigada pela amizade, pelas conversas onde pude desabafar, pelos consolos quando achávamos que não íamos conseguir fazer algo, pelo carinho, por tudo que me ensinou para meu aprimoramento profissional, por incontáveis vezes dar aquela ajuda nos plantões e por todo apoio dentro e fora da UEL.

À Debora, nossa querida M2, por todos os ensinamentos e suporte. Obrigada pelos momentos de risadas e de descontração nos corredores do hospital veterinário, nas cirurgias e nos dias do Projeto de Neurologia. Você fez falta neste último ano, mas a NeuroSepse continuou e continuará viva.

Aos residentes Larissa, João e Thomas por toda ajuda, confiança em meu trabalho e pelos momentos de pesquisa e ensino mútuo. Através de vocês enxerguei mais um caminho para minha carreira profissional, a docência.

À Ismara por todo carinho, paciência e dedicação comigo. Ao me deparar com as mudanças e os desafios em Londrina pensei que não conseguiria, você me ajudou a enxergar o caminho e a superar os meus medos, muito obrigada.

À UEL, ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e à CAPES meu muito obrigada por me proporcionarem meios de realizar esse mestrado.

Por fim, também quero agradecer ao Paulo Marinho, a Carol Zani e ao Thales Bregadioli por me ajudarem quando tudo ainda não passava de uma ideia, um desejo. Vocês me incentivaram a dar os primeiros passos rumo ao título de mestre.

Obrigada imensamente a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que essa conquista pudesse ser real.

1 DIAS, Raíra Costa. **Desenvolvimento de um protótipo de *cage* intervertebral lombossacro**
2 **para cães**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de
3 Londrina, Londrina, 2018.

6 RESUMO

9 A estenose lombossacra degenerativa em cães é muito similar à doença lombossacra
10 degenerativa humana, visto que ambas afetam a cauda equina e podem causar déficits
11 neurológicos, claudicação e dor lombar. Algumas modalidades de tratamentos cirúrgicos já
12 foram propostas e as técnicas que promovem fusão interssomática lombar, com o uso de um
13 *cage*, são as mais indicadas e utilizadas na medicina humana. Essa técnica atualmente está
14 sendo estudada na medicina veterinária, mas não há ainda um implante específico para a
15 articulação lombossacra de cães. Assim, os objetivos do estudo foram analisar a articulação
16 lombossacra de cães de grande porte, procurar dentre os implantes humanos algum modelo
17 que se adequasse ao espaço intervertebral de L7-S1 nos cães e desenvolver um *cage* próprio
18 para a espécie, que possa ser utilizado para simplificar sua implantação cirúrgica. Foram
19 utilizados dez segmentos lombossacros de cadáveres de cães entre 20-35kg, divididos em dois
20 grupos, mensurando-se as dimensões dos corpos vertebrais e espaço intervertebral ocupado
21 pelo disco em projeções radiográficas, planos nas tomografias computadorizadas (TC) e
22 cortes nas peças coletadas. Não foram encontrados modelos de *cage* humano lombossacro
23 com medidas adequadas para cães desse porte. Na comparação entre as medidas mensuradas
24 não houve diferenças estatísticas entre as médias obtidas nas radiografias e tomografias
25 comparadas às feitas nas peças, porém houve diferença estatística na comparação realizada
26 entre a projeção ventro-dorsal radiográfica e plano dorsal tomográfico. Assim, por meio das
27 medidas e da observação anatômica da região, foi possível desenvolver dois modelos de *cage*,
28 utilizando-se um software de modelagem em 3D, com formatos diferentes, porém com
29 medidas semelhantes, projetados para inserção via laminectomia dorsal nas porções laterais
30 do espaço intervertebral. Na radiografia só foi possível a mensuração em duas projeções,
31 sagital e ventro-dorsal, sendo que apenas o plano sagital permitiu boa mensuração do espaço.
32 Já a tomografia computadorizada permitiu que vários cortes fossem realizados, facilitando o
33 processo de desenvolvimento das próteses. Futuros estudos com os modelos desenvolvidos
34 são necessários para indicação de sua implementação na rotina cirúrgica veterinária.

36 **Palavras-chave:** *Cage* intervertebral. Doenças degenerativas. Cirurgia. Canino.

1 DIAS, Raíra Costa. **Development of a canine intervertebral lumbosacral prototype cage.**
2 2018. 86 p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de
3 Londrina, Londrina, 2018.

4
5
6 **ABSTRACT**
7
8

9 Degenerative lumbosacral stenosis in dogs is similar to the human degenerative lumbosacral
10 disease, since both affect the cauda equina and may cause neurologic deficit, claudication, and
11 low back pain. Some types of surgical treatment have been already proposed and the
12 techniques that foster lumbar intersomatic fusion using cage are the ones most indicated and
13 used in human medicine. Nowadays, there are studies to evaluate the possibility for treatment
14 in veterinary medicine, but there is still no specific implant for the lumbosacral joint of dogs.
15 Thus, the purpose of the present study was to analyze the lumbosacral joint of large breed
16 dogs, to look for among the human implants some design that fit the intervertebral space of
17 L7-S1 in the dogs and to develop a cage suitable to the species and that may be used to
18 simplify its surgical implantation in the lumbar region. Ten lumbosacral segments of cadavers
19 of dogs, weighing between 20-30kg, were used, and these segments were divided into two
20 groups: one, to measure the dimensions of the vertebral bodies and the other, to measure the
21 intervertebral space occupied by the disk in radiographic projections, planes in Computed
22 Tomography (CT) and sections in the collected segments. No human lumbosacral cage
23 models were found with adequate measures for these dogs. In comparison, between the
24 measurements there was no statistical difference between the mean values of radiographs and
25 tomografies, when compared to the measurements of the segments, but there was statistical
26 difference in the comparison between the radiographic ventrodorsal plane and the
27 tomographic dorsal plane. Thus, by the means of these measurements and by the anatomical
28 observation of the lumbar region it was possible to develop two cage models of cages, using
29 3D modeling software, with different formats, with the same appearance. These cages have
30 been designed to be inserted via dorsal laminectomy and in the lateral portion of the
31 intervertebral space. Concerning the radiograph, it was only possible to get the measurements
32 in two planes: sagittal and ventrodorsal, and only the sagittal plane permitted good
33 measurement of space when compared to the tomography. On the other hand, the Computed
34 Tomography (CT), with its various slice planes, makes it easier to develop prostheses.
35 Biomechanical and in vivo studies of the developed models are required before their
36 implementation in veterinary surgical routine may be indicated.

37
38 **Key words:** Intervertebral cage. Degenerative diseases. Surgery. Canine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1		
2		
3	Figura 1 – Zonas do forame intervertebral.....	17
4	Figura 2 – Anatomia da articulação de L7-S1.....	19
5	Figura 3 – Vista dorsal da cauda equina do cão.....	20
6	Figura 4 – Radiografia da região lombossacra.....	26
7	Figura 5 – Tomografia da região lombossacra.....	28
8	Figura 6 – Ressonância da região lombossacra.....	29
9	Figura 7 – Técnica Cirúrgica – Laminectomia dorsal.....	33
10	Figura 8 – Facetectomia e foraminotomia.....	34
11	Figura 9 – Facetectomia modificada.....	35
12	Figura 10 – Telescopia da articulação.....	36
13	Figura 11 – Técnica de fixação dorsal e parafuso pediculado com barras.....	38
14	Figura 12 – Técnica segundo Fitzpatrick.....	39
15	Figura 13 – Modelos de <i>cages</i> humanos.....	41

LISTA DE ILUSTRAÇÕES – ARTIGO

1		
2		
3	Figura 1 –	Divisão dos grupos para cortes e medidas 61
4	Figura 2 –	Mensurações sagitais 62
5	Figura 3 –	Mensurações transversais..... 63
6	Figura 4 –	Mensurações em plano dorsal TC..... 64
7	Figura 5 –	Mensurações em projeção ventro-dorsal radiografia..... 64
8	Figura 6 –	Modelo do <i> cage 1</i> 69
9	Figura 7 –	Modelo do <i> cage 2</i> 70
10	Figura 8 –	Posicionamento dos <i> cages</i> no espaço intervertebral 71

LISTA DE QUADROS - ARTIGO

1

2

3 **Tabela 1** – Apresentação dos animais incluídos no estudo..... 66

4 **Tabela 2** – Medidas Grupo I e II..... 67

5 **Tabela 3** – Medidas utilizadas para confecção da prótese..... 68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1		
2		
3	ELD	Estenose Lombossacra Degenerativa
4	DSL	Degenerative Stenosis Lumbar
5	LS	Lombossacro
6	L6	Sexta vértebra lombar
7	L7	Sétima vértebra lombar
8	S1	Primeira vértebra sacral
9	DDIV	Doença do Disco Intervertebral
10	SCE	Síndrome da Cauda Equina
11	S1	Primeira vértebra sacral
12	S2	Segunda vértebra sacral
13	S3	Terceira vértebra sacral
14	TC	Tomografia Computadorizada
15	CT	Computed Tomography
16	RM	Ressonância Magnética
17	TLIF	Transforaminal Lumbar Interbody Fusion
18	FITs	Fitz Intervertebral Traction Screw
19	PMMA	Polimetilmetacrilato

SUMÁRIO

1			
2			
3	1	INTRODUÇÃO	14
4			
5	2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
6	2.1	ANATOMIA DA REGIÃO LOMBOSSACRA.....	17
7	2.1.1	Cauda Equina	19
8	2.2	BIOMECÂNICA DA REGIÃO LOMBOSSACRA.....	21
9	2.3	ETIOLOGIA.....	22
10	2.4	SINAIS CLÍNICOS E ALTERAÇÕES NEUROLÓGICAS.....	24
11	2.5	DIAGNÓSTICO	25
12	2.6	TRATAMENTO.....	30
13	2.6.1	Tratamento Médico	30
14	2.6.2	Tratamento Cirúrgico	31
15	2.6.2.1	Técnicas cirúrgicas	32
16		<i>Laminectomia dorsal</i>	32
17		<i>Foraminotomia</i>	33
18		<i>Facetectomia total</i>	35
19		<i>Estabilização lomossacra</i>	35
20		<i>Estabilização trasnarticular com parafuso</i>	36
21		<i>Fixação com pinos ou parafusos e polimetilmetacrilato</i>	37
22		<i>Fixação com parafusos pediculados e barras conectoras</i>	37
23	2.6.2.2	Tratamento em humanos	40
24	2.6.2.3	Utilização de <i>cages</i> na veterinária	43
25			
26		REFERÊNCIAS	46
27			
28	3	OBJETIVOS	56
29	3.1	OBJETIVO GERAL	56
30	3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
31			
32	4	ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	57
33			
34	5	CONCLUSÕES	78

1	ANEXOS	79
2	ANEXO A –	Documento de aprovação do projeto de pesquisa vinculado à	
3		dissertação emitido pela Comissão de Ética no Uso de	
4		Animais/UEL	80
5	ANEXO A –	Termo de ciência e autorização	81
6	ANEXO A –	Instruções aos autores (Revista Pesquisa Veterinária Brasileira)	82

1 1 INTRODUÇÃO

2
3 A articulação entre as vértebras L7 e S1 é, no cão, uma das articulações da
4 coluna vertebral com maior mobilidade, podendo ser acometida por várias afecções, tais como
5 doença lombossacra degenerativa, fraturas/luxações e discoespondilite. A associação de sinais
6 clínicos de dor e disfunção dos membros pélvicos à degeneração lombossacra foi reconhecida
7 e denominada como estenose lombossacra degenerativa (ELD). Esta condição é a causa mais
8 comum da doença lombossacra canina, e é caracterizada por uma combinação de alterações
9 anatômicas e biomecânicas variáveis, levando a apresentações clínicas que são consequência
10 direta da compressão da cauda equina e da raiz nervosa de L7 (JEFFERY et al., 2014).

11 Há maior frequência da estenose lombossacra degenerativa em animais de
12 grande porte, sendo os cães da raça Pastor Alemão e cães de trabalho os mais predispostos
13 (MEIJ & BERGKNUT, 2010).

14 A ELD apresenta algumas similaridades à doença lombossacra (DLS)
15 degenerativa humana, visto que ambas afetam a cauda equina e podem causar claudicação, dor
16 lombar e déficits neurológicos (JEFFERY et al., 2014). Os estudos em humanos com DLS
17 podem contribuir para melhor entendimento da ELD em cães, assim como cães podem ser
18 usados como modelo experimental natural da doença para desenvolvimento de novos materiais
19 e cirurgias (MEIJ & BERGKNUT, 2010).

20 Na ELD ocorre a doença do disco intervertebral (DDIV) e sua herniação,
21 perda da altura e espessura do disco, proliferação de tecidos moles, estenose foraminal e, em
22 alguns casos, subluxação ventral de S1 em relação à L7. Várias modalidades de tratamentos
23 cirúrgicos já foram propostas, visando principalmente descomprimir as raízes e estabilizar as
24 vértebras afetadas. A escolha da técnica de tratamento cirúrgico depende se a compressão é
25 estática ou dinâmica, aguda ou crônica, central ou lateralizada, da gravidade e cronicidade dos
26 sinais clínicos e do grau de atividade do paciente (FARREL & FITZPATRICK, 2015;
27 JEFFERY et al., 2014).

28 As principais técnicas de tratamento descritas em cães são laminectomia
29 dorsal descompressiva associada ou não à fenestração ou discectomia, fixação dorsal e
30 foraminotomia lateral, e em alguns casos facetectomia para promover melhor descompressão,
31 mas nenhuma apresenta eficácia total (BEBCHUK, 2017; JEFFERY et al., 2014), sendo o
32 principal problema a não eliminação de todas as causas da compressão. A laminectomia e a
33 discectomia são as técnicas mais comumente utilizadas e sua taxa de sucesso varia de 69 a 93%,

1 porém, podem causar instabilidade e piorar a estenose foraminal (MEIJ et al., 2007;
2 SMOLDERS et al., 2012). Para tentar diminuir a instabilidade preconiza-se a realização de
3 estabilização dorsal com pinos e cimento ósseo, mas essa técnica pode apresentar falha na
4 descompressão da raiz nervosa de L7 (FITZPATRICK, 2014).

5 Em 18 a 33% dos casos pode ocorrer persistência ou recidiva dos sinais
6 clínicos (SMITH et al., 2004), e as principais causas para isso incluem descompressão cirúrgica
7 inadequada da cauda equina ou das raízes nervosas de L7, formação de fibrose peridural, dor
8 discogênica e instabilidade da unidade vertebral motora (HILL et al., 2000; SMITH et al.,
9 2004).

10 As técnicas que promovem fusão interssomática lombar já estão bem
11 estabelecidas na medicina humana como modalidade de tratamento, e dentre as diversas
12 técnicas descritas, a técnica de fusão lombar posterior, utilizando-se *cages* intervertebrais ou
13 espaçadores lombares em combinação com enxerto autólogo de osso esponjoso é considerada
14 uma das técnicas com melhor resultado biomecânico e em associação com a fixação pediculada
15 permite a distração e restauração da espessura do disco e abertura do forame (KIM et al., 2012).

16 Os *cages* para fusão foram desenvolvidos para restaurar a altura normal do
17 disco ou seu espaço e aumentar a rigidez biomecânica, reduzindo assim a falha das técnicas de
18 estabilização de coluna em humanos (POLLY et al., 2000; CHO et al., 2008), que é semelhante
19 à estabilização dorsal utilizada em medicina veterinária. Em virtude da natureza de suporte de
20 carga dos *cages*, o posicionando no interior do espaço intervertebral, a escolha do material e o
21 formato dos mesmos podem afetar a biomecânica da unidade vertebral motora e seu aparato, e
22 levar à várias consequências clínicas (SPRUIT et al., 2005; CHO et al., 2008).

23 Na medicina veterinária há poucos estudos disponíveis na literatura
24 consultada sobre o uso de *cages* entre as vértebras L7 e S1. Recentemente, um parafuso
25 espaçador de titânio cônico, rosqueado (Fitz Intervertebral Traction Screw – FITS), foi
26 desenvolvido para uso em vários espaços intervertebrais (FITZPATRICK, 2011). O parafuso
27 foi aplicado para estabilizar e distrair vértebras cervicais de cães com síndrome de Wobbler
28 disco-associada (SOLANO et al., 2015), e também em cães com ELD, em associação com uma
29 técnica de estabilização lombossacra com pinos e cimento ósseo (FITZPATRICK, 2014).
30 Observou-se nas radiografias pós-operatórias bom distanciamento entre as placas vertebrais
31 terminais de L7-S1, melhora da dor e da claudicação, entretanto, ocorrendo em alguns
32 pacientes, migração do pino ou infecção (FITZPATRICK, 2014). Ainda não se sabe as
33 respostas em longo prazo com a utilização deste espaçador.

1 Teunissen et al. (2017) avaliaram as propriedades biomecânicas de um *cage*
2 intervertebral de titânio oriundo da medicina humana, isoladamente e em combinação com
3 fixação dorsal na coluna lombossacra de cães e inferiram que é uma alternativa potencial para
4 a fixação da junção lombossacra, pois aumenta a estabilidade da coluna vertebral e restaura a
5 altura do disco. O *cage* foi inserido com mais facilidade em segmentos de cães de portes
6 maiores, enfatizando a importância do desenvolvimento de um dispositivo intervertebral
7 próprio para a espécie canina.

8 Como, ao conhecimento dos autores, há escassez de estudos que avaliem
9 espaçadores intervertebrais para cães, o objetivo deste trabalho foi a avaliação anatômica,
10 radiográfica e tomográfica da articulação lombossacra de cães para desenvolvimento de um
11 *cage* próprio para a espécie.

12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

2 REFERENCIAL TEÓRICO

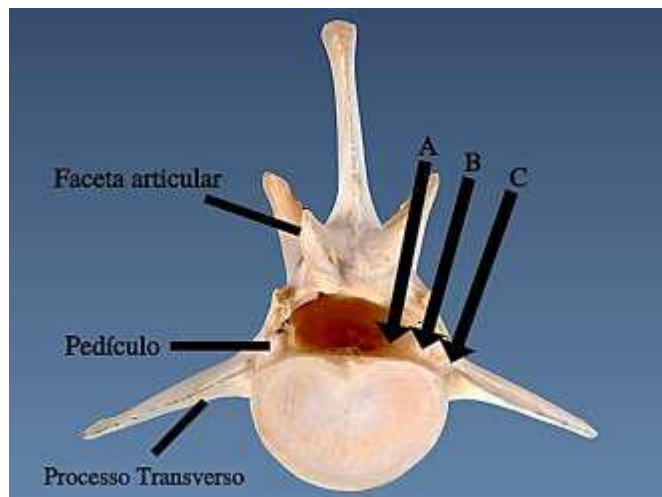
A estenose lombossacra degenerativa (ELD), também denominada síndrome da cauda equina, compressão da cauda equina, doença lombossacra e instabilidade lombossacra, é um termo genérico para uma afecção de origem multifatorial, entre a sétima vértebra lombar (L7) e a primeira vértebra sacral (S1), na qual ocorre proliferação de tecidos ósseos e moles, que então causam estenose do canal vertebral, sendo a principal causa de compressão da cauda equina e da raiz de L7 em cães (FENANDEZ, 2010; REYNOLDS et. al., 2014; FARREL & FITZPATRICK, 2015).

2.1 ANATOMIA DA REGIÃO LOMBOSSACRA

A vértebra L7 é a menor vértebra lombar, sendo seu processo espinhoso menor em relação à sexta vértebra lombar (L6). A vértebra S1 é fusionada com a segunda e a terceira vértebras sacrais e articula-se lateralmente com as asas do ílio (JEFERRY, 1995; SISSON, 1986).

A articulação entre as vértebras L7 e S1 ocorre por meio das facetas articulares, localizadas na lâmina óssea laterodorsal, caudalmente em L7 e cranialmente em S1. O forame intervertebral é uma abertura logo abaixo das facetas articulares e acima do corpo vertebral e disco intervertebral. A parte lateral do canal vertebral associada ao forame intervertebral de L7-S1 possui três partes: zona de entrada, zona média e zona de saída (FARRELL & FITZPATRICK, 2015) (Figura 1).

Figura 1: Zonas do forame intervertebral da vértebra lombar de cães. Setas da esquerda para direita: (A) zona de entrada, (B) zona média e (C) zona de saída.



Fonte: arquivo pessoal.

1 Outro ponto de articulação entre as vértebras é o disco intervertebral, entre os
2 corpos vertebrais de L7-S1, sendo o maior disco da coluna vertebral (MEIJ et al, 2007). Em sua
3 vista lateral possui aparência triangular, ficando mais espesso em sua porção ventral (MEIJ &
4 BERGKNUT, 2010). A profundidade alcançada após discectomia de L7 de cães com peso
5 médio de 23 Kg foi 8.8 mm (MEIJ et al., 2007). A estabilidade desta articulação é reforçada
6 pelos ligamentos longitudinais dorsal e ventral, ligamentos supraespinhoso e interespinhoso e
7 pela fásia e tecidos musculares adjacentes (FERNANDEZ et al., 2010; JEFFERY, 1995; MEIJ
8 & BERGKNUT 2010) (Figura 2).

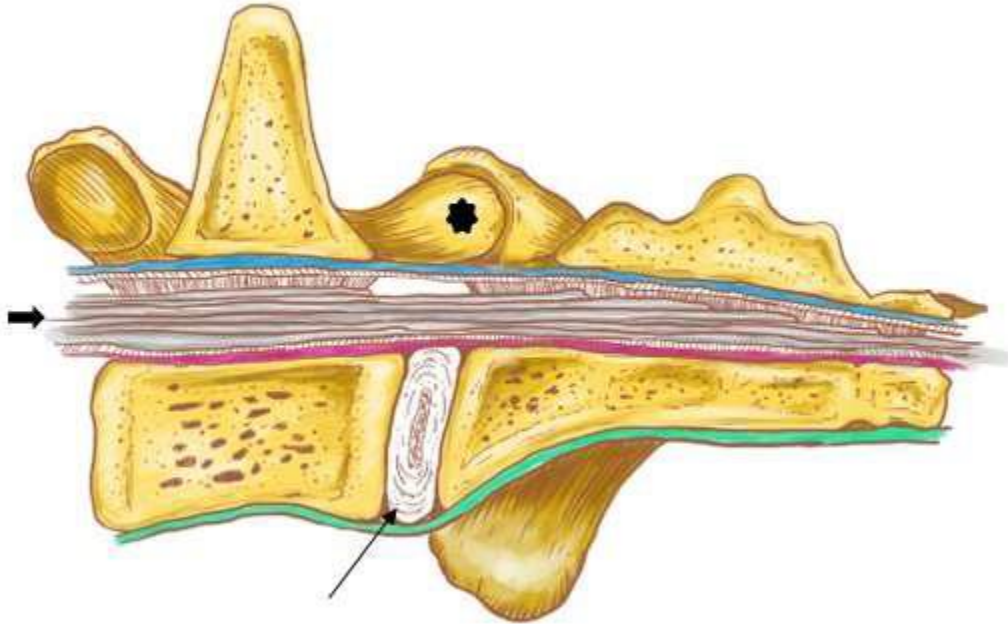
9 Anatomicamente, o pedículo de todas as vértebras caninas difere da dos seres
10 humanos: é mais fino, direcionado em um ângulo mais oblíquo e seu recesso lateral é mais
11 longo e mais estreito (WORTH et al., 2016) (Figura 1).

12 O canal vertebral localiza-se internamente às lâminas ósseas e dorsalmente
13 aos corpos vertebrais (FERNANDEZ et al., 2010; JEFFERY, 1995; SISSON, 1986). O plexo
14 venoso vertebral situa-se no seu interior, percorrendo o assoalho por toda coluna vertebral
15 inclusive nas vértebras L7 e S1 (SISSON, 1986). O ligamento longitudinal dorsal também se
16 encontra neste assoalho, acima do anel fibroso do disco intervertebral de L7-S1. Além destas
17 estruturas, o restante do canal vertebral é preenchido por tecido adiposo (SISSON, 1986).

18 O ligamento amarelo é um ligamento localizado dorsalmente ao canal
19 vertebral, unindo as lâminas vertebrais de vértebras adjacentes, sendo que lateralmente ele se
20 funde com a cápsula articular das facetas articulares. Devido à sua proximidade com os forames
21 intervertebrais, caso esteja espessado ou alterado, pode contribuir para compressões das raízes
22 nervosas foraminais (JEFFERY, 1995).

23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

1 **Figura 2:** Anatomia da articulação de L7-S1 do cão. Ligamento amarelo ou interarquiado
 2 (azul); ligamento longitudinal dorsal (rosa); ligamento longitudinal ventral (verde); disco
 3 intervertebral (seta estreita); cauda equina (seta larga) e facetas articulares (asterisco).



4

5 Fonte: arquivo pessoal, baseado da figura do livro Manual de Cirurgia de Pequenos Animais.

6

7 2.1.1 Cauda Equina

8 No início do desenvolvimento embrionário, os nervos espinhais deixam a
 9 medula espinhal em ângulo reto, exteriorizando-se pelos seus respectivos forames vertebrais
 10 (PRATA, 2000). Nesta mesma fase, a velocidade de crescimento do esqueleto axial do embrião
 11 é maior do que a da medula espinhal, resultando na falta de correspondência entre essas
 12 estruturas (PELLEGRINO, 2003). Desta forma, a medula é mais curta do que o canal vertebral
 13 e na maioria dos cães adultos termina sobre o corpo vertebral de L5 ou L6. Em algumas raças
 14 de cães de pequeno porte como o Poodle e Yorkshire, e nos gatos, a medula pode terminar sobre
 15 a vértebra L7 ou sacro (SJÖSTRÖM, 2003).

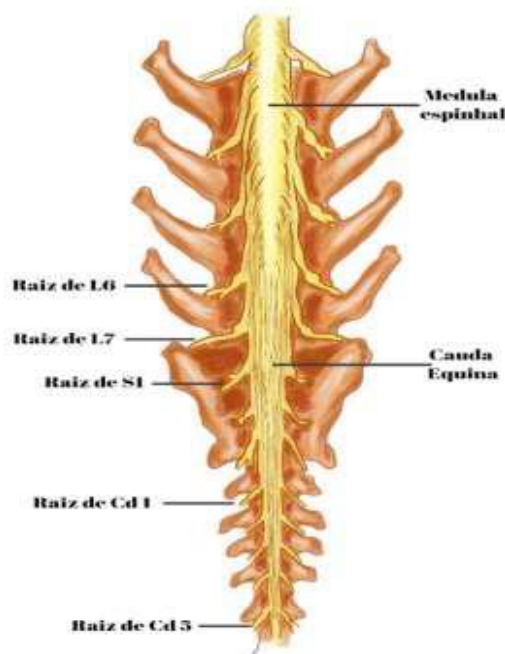
16

17 Como nos animais adultos os nervos espinhais continuam saindo pelos
 18 respectivos forames, suas fibras nervosas acabam avançando oblíqua e caudalmente, adquirindo
 19 uma característica particular semelhante à cauda de um cavalo, sendo denominada cauda
 20 equina. A cauda equina é constituída pelos sexto e o sétimo nervos lombares, primeiro ao
 21 terceiro nervos sacrais e primeiro ao quinto nervos coccígeos (DE LAHUNTA, 2015) (Figura
 3).

1 As raízes nervosas pertencentes ao sétimo segmento da coluna vertebral
 2 lombar saem da medula espinhal ao nível da sexta vértebra lombar e saem pelos forames
 3 intervertebrais de L7-S1 normalmente circundadas por gordura epidural e vasos radiculares,
 4 tanto em humanos quanto em cães, passando cranial e lateralmente ao disco intervertebral
 5 (WOOD et al., 2004; WORTH et al., 2016).

6 Os ramos ventrais do sexto e sétimo nervos lombares e os dois primeiros
 7 nervos sacrais unem-se para formar o tronco lombossacral. O nervo isquiático origina-se deste
 8 tronco, e possui dois ramos, o nervo tibial e o fibular comum, com função motora para os
 9 músculos caudais da coxa e sensitiva na porção distal do joelho (DE LAHUNTA, 2015; MEIJ
 10 & BERGKNUT, 2010). Inerva os músculos extensores da articulação coxofemoral, músculos
 11 flexores da articulação fêmoro-tibio-patelar e os flexores e extensores digitais (SHARP &
 12 WHEELER, 2005). As raízes nervosas S1, S2 e S3 contribuem para a formação do nervo
 13 pudendo, que inerva o períneo e o esfíncter anal externo, responsável pela ação motora da região
 14 anal e sensibilidade da região genital externa, e do nervo pélvico (divisão autonômica) que
 15 inerva a musculatura vesical, com função motora para musculatura lisa da bexiga e do cólon
 16 descendente (MEIJ & BERGKNUT, 2010). A cauda é inervada pelos nervos coccígeos 1 a 5
 17 (EVANS, 1993; MORGAN & BAILEY, 1990; PRATA, 2000).

18
 19 **Figura 3:** Vista dorsal da cauda equina do cão. Demonstração das raízes que dão origem aos
 20 principais plexos e nervos da região lombossacra.



21

22

Fonte: arquivo pessoal.

2.2 BIOMECÂNICA DA ÁREA LOMBOSSACRA

A articulação lombossacra (LS) é a região na qual a coluna lombar, móvel, articula-se com o sacro, imóvel, e onde as forças e cargas do corpo são transmitidas aos membros posteriores. A articulação LS é a unidade espinhal funcional com maior mobilidade no cão, realizando principalmente movimentos de flexão e extensão, todavia os movimentos laterais e de torção são possíveis (FITZPATRICK, 2014). O segmento L7-S1 tem maior mobilidade em flexão e extensão do que outros segmentos lombares, mas os movimentos de torção são menores. Em um estudo com vinte e cinco peças lombares da coluna vertebral de cães sem doenças musculoesqueléticas associadas, o grau médio de flexão/extensão lombossacra encontrado foi de $37.0^\circ \pm 5.7^\circ$ (BENNINGER et al., 2004). A angulação das facetas articulares parece ter um efeito significativo na mobilidade da articulação LS, e cães com ELD tem movimentação reduzida no segmento LS quando comparado com cães saudáveis (GRADNER et al., 2007).

A transição lombossacra é a comunicação entre o esqueleto axial e o apendicular caudal, por meio da articulação entre o sacro e a pelve. (FARREL & FITZPATRICK, 2015; FERNANDEZ, 2010; SJÖSTRÖM, 2011). Os membros pélvicos transmitem todas as forças propulsivas geradas durante a movimentação do animal para a pelve. Visto que as asas do ílio e o sacro estão unidos pela cápsula articular sacroilíaca, estas forças chegam à coluna vertebral através do sacro. A energia gerada pelo contato entre o chão e os membros pélvicos do cão quando esse caminha e/ou corre, é absorvida e transmitida pela articulação do quadril e direcionada para frente em direção à coluna vertebral através da articulação sacral onde a pelve e a coluna se encontram. O estresse no quadril aumenta a degeneração da articulação sacral e faz com que o animal tenha dificuldades em aplicar qualquer força por intermédio do quadril (BELLIVEAU et al., 2010).

Alterações patológicas estáticas ou dinâmicas que causem alteração na transmissão de cargas nessa articulação são os fatores que mais contribuem para a degeneração do disco intervertebral em cães, e as consequências decorrentes da instabilidade lombossacra podem alterar a mobilidade articular (JEFERRY, 1995; VAN KLAVEREN, et al. 2005).

O espaço intervertebral L7-S1 é o maior da porção lombar da coluna vertebral e o corpo vertebral de L7 é o mais curto desta região, permitindo o aumento da mobilidade e alívio das tensões exercidas pelas forças que cruzam este espaço (PALMER & CHAMBERS, 1991). As forças axiais compressivas da coluna como um todo em humanos são similares às constatadas nos cães, sendo o disco intervertebral a estrutura mais importante na manutenção da estabilidade entre as vértebras adjacentes. Em um estudo biomecânico foi comprovado que

1 a parte mais fraca da placa vertebral terminal é a parte medial e central (ABBUSHI et al., 2008).
2 A contribuição dos ligamentos e dos elementos dorsais para a estabilidade da unidade motora
3 são semelhantes em caninos e humanos. Os elementos dorsais, incluindo as facetas articulares,
4 são estruturas significativas que promovem rigidez relativa à torção da coluna do cão, assim
5 como demonstrado em estudos com a coluna vertebral humana (ZIMMERMAN et al., 1992).

6 A estabilização geral da região lombossacra é promovida por uma complexa
7 rede de suporte tecidual formada principalmente pelos ligamentos amarelo, longitudinal dorsal,
8 interespinhoso, supraespinhoso, além das facetas articulares e anéis fibrosos dorsal e ventral.
9 (PALMER & CHAMBERS, 1991; SJÖSTRÖM, 2003).

10 A degeneração do disco tem grande influência nos casos de ELD (CAROZO
11 et al, 2008; JEFERRY, 1995). Quando o processo degenerativo se instala, o disco perde as suas
12 funções de estabilização, distribuição da pressão e de absorção de impactos, o que culmina com
13 colapso do disco (SJÖSTRÖM, 2011).

14

15 2.3 ETIOLOGIA DA ESTENOSE LOMBOSSACRA DEGENERATIVA

16 É uma alteração multifatorial complexa, de origem poligênica, com
17 influências ambientais importantes. A etiologia é controversa, e a hereditariedade pode ser um
18 dos fatores relacionados, embora os mecanismos de herança não tenham sido bem estabelecidas
19 até o momento (FARREL & FITZPATRICK, 2015). A influência da variação anatômica das
20 facetas articulares e da presença de vértebras transicionais no Pastor Alemão já foi avaliada,
21 observando-se a alteração no movimento da articulação, resultando em sobrecarga no disco
22 intervertebral, causando a degeneração do disco e posterior compressão (FARREL &
23 FITZPATRICK, 2015).

24 As seguintes estruturas podem comprimir a cauda equina: disco protruso
25 oriundo da doença do disco intervertebral Hansen tipo II e menos comumente a tipo I;
26 subluxação ventral de S1, causando instabilidade lombossacral devido ao mau alinhamento das
27 facetas articulares; anomalias vertebrais congênicas tais como vértebras transicionais ou
28 adicionais; proliferação dos tecidos moles em torno da cauda equina, como hipertrofia do
29 ligamento amarelo e da cápsula articular, fibrose epidural e osteocondrose sacral. Essas
30 alterações podem causar ainda comprometimento vascular para os nervos espinhais (FARREL
31 & FITZPATRICK, 2015; SJÖSTRÖM, 2011). A estenose foraminal L7-S foi reconhecida
32 anteriormente como causa de radiculopatia compressiva da raiz de L7, e segundo alguns autores
33 pode ocorrer em até 68% dos cães com ELD (GODDE et al., 2007).

1 A estenose degenerativa do canal lombossacro é a causa mais comum de
2 síndrome da cauda equina (SCE) em cães de raça de grande porte, porém é rara em gatos
3 (SHARP & WHEELER, 2005; SJÖSTRÖM, 2003). A compressão pode ocorrer dorsalmente
4 pelo ligamento amarelo, ou ventralmente pelo abaulamento ou ruptura do anel fibroso dorsal
5 do disco intervertebral entre L7 e S1. As raízes de L7 podem ser comprimidas ventral e
6 lateralmente ao passarem pelos forames intervertebrais de L7-S1, devido à ocorrência de
7 colapso das facetas articulares, ou devido à produção de osteófitos, levando à instabilidade da
8 articulação L7 e S1 na maioria dos casos (FERNANDEZ, 2010; GÖDDE et al. 2007; GÖDDE
9 & STEFFEN, 2014).

10 Diversos fatores contribuem para a degeneração da articulação lombossacra,
11 como sobrecarga física repetitiva ou predisposição genética, que então induzem a degeneração
12 do disco intervertebral e alterações secundárias nas estruturas de suporte (SMOLDERS et al.,
13 2012) levando a uma menor mobilidade da região, o que contrasta com a teoria de que a
14 instabilidade atua na fisiopatologia da doença. Inclusive é proposto que o deslocamento ventral
15 do sacro em relação a L7, ocasionalmente presente em animais com ELD, comprova a presença
16 de instabilidade da junção lombossacra (WORTH et al., 2016). Acredita-se que essa
17 instabilidade possui relação com a doença lombossacra de cães e humanos, podendo ser causada
18 pela má formação e/ou frouxidão dos tecidos moles de suporte do compartimento ventral (disco
19 e ligamentos longitudinais) e do compartimento dorsal (ligamento amarelo e processos
20 articulares) (JONES et al., 2008).

21 A mobilidade anormal da articulação lombossacra e a angulação anormal das
22 facetas articulares também podem causar subluxação ventral do sacro com impacto sobre a
23 cauda equina, sendo que para compensar a instabilidade, ocorre proliferação de tecidos moles,
24 havendo hipertrofia do ligamento amarelo, fibrose peridural e espessamento das cápsulas das
25 facetas articulares. Para contrabalançar a perda de propriedades de suporte de carga, ocorre a
26 formação de osteófitos, espondilose ventral e herniação do disco tipo II (FARREL &
27 SJÖSTRÖM, 2011; FERNANDEZ, 2010; FITZPATRICK, 2015; JANSSENS et al, 2009).
28 Essas alterações por si só podem levar à sintomatologia clínica, em decorrência da compressão
29 das estruturas nervosas do canal vertebral e forames intervertebrais lombossacrais (LORENZ
30 & KORNEGAY, 2004; PALMER & CHAMBERS, 1991; SHARP & WHEELER, 2005).

31 Van Klaveren et al. (2005) observaram protrusão discal de L7-S1 em 8/20
32 cães com ELD, durante o procedimento cirúrgico de descompressão. Essa compressão pode ser
33 central, o que gera compressão da cauda equina, ou lateral o que causa redução do diâmetro do
34 forame intervertebral. Secundariamente, ocorre uma resposta inflamatória mediada por células

1 para estimular a angiogênese no disco danificado, o que contribui para a dor na região
2 (SJÖSTRÖM, 2011).

3 O colapso do espaço intervertebral também ocorre dorsalmente nas
4 articulações sinoviais, ocorrendo angulação das facetas articulares e subluxação ventral do
5 sacro em relação a L7, o que contribui para instabilidade, e proliferação de tecidos moles
6 adjacentes (FERNANDEZ, 2010; JEFERRY, 1995). Em humanos, em 8 a 11% dos casos de
7 ELD ocorre estreitamento do forame intervertebral (KANG et al., 2014).

8 9 2.4 SINAIS CLÍNICOS

10 A ELD ocorre em raças de grande e médio porte, sendo a mais acometida o
11 Pastor alemão. Raças como Labrador retriever, Pastor belga, Malinois, Boxer e Rottweiler
12 também são afetadas, sendo a média de idade de oito anos, variando entre sete a dez anos
13 (FARREL & FITZPATRICK, 2015; FERNANDEZ, 2010; SMOLDERS et al., 2012).

14 A maioria dos cães com ELD apresenta dor na região lombossacra ou lombar
15 caudal e os tutores podem reportar ainda claudicação do membro pélvico, hiperestesia ou
16 automutilação da área lombossacra ou dos membros pélvicos, relutância em saltar ou subir
17 degraus e fraqueza dos membros pélvicos (JEFFERY, 1995). A ELD pode inicialmente não ser
18 identificada pelo proprietário, pois o mesmo associa algumas alterações clínicas com problemas
19 típicos da idade ou outras doenças como displasia coxofemoral (FERNANDEZ, 2010;
20 JEFFERY, 1995).

21 Os sinais álgicos são decorrentes da irritação dos receptores do anel fibroso,
22 dos ligamentos, do periósteo e da cápsula articular. Além disso, a compressão da dura-máter e
23 a isquemia da raiz nervosa, devido à compressão dos tecidos moles ao redor do forame
24 intervertebral contribuem com os sinais de dor (SJÖSTRÖM, 2011).

25 Com a evolução da afecção surgem os sinais neurológicos que ocorrem em
26 decorrência da compressão das raízes nervosas (SJÖSTRÖM, 2011). Os sinais de fraqueza,
27 atrofia da musculatura posterior da coxa, déficits proprioceptivos e redução dos reflexos
28 flexores, tibial cranial e perineal se tornam evidentes (JEFFERY, 1995; SMOLDERS et al,
29 2012). Devido à atrofia destes músculos, o reflexo patelar pode parecer aumentado, o que é
30 chamado de pseudohiperreflexia do patelar (JEFFERY, 1995; SMOLDERS et al, 2012;). Pode
31 haver ainda automutilação da cauda ou membros (LAGEDO et al, 1999) e incontinência
32 urinária e fecal nos estágios avançados da doença (FERNANDEZ, 2010; JEFFERY, 1995) e
33 priapismo involuntário (PAYAN-CARREIRA et al., 2013).

2.5 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico pode ser desafiador (SMOLDERS et al. 2012), sendo baseado na resenha, histórico, sinais clínicos, exame neurológico e exames de imagem. Outras enfermidades com sinais parecidos ou doenças ortopédicas que podem cursar com a ELS no mesmo paciente devem ser descartadas, tais como alterações nas articulações coxofemorais e sacro-ilíacas, ruptura do ligamento cruzado, lesão muscular no psoas ou grácil, mielopatia degenerativa, meningiomielite e discospondilite, entre outras. Afecções na cavidade abdominal como doença prostática, uretral e adenoma em saco anal também podem causar alguns dos sinais vistos na ELD, principalmente dor e cifose (CHRISMAN, 2005; DENNY E BUTTERWORTH, 2006; FERNANDEZ, 2010; GARIBALDI, 2003; HOWARD, 2007; SHARP & WHEELER, 2005). Pacientes com enfermidades ortopédicas normalmente não apresentam anormalidades no exame neurológico. Por outro lado, a mielopatia degenerativa e doença do disco intervertebral podem coexistir com a ELS, gerando confusão na localização da lesão neurológica (DENNY & BUTTERWORTH, 2006; SHARP & WHEELER, 2005).

O achado mais consistente durante o exame clínico é a dor quando pressão dorsal é aplicada sobre a região lombossacra, ao elevar a cauda ou por palpação retal. O animal pode adotar uma postura cifótica e antiálgica para diminuir a compressão sobre a cauda equina. Em alguns cães a claudicação de um ou dos dois membros pélvicos é o sinal clínico mais evidente. A claudicação unilateral pode ser resultado do aprisionamento unilateral das raízes de L7 e/ou S1, resultando no chamado sinal de raiz. A claudicação pode ser deflagrada por hiperextensão do membro afetado, realizada juntamente com pressão na região lombossacra (JEFERRY, 1995; SMOLDERS et al., 2012). Alguns animais só manifestam sinais clínicos de compressão da cauda equina devido à compressão discal, caso o segmento espinhal lombossacro seja completamente estendido, o que pode ser chamado de compressão dinâmica do disco na ELD (FARREL & FITZPATRICK, 2015).

A realização de radiografias simples sob anestesia geral é indicada para descartar a presença de luxação traumática e lise óssea em casos de neoplasias e discospondilite. As radiografias simples são usadas como triagem pela sua acessibilidade, entretanto, sua interpretação é dificultada pela complexidade da anatomia e pela sobreposição das asas do ílio bilateralmente (MEIJ & BERGKNUT, 2010). Adicionalmente, os tecidos moles como ligamentos, frequentemente os mais envolvidos na ELD, não podem ser visualizados nas radiografias simples (KENT, 2005). As imagens radiográficas laterais e ventrodorsais devem ser obtidas com o animal sedado ou anestesiado e com o intestino grosso e reto vazios (SJÖSTRÖM, 2003). No exame radiográfico simples, a projeção radiográfica lateral é mais

1 elucidativa do que a projeção ventrodorsal, podendo ser visibilizado colapso do espaço
 2 intervertebral, esclerose das placas vertebrais terminais, alteração na lâmina dorsal de L7,
 3 subluxação ventral de L7, fenômeno de vácuo e espondilose deformante (FERNANDEZ, 2010;
 4 VAN KLAREVEN, 2005) (Figura 4). Deve-se verificar se há a presença de vértebras
 5 transicionais simétricas ou assimétricas, excesso ou falta de vértebras ou anomalia sacral
 6 congênita, que podem influenciar a ocorrência da estenose lombossacra. As radiografias sob
 7 estresse, em flexão e extensão, podem acentuar o desnível entre L7 e S1, demonstrando possível
 8 lesão dinâmica (MEIJ & BERGKNUT, 2010).

9

10 **Figura 4:** A. Radiografia da região lombossacra (LS) de um cão, projeção lateral, animal sem
 11 alterações na articulação lombossacra. B. Alterações degenerativas lombossacras,
 12 irregularidade da placa terminal (seta estreita), esclerose da placa terminal (cabeça da seta) e
 13 espondilose deformante (asterisco).



14

15

Fonte: arquivo pessoal

16

17

18

19

20

21

22

23

24

Em 41 cães clínica e radiograficamente normais e em 58 pastores alemães com sinais clínicos de compressão da cauda equina, foi realizada a mensuração comparativa de radiografias laterais da junção lombossacra nas posições neutra, flexionada e em extensão, concluindo-se que estas projeções radiográficas não podem ser usadas como único meio diagnóstico de compressão da cauda equina, tornando o diagnóstico radiográfico desta enfermidade um grande desafio, requerendo o uso de estudos contrastados ou tomografia para resultados mais precisos (INDRIERI, 1988). Muitos animais clinicamente normais têm anormalidades radiográficas na articulação lombossacral. De modo inverso, pacientes com SCE

1 apresentam radiografias simples sem anormalidades. Radiografias em posição flexionada e
2 estendida são de difícil interpretação e os achados apresentam significados controversos
3 (SHARP & WHEELER, 2005).

4 A mielografia, apesar de não ser o exame de imagem mais indicado para o
5 diagnóstico dessa afecção, é mais sensível que as radiografias simples e sua sensibilidade pode
6 ser maior se forem realizados estudos dinâmicos sob flexão e extensão, embora possa ocorrer
7 resultado falso-positivo. Nos casos em que existe apenas estenose foraminal, a mielografia não
8 é útil, e se a estenose foraminal estiver associada às outras alterações, ela pode não ser
9 identificada. A eficácia da mielografia no diagnóstico da estenose lombossacra é questionada,
10 pois o resultado irá depender se o saco dural estende-se até a articulação lombossacra, o que
11 pode não ocorrer em até 20% dos cães e assim o resultado normal na mielografia não exclui a
12 presença de estenose lombossacra (MEIJ & BERGKNUT, 2010). A mielografia em flexão-
13 extensão permitiu a identificação de compressão da cauda equina em 80% de cães afetados,
14 mas não foi útil nos pacientes cuja porção terminal do saco dural localizava-se cranialmente à
15 junção lombossacral, ou quando a compressão envolveu os nervos espinhais nos forames
16 intervertebrais (LENEHAN & TARVIN, 1990).

17 Na epidurografia, especialmente quando combinada com aplicação de flexão
18 e extensão dinâmica, pode ser observado estreitamento, elevação, desvio, ou obstrução das
19 colunas de contraste epidural. A interpretação da epidurografia pode ser difícil em consequência
20 da sobreposição de estruturas, tecido adiposo, preenchimento incompleto e extravasamento de
21 contraste pelo forame intervertebral (SHARP & WHEELER, 2005).

22 A Tomografia Computadorizada (TC) proporciona melhor identificação do
23 canal vertebral, dos forames intervertebrais e dos processos articulares, principalmente nos
24 cortes transversais (MEIJ & BERGKNUT, 2010), que são úteis para identificar o
25 comprometimento do forame intervertebral L7-S1 e do saco dural. Já a projeção sagital é muito
26 útil para a visualização da subluxação das facetas articulares e de S1 em relação a L7. A TC é
27 menos sensível do que a RM para avaliação dos tecidos moles dentro do canal espinhal, porém
28 é mais sensível para identificar calcificações de tecidos moles, osteófitos e alterações
29 degenerativas nas articulações (SHARP & WHEELER, 2005) como demonstrado na Figura 5.

30

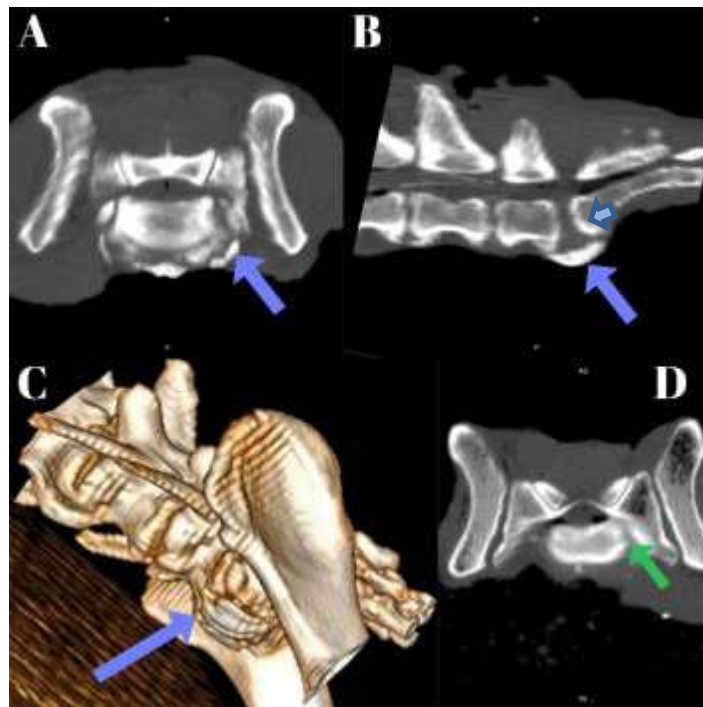
31

32

33

1 **Figura 5:** Imagens tomográficas da região lombossacra de um cão com sinais de ELD (A).
 2 Corte transversal evidenciando proliferação de tecido ósseo ao redor do corpo vertebral, forame
 3 e facetas articulares de S1 e consequente estenose de forame bilateral (seta); (B) corte sagital
 4 do mesmo animal, demonstrando espondilose deformante (seta azul maior) e esclerose da placa
 5 terminal de S1 (seta azul menor); (C) reconstrução 3D do mesmo animal, mostrando o aspecto
 6 da espondilose deformante (seta azul); (D) corte transversal de outro cão com sinais de ELD,
 7 com estenose de forame unilateral decorrente de proliferação óssea (seta verde).

8



9

10

Fonte: arquivo pessoal.

11

12

13

14

15

16

17

18

19

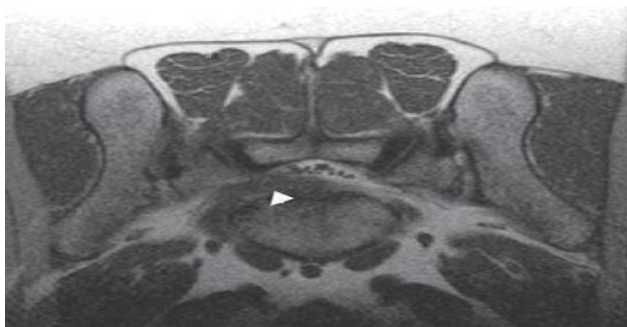
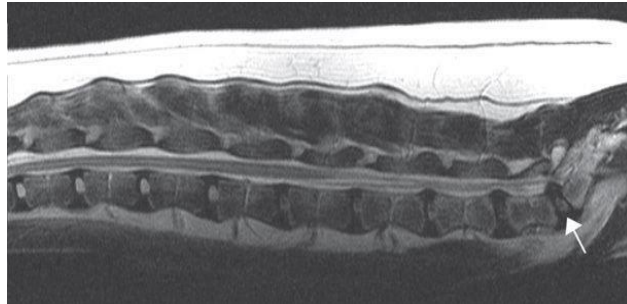
20

21

22

A ressonância magnética (RM) é o exame padrão ouro no diagnóstico da ELD, pois permite avaliação dos tecidos moles de maneira superior à TC, sendo possível a avaliação do canal vertebral, do forame intervertebral, da presença de compressão das raízes nervosas e de alterações nos tecidos moles. Neste exame foi demonstrado que 68 a 90% dos animais com ELD apresentam evidências de compressão das raízes nervosas de L7 (GODDE et al., 2007). O objetivo da sua realização é confirmar a suspeita clínica ou verificar se há outra etiologia para os sinais clínicos apresentados, como por exemplo, neoplasias ou infecções. Outras alterações que podem ser identificadas pela RM são neoplasias e inflamação da raiz nervosa de L7 secundária à compressão por uma protrusão de disco, gerando sintomatologia semelhante (SHARP & WHEELER, 2005) (Figura 6).

1 **Figura 6:** RM de um cão com ELD. (A) Corte sagittal ponderado em T2 apresentando
 2 compressão ventral ao nível de L7-S1 (seta). Compressões mais suaves e degeneração dos
 3 discos intervertebrais são vistas entre L5-L6 e L6-L7. (B) Imagem ponderada também em T2,
 4 transversal, ao nível da junção lombossacra, mostrando estenose foraminal e compressão da
 5 raiz nervosa secundária à protrusão de disco unilateral (cabeça da seta).



8 Fonte: Adaptação de Dewey & da Costa, 2016.

9

10 As imagens em plano sagital, parassagital e transversal podem ser necessárias
 11 para determinar o espectro de compressão da cauda equina. A imagem em secção transversal
 12 permite a melhor avaliação dos forames intervertebrais e do disco intervertebral. A RM fornece
 13 informações detalhadas sobre a degeneração do disco intervertebral, deslocamento do saco
 14 dural ou raízes nervosas, bem como perda da gordura peridural (MEIJ & BERGKNUT, 2010).

15 Nos estudos de imagem dinâmica, é possível observar subluxação entre as
 16 vértebras L7 e S1, e observa-se que a compressão é agravada quando a coluna do paciente é
 17 dorsoestendida, ocorrendo redução da compressão quando a coluna é ventralmente flexionada.
 18 A protrusão do disco intervertebral LS e estruturas ligamentares hipertrofiados são, comumente,
 19 hipointensas nas imagens ponderadas em T2 e a gordura epidural aparece atenuada, sendo
 20 melhor identificada nas imagens ponderadas em T1 (MEIJ & BERGKNUT, 2010). No entanto,
 21 a interpretação do exame pode ser sub ou superestimada. Em animais idosos de raças grandes
 22 é comum observar várias alterações degenerativas nas imagens, mesmo que aparentemente não
 23 possuam sinais clínicos de doença na região (FARRELL & FITZPATRICK, 2015).

24

2.6 TRATAMENTO

O diagnóstico definitivo e específico da enfermidade lombossacral é de vital importância para a escolha da terapia apropriada. O tratamento é dividido em médico ou cirúrgico e a escolha depende da severidade da compressão, se a compressão das raízes nervosas é estática ou dinâmica, central ou lateralizada, aguda ou crônica (PALMER & CHAMBERS, 1991). Deve-se destacar a importância que um bom exame clínico neurológico, associado aos exames complementares, tem na hora da escolha do melhor tratamento.

2.6.1 Tratamento médico

O tratamento médico ou conservativo consiste no uso de anti-inflamatórios, repouso e redução do peso caso necessário (MEIJ & BERGKNUT, 2010). O repouso deve ser feito por 6 a 8 semanas e a medicação anti-inflamatória por até 21 dias, podendo ser obtido sucesso com esta conduta (KENT, 2005; SHARP & WHEELER, 2005). Indica-se utilizar drogas anti-inflamatórias não esteroides ou corticosteroides em dosagens anti-inflamatórias, havendo, entretanto, controvérsias sobre o uso de esteroides (MEIJ & BERGKNUT, 2010). É importante frisar os cuidados na administração de corticosteroides, devido aos seus efeitos colaterais, como ulcerações gastrintestinais, hiperglicemia, retardo na cicatrização, inclusive do tecido nervoso, atrofia muscular, polidipsia e polifagia (KENT, 2005). Quando necessário deve-se tratar a dor neuropática com ansiolíticos e antiepilépticos (SMOLDERS et al., 2012). Indica-se ainda acupuntura, e que o repouso seja seguido de fisioterapia para fortalecimento muscular (SMOLDERS et al., 2012). A mesma abordagem terapêutica é utilizada em humanos, e muitos pacientes recuperam-se após algum tempo (JEFFERY et al., 2014).

A aplicação epidural de corticoide foi realizada em trinta e oito cães e apresentou bons resultados em 79% dos pacientes, principalmente naqueles animais com dor, claudicação e/ou andar rígido. Os pacientes selecionados não devem apresentar déficits proprioceptivos, nem incontinência urinária e fecal (JANSSENS et al., 2009). Essa via de aplicação de corticoides é usada em humanos com dor lombar persistente e déficits leves, com bons resultados, mas uma das preocupações é que ocorra lesão neurológica iatrogênica ou hemorragia, que em longo prazo cause aderência e dor (JEFFERY et al., 2014).

Os estudos sobre esse tratamento são poucos e restritos e os resultados parecem estar presentes somente durante a administração das medicações e o repouso. Janssens et al. (2009) relataram que em cães submetidos à aplicação de metilprednisolona por via epidural houve recuperação duradoura dos sinais clínicos, contudo os animais deste estudo

1 apresentavam apenas claudicação, mobilidade alterada e dor no período prévio ao tratamento,
2 sem nenhuma outra alteração neurológica.

3 Apesar de um estudo com cento e oito pessoas com ELD não ter demonstrado
4 diferença estatística entre o tratamento conservador e o tratamento com laminectomia, muitos
5 autores na medicina humana documentaram, posteriormente, a superioridade das técnicas
6 cirúrgicas, como por exemplo a descompressão associada à fusão, em relação ao tratamento
7 conservador (EPSTEIN, 2011). Ao comparar o resultado dentro e entre grupos de cães tratados
8 de forma não cirúrgica ou cirurgicamente, é importante considerar a variabilidade entre as
9 populações estudadas (FARRELL & FITZPATRICK, 2015).

10 11 2.6.2 Tratamento Cirúrgico

12 O tratamento cirúrgico deve ser utilizado nos casos onde há baixa resposta ao
13 tratamento clínico ou em casos de recidivas em cães e gatos com deficiências motoras graves
14 (SHARP & WHEELER, 2005). Não há consenso a respeito da melhor técnica cirúrgica
15 (CAROZO et al., 2008; FARRELL & FITZPATRICK, 2015; HANKIN et al., 2012;
16 SMOLDERS et al., 2012; SUWANKONG et al., 2007; VAN KLAVEREM et al., 2005; WEH
17 et al., 2007). A escolha da técnica deve levar em conta a presença de afecções concomitantes
18 que o animal apresenta e os objetivos do tratamento como por exemplo, voltar à atividade
19 irrestrita nos casos de cães utilizados para serviço militar (FARRELL & FITZPATRICK,
20 2015).

21 O tipo de procedimento cirúrgico depende da etiologia da lesão, porém as
22 principais técnicas descritas objetivam a descompressão das raízes nervosas e a estabilização
23 da região lombossacra (SISSON et al., 1992; SLOCUM & SLOCUM, 2000; MAYHEW, 2002;
24 HOWARD, 2007). As técnicas descompressivas mais utilizadas são a laminectomia,
25 hemilaminectomia, facetectomia e a fenestração do disco intervertebral L7-S1. Também é
26 possível associar estas técnicas com subsequente estabilização da articulação lombossacra
27 (SHARP & WHEELER, 2005; HOWARD, 2007).

28 As técnicas de estabilização e fusão intervertebral são tradicionalmente
29 realizadas na medicina humana com bons resultados, porém há poucos estudos na veterinária
30 (JEFERRY, 1995; VAN KLAVEREM et al., 2005; KANTER et al., 2011). Recentemente, uma
31 técnica de distração vertebral foi utilizada em vinte e três cães visando descomprimir o forame
32 intervertebral entre L7 e sacro, através da aplicação de um dispositivo intervertebral, que
33 resultou em boa distração entre as placas terminais e aumento do diâmetro do forame
34 (FARRELL & FITZPATRICK, 2015).

1 Teunissen et al. (2017) objetivando avaliar as propriedades biomecânicas de
2 um *cage* intervertebral oriundo da medicina humana, utilizaram nove segmentos lombossacos
3 de cadáveres de cães em testes que determinaram suas forças em flexão/extensão, flexão lateral
4 e rotação axial isolados, associadas somente ao *cage* e associados a técnicas cirúrgicas como
5 laminectomia dorsal e discectomia e *cage* em combinação à fixação dorsal com parafusos e
6 haste. Houve aumento do espaço intervertebral e da rigidez na articulação, sendo assim
7 puderam inferir que do ponto de vista biomecânico, o uso de *cage* intervertebral, mesmo que
8 utilizado como única técnica de estabilização/distração, é uma alternativa potencial para a
9 fixação da junção lombossacra.

10 11 2.6.2.1 Técnicas cirúrgicas em veterinária

12 *Laminectomia dorsal*

13 A realização da laminectomia dorsal para descompressão lombosacra é a
14 técnica mais recomendada pela maioria dos autores, com taxa de sucesso entre 74 a 93%, por
15 gerar descompressão da cauda equina e acesso ao disco intervertebral (JEFFERY, 1995;
16 JEFFERY et al., 2014). É executada removendo-se o arco dorsal da vertebra, permitindo acesso
17 a toda região dorsal do canal medular e após o afastamento lateral da cauda equina, visualização
18 do assoalho vertebral e da região dorsal do disco intervertebral (FOSSUM, 2012). Permite
19 também realização da discectomia ou anulectomia, para que compressões ventrais à cauda
20 equina sejam removidas (JEFFERY et al., 2014) (Figura 7).

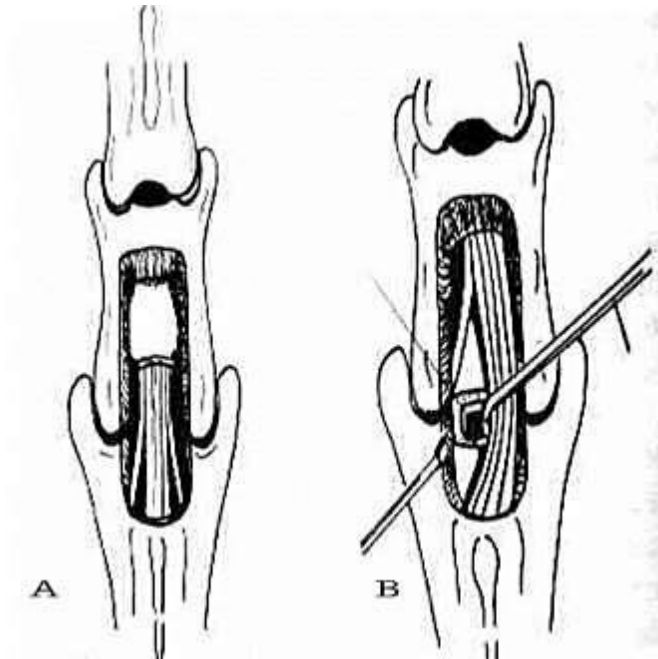
21 Van Klaveren et al. (2005), realizaram testes em placa de força após
22 realização de laminectomia dorsal em doze cães com ELD, observando que houve restauração
23 gradativa das forças de propulsão ao longo de seis meses, entretanto, neste estudo não foram
24 avaliados os mesmos animais com placa de força no período pré-operatório para comparar
25 adequadamente a evolução. Suwankong, (2007) descreveu resultados parecidos em trinta e um
26 cães, porém observou que após o sexto mês os resultados se estabilizaram ou até pioraram em
27 alguns casos. Os animais se tornaram mais velhos, outros problemas ortopédicos ou
28 instabilidade remanescente e/ou outras mudanças degenerativas na região lombossacra podem
29 ter afetado as forças propulsoras dos membros pélvicos e influenciado nos resultados do
30 acompanhamento em longo prazo, que variou entre seis meses a um ano e meio.

31 Como fatores limitantes, a técnica não alivia os sinais quando há compressão
32 da raiz de L7 na parte lateral do forame, a menos que seja associada à foraminotomia, o que
33 então poderia aumentar o risco de fratura articular (JEFFERY et al., 2014) e consequentemente,
34 muitos animais apresentam recidiva em longo prazo, provavelmente devido à falta de

1 estabilização, principalmente se a facetectomia for realizada conjuntamente (FARREL &
 2 FITZPATRICK, 2015; JEFFERY, 1995; KANTER et al., 2011; VAN KLAVEREM et al.,
 3 2005).

4

5 **Figura 7:** Laminectomia dorsal entre L7-S1 de um cão. (A) Remoção dos processos espinhos
 6 de L7-S1 e desgaste das laminais dorsais. (B) Afastamento da cauda equina permitindo a
 7 discectomia parcial do disco intervertebral.



8

9

Fonte: Adaptação de Denny & Butterworth, 2006.

10

11 *Foraminotomia*

12

13

14

15

16

17

A foraminotomia consiste na descompressão da raiz de L7 na sua passagem pelo forame intervertebral, por meio da retirada de uma porção da faceta articular. É um procedimento adicional para ampliar o forame de L7-S1 no ponto de saída da raiz do canal vertebral, mas deve-se preservar a estabilidade articular removendo-se menor quantidade de osso em vez de retirar os processos articulares (SJÖSTRÖM, 2007; BEBCHUK, 2017) (Figura 8B).

18

19

20

21

22

23

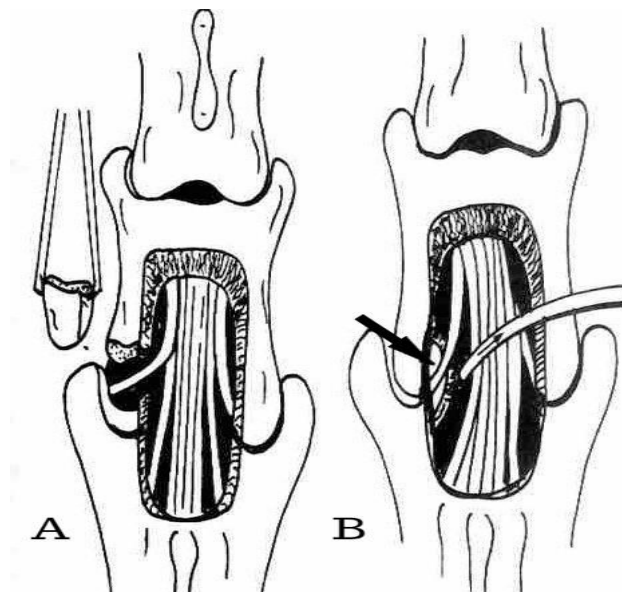
Os procedimentos cirúrgicos nessa região são desafiadores, e na maioria das vezes o forame é abordado dorso-obliquamente, como uma extensão da laminectomia lombossacra, com ou sem preservação das facetes articulares (GODDE et al., 2007). Há também a descrição da técnica experimentalmente em seis cães adultos clinicamente normais por via endoscópica, por meio de uma minilaminectomia dorsal (WOOD et al., 2002). Outras opções incluem a descompressão da raiz nervosa por uma fenestração dorsal do disco em

1 direção lateral, ou extensão da laminectomia lateral e ventralmente sob a faceta articular,
 2 entretanto essa técnica não permite bom acesso e visualização acurada das zonas foraminais
 3 médias e de saída, podendo ocorrer ainda descompressão incompleta da raiz e persistência dos
 4 sinais clínicos (GODDE et al., 2007).

5 Os problemas decorrentes da foraminotomia incluem risco de lesão
 6 iatrogênica da raiz nervosa, devido à pouca visibilidade (FARRELL & FITZPATRICK, 2015);
 7 acesso limitado a compressões lateralizadas, instabilidade pós-operatória e raramente fratura da
 8 faceta articular contralateral (GODDE et al., 2007). Consequentemente, a descompressão
 9 incompleta pode levar à persistência dos sinais clínicos (FARRELL & FITZPATRICK, 2015).
 10 Uma complicação que pode ocorrer em longo prazo é que a cicatrização óssea do forame pode
 11 diminuir a dimensão do forame ou englobar e comprimir o nervo (GODDE et al., 2007).

12 Em humanos, a descompressão do forame estenosado frequentemente é
 13 combinado com descompressão do canal medular por laminectomia, para obtenção de
 14 resultados melhores, pois a falha em diagnosticar a estenose foraminal é uma causa importante
 15 da “síndrome da falha cirúrgica” (GODDE et al., 2007). Diferentemente dos cães, esta
 16 associação é possível devido a anatomia da região lombossacra humana, onde a asa do íleo não
 17 dificulta, por exemplo, o acesso lateral ao forame intervertebral de L5-S1 e devido ao
 18 desenvolvimento da instrumentação e de técnicas, como as minimamente invasivas (POTTER,
 19 2005).

21 **Figura 8:** Laminectomia dorsal associada a foraminotomia e facetectomia entre L7-S1 de um
 22 cão. (A) Facetectomia da faceta articular de L7; (B) Foraminotomia indicada pela seta.



23
 24 Fonte: Adaptação de Denny & Butterworth, 2006.

1 *Facetectomia total*

2 A facetectomia é a extensão de uma laminectomia dorsal removendo uma
3 porção ou toda a faceta articular em seu aspecto lateral e dorsal, uni ou bilateralmente,
4 permitindo a avaliação da parte dorsal do canal medular (BEBCHUK, 2015; ERBULUT, 2014).

5 Quando realizada unilateralmente, ou seja, apenas um processo articular
6 (esquerdo ou direito) é retirado, há pouco benefício para o tratamento da ELD, posto que a
7 retirada bilateral pode produzir instabilidade importante, principalmente quando associada à
8 laminectomia dorsal (ERBULUT, 2014; FARRELL & FITZPATRICK, 2015) (Figura 8A).

9 Foi descrito também a facetectomia parcial, na qual se realiza a retirada de
10 uma pequena porção da faceta articular como ilustrado na figura 9, para aumentar a passagem
11 para a raiz nervosa, cujo objetivo é substituir a foraminotomia e suas complicações (KANG et
12 al., 2014).

13

14 **Figura 9:** Esquema representativo da facetectomia parcial. Vista do processo articular esquerdo
15 da vértebra lombar de um cão, parte a ser removida demarcada e indicada pela seta.



16

17

Fonte: Adaptado de Kang et al, 2014.

18

19 *Estabilização Lombosacra*

20 O objetivo da fixação e fusão da articulação lombossacra é reduzir a dor e as
21 disfunções neurológicas, por meio da supressão do componente dinâmico, realizando-se a
22 fixação dos ossos para evitar sua movimentação (JEFFERY et al., 2014). Pode-se ainda realizar
23 a imobilização em leve flexão com o objetivo de expandir o forame de L7 e diminuir a protrusão

1 do disco (JEFFERY et al., 2014). Existem várias técnicas de distração e fusão descritas
 2 (REYNOLDS et al., 2014), entretanto a avaliação dos resultados é difícil devido à diversidade
 3 de técnicas descritas (JEFFERY et al., 2014).

4 As técnicas de estabilização incluem a colocação de parafusos através das
 5 facetas articulares de L7-S1 juntamente com enxerto ósseo para fusão, o uso de pinos ou
 6 parafusos e polimetilmetacrilato (PMMA) e o uso de haste e parafusos pediculados projetados
 7 originalmente para aplicação na coluna vertebral humana. Recentemente foi descrito a técnica
 8 de distração do espaço lombossacral com um dispositivo intervertebral definitivo à semelhança
 9 do que é feito em humanos, associado à pinos e barras conectoras (FITZPATRICK, 2014).

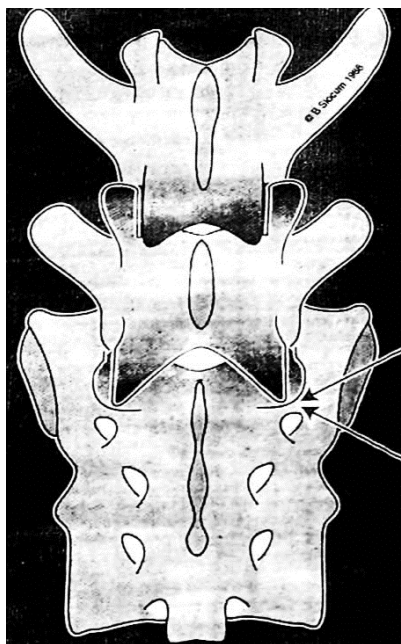
10

11 *Estabilização transarticular com parafuso*

12 Nesta técnica são colocados parafusos ou pinos através das facetas articulares
 13 (JEFFERY et al., 2014), objetivando a fusão das mesmas. Esta técnica não promove
 14 estabilização do componente ventral da coluna (HANKIN, 2012). Pode ser realizada a redução
 15 do deslocamento entre as facetas articulares antes da fixação, fenômeno denominado de
 16 telescopia (Figura 10), aumentando o forame intervertebral (SHARP & WHEELER, 2005).
 17 Variações da técnica de distração vertebral envolvem a colocação dos implantes atravessando
 18 as facetas (Figura 11A), o sacro e a asa do ílio (SMOLDERS et al., 2012).

19

20 **Figura 10:** Vista dorsal da articulação lombossacra em um cão. Telescopia das facetas
 21 articulares, nota-se o colapso entre as vértebras L7 e S1 indicado pelas setas.



22

23

Fonte: Adaptado de Slocum, 1998.

1 Descreve-se sucesso de 85% na estabilização transarticular com parafusos em
2 cães (HANKIN et al., 2012), entretanto, ocorrem complicações com essa técnica não havendo
3 ainda estabilização suficientemente rígida. Os resultados clínicos são satisfatórios,
4 supostamente pela associação com a laminectomia dorsal descompressiva (GOLINI et al.,
5 2014).

6 7 *Fixação com pinos ou parafusos e polimetilmetacrilato*

8 É uma técnica de fusão dorsal em que os pinos ou parafusos são inseridos
9 no corpo de L7 e no sacro e, posteriormente, as extremidades desses implantes são incorporadas
10 ao polimetilmetacrilato, atuando como um fixador interno (WEH, 2007, BEBCHUK, 2017). A
11 vantagem desta técnica é a facilidade de se obter fixação com o acrílico, mesmo em pinos com
12 angulação entre si, mas como desvantagem cita-se a quantidade de acrílico, que pode causar
13 deslocamento da musculatura, além da possibilidade de predispor à infecção (WEH, 2007).

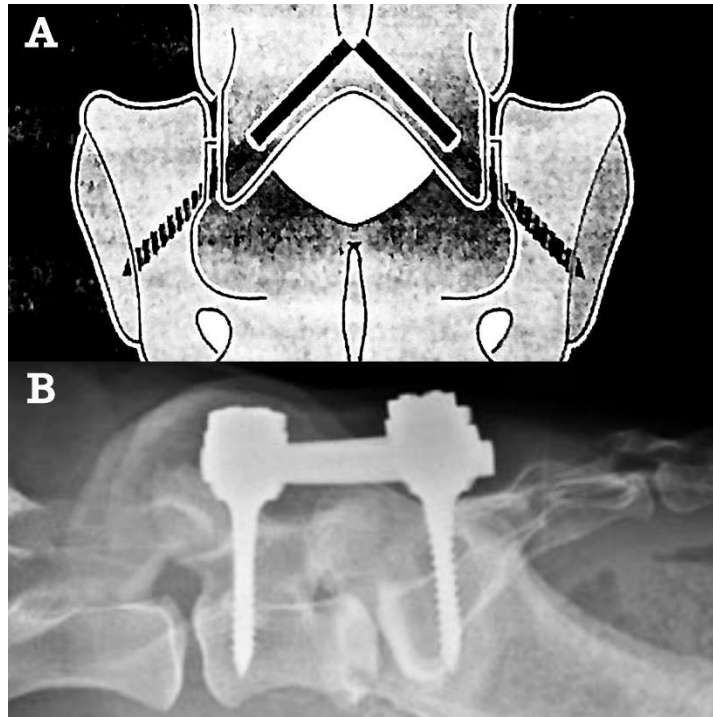
14 15 *Fixação com parafusos pediculares e barras conectoras*

16 Em seres humanos a descompressão cirúrgica combinada à fixação pedicular
17 é usada com bastante sucesso no tratamento da estenose lombossacra, instabilidade
18 lombossacra e doença do disco degenerativa. O objetivo é facilitar a fusão óssea dos segmentos
19 que foram submetidos à descompressão, prevenindo maior degeneração. Os parafusos
20 pediculares de titânio são colocados nos pedículos das vértebras L5 e S1 e fixados a duas barras
21 do mesmo material. Uma das vantagens desta técnica é que ela permite a realização de distração
22 vertebral por meio da regulagem da fixação dos parafusos na barra de titânio. Em cães, somente
23 a região de L7-S1 possui pedículo suficiente para a implantação desse sistema (SMOLDERS et
24 al., 2012) (Figura 11B).

25 Zynd et al. (2014) observaram em estudos com cadáveres de cães boa
26 estabilidade e descompressão vertebral com esta técnica, associando-a à laminectomia dorsal.
27 A técnica de introdução de parafusos nos pedículos também pode ser usada unindo-se os
28 parafusos a “barras” de cimento ósseo (SHARP & WHEELER, 2005) (Figura 12 – seta
29 circular).

30
31
32
33
34

- 1 **Figura 11:** Técnicas cirúrgicas para descompressão e estabilização lombossacra no cão. (A)
 2 estabilização dorsal com parafusos transarticulares; (B) Estabilização dorsal com parafusos
 3 pediculares e barras conectoras.

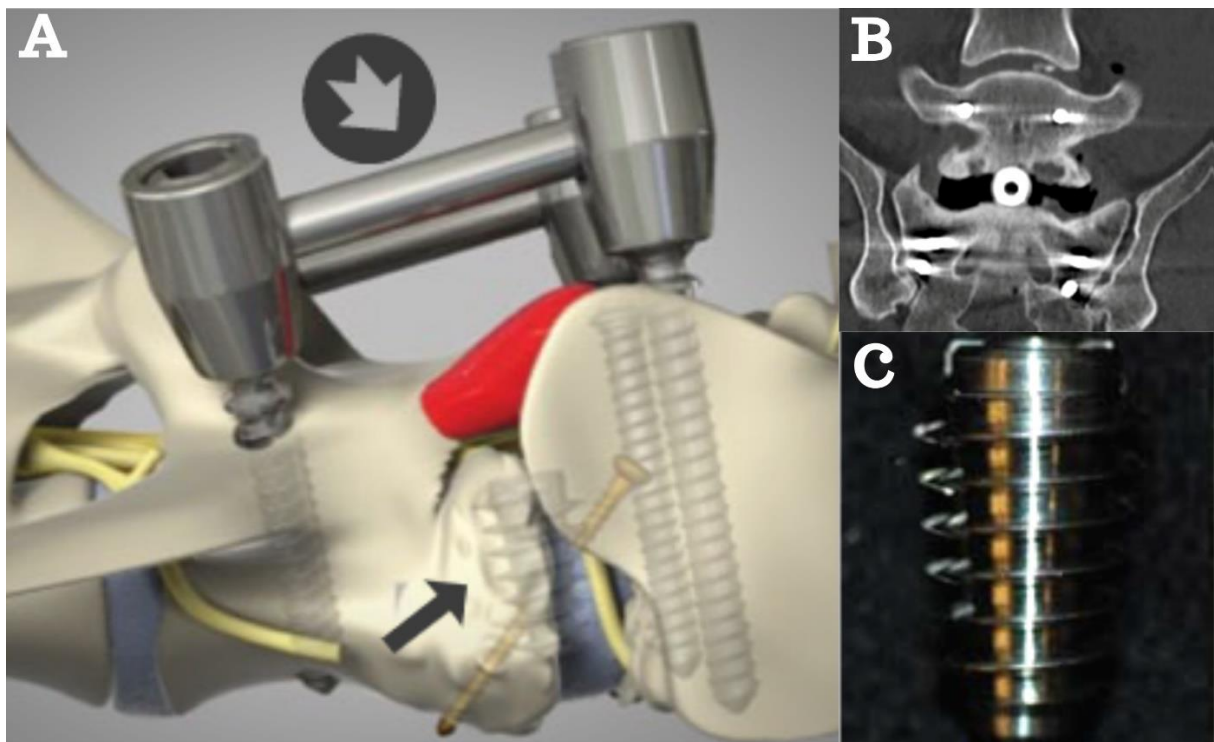


4
 5 Fonte: Adaptação de Slocum (1998) (A) e Smolders (2012) (B).
 6

7 A técnica de fixação pedicular em cães com ELD foi posteriormente
 8 desenvolvida e associada à aplicação de um parafuso espaçador de titânio cônico e rosqueado
 9 aplicado no ponto central do disco intervertebral de L7 após discectomia, entretanto para evitar
 10 a migração dorsal pós-operatória do espaçador, o mesmo foi fixado com um parafuso de 2.4
 11 mm direcionado cranioventralmente de S1 para L7, através de um orifício no espaçador, e para
 12 isso foi necessária a manipulação das raízes nervosas, o que ocasionou sequelas neurológicas
 13 temporárias em alguns pacientes (FARREL & FITZPATRICK, 2015) (Figura 12). Segundo os
 14 autores, a técnica apresenta como vantagens a promoção da distração das placas vertebrais
 15 terminais, aumento do forame em todas as suas partes, pois as facetas articulares são
 16 tracionadas, e futuramente promoção de fusão vertebral devido à curetagem das placas
 17 vertebrais terminais (FARRELL & FITZPATRICK, 2015). Ao contrário das técnicas usadas
 18 em seres humanos, o espaçador colocado na linha média e no centro do disco parece ir contra
 19 os preceitos biomecânicos aplicados em humanos. Entretanto, como a distração e colocação do
 20 *cage* auxiliam a aumentar o diâmetro do forame intervertebral, as complicações da
 21 foraminotomia e da facetectomia foram evitadas (FARREL & FITZPATRICK, 2015;
 22 KANTER et al., 2011).

1 O conceito moderno de fixação intersomática ou intervertebral foi
 2 introduzido na veterinária quando um *cage* de aço inox preenchido com osso foi usado em
 3 equinos com síndrome de Wobbler (KANTER et al., 2011). A distração/fusão intervertebral
 4 lombossacra tem sido recomendada para cães com instabilidade associada, apesar dos critérios
 5 para determinar a presença ou não de instabilidade ainda serem controversos. A indicação para
 6 fusão e sua comprovação ainda não são muito claras (JONES et al., 2008). Em humanos não há
 7 evidências que suportam a necessidade de promoção de fusão na primeira protusão do disco,
 8 mas sim nos casos de pacientes que possuem instabilidade da articulação e pacientes com
 9 estenose lombar e espondilolistese. É uma técnica que neutraliza todas as forças
 10 simultaneamente. Somente a estabilização dorsal, ou posterior nos seres humanos, sem
 11 distração, não fornece elementos para diminuir a compressão estática do forame por exemplo
 12 (FARREL & FITZPATRICK, 2015).

13
 14 **Figura 12:** Técnica de estabilização lombossacra desenvolvida por Fitzpatrick para cães. (A)
 15 Espaçador (seta menor) e fixação dorsal com parafuso pedicular e barras conectoras (seta
 16 circulada); (B) plano dorsal da tomografia computadorizada de um cão submetido à técnica de
 17 fixação representada na figura A, evidenciando o posicionamento do espaçador e dos parafusos
 18 nos pedículos de L7 e S1; (C) vista lateral do modelo de espaçador desenvolvido por Fitzpatrick.



20
 21 Fonte: Adaptado de Farrel & Fitzpatrick (2015) e Zindl (2017).

1 2.6.2.2 Tratamento da doença degenerativa lombossacra com instabilidade na medicina 2 humana

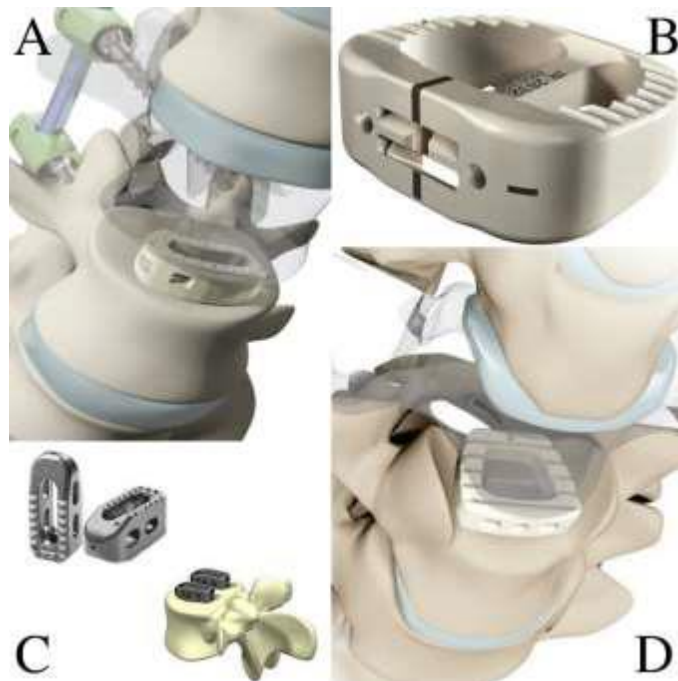
3 Várias técnicas de instrumentação lombar posterior, ou técnicas utilizadas
4 para imobilizar a coluna com parafusos e espaçadores pela via posterior, são aplicadas em seres
5 humanos com várias afecções que causam instabilidade, como trauma, infecção, e doenças
6 degenerativas (SMITH et al., 2011). O uso de tais técnicas iniciou-se nos anos 40, e a técnica
7 de fixação pedicular foi desenvolvida nos anos 50, sendo que houve evolução das técnicas e
8 dos materiais utilizados, principalmente com o desenvolvimento dos implantes de titânio, que
9 permitem melhor crescimento ósseo e fusão, além de serem compatíveis com o exame de
10 ressonância magnética (SMITH et al., 2011).

11 Além da estabilização fornecida pela fixação pedicular, indica-se em alguns
12 casos a associação com a técnica de fusão vertebral óssea. As técnicas de descompressão e
13 fusão já estão bem estabelecidas, e existem inúmeras modificações, mas que contribuem
14 significativamente para a artrodese, sendo que a maioria delas utiliza um espaçador ou *cage*
15 aplicado no espaço intervertebral (MADHU, 2008). Esse dispositivo auxilia na manutenção do
16 espaço do disco, contribuindo para a descompressão mecânica do forame intervertebral, além
17 de auxiliar na restauração do alinhamento entre as vértebras (MADHU, 2008; KIMURA et al.,
18 2012). Além disso, os espaçadores mais utilizados na medicina humana contêm orifícios onde
19 são aplicados enxertos ósseos, e assim a fusão é estimulada precocemente, mantendo-se a
20 estabilidade mecânica enquanto a fusão óssea se desenvolve. Em humanos, 80% da carga
21 compressiva da coluna é transmitida através dos corpos vertebrais e quando o compartilhamento
22 de carga nos corpos vertebrais é eliminado, por exemplo por discectomia, o momento de flexão
23 nos parafusos pediculares superiores aumenta em sete vezes (MADHU, 2008).

24 As técnicas para promover a fusão das vértebras lombossacras em humanos
25 podem ser realizadas por acesso dorsal ou ventral via abdominal, e além da retirada do disco e
26 desgaste das lâminas vertebrais, vários tipos de enxerto são colocados no espaço do disco, como
27 processos espinhosos e crista ilíaca entre outros (KANTER et al., 2011), que entretanto
28 migram, levando ao colapso do espaço do disco; então a técnica foi melhorada pela associação
29 com a fixação pedicular (KIMURA et al., 2012), que reduziu significativamente a taxa de
30 migração do enxerto, pois biomecanicamente fornece suporte para a porção ventral da coluna
31 vertebral (PATEL et al, 2000). Posteriormente, os *cages* foram gradativamente sendo
32 modificados, e atualmente são de polímero de fibra de carbono ou de polietercetona, facilmente
33 disponíveis e radiolúcidas, permitindo assim boa avaliação da evolução da fusão óssea (CHO
34 et al., 2008; KIMURA et al., 2012).

1 Existem inúmeros formatos e tamanhos de *cages* lombares, cujo objetivo é
 2 restaurar o tamanho do espaço do disco, melhorar a rigidez de todo o aparato de fixação
 3 pedicular, para assim diminuir a chance de falha mecânica ou migração do espaçador (CHO et
 4 al., 2008) (Figura 13). Alguns dos *cages* são designados para serem colocados em pares,
 5 lateralmente à linha média, o que diminui a manipulação das raízes nervosas (ABBUSHI et al.,
 6 2008). Em um estudo em humanos foi constatado que a taxa de migração do *cage* foi maior
 7 quando o mesmo se localizava mediomedialmente, e menor quando localizado
 8 posterolateralmente (ABBUSHI et al., 2008).

9
 10 **Figura 13:** Exemplos de modelos de *cage* utilizados em técnicas para fusão interssomática
 11 lombossacra e cervical em humanos. (A) Esquema representativo do posicionamento do *cage*
 12 para fusão intervertebral Novel® Tapered TL associado a estabilização pedicular; (B) *Cage*
 13 para fusão interssomática ROI-A® LRD. (C) *Cage* intervertebral Concorde® e seu esquema
 14 representativo de posicionamento no espaço intervertebral; (D) Esquema representativo do
 15 posicionamento do *cage* intervertebral Novel® Cis.



16
 17 Fonte: Catálogo de produtos Alphatec Spine®, LDR Medical e Synthes Indústria e Comércio
 18 Ltda.

19
 20 Idealmente o *cage* deve ser de fácil inserção, preencher anatomicamente o
 21 espaço do disco, se acoplar corretamente nas placas vertebrais de acordo com sua anatomia, ter
 22 boa função biomecânica (CHO et al., 2008), contendo ainda bordas serrilhadas que diminuam

1 a chance de migração (PATEL et al., 2000). Além do formato do espaçador, outros fatores são
2 importantes, como o ângulo de inserção do *cage* e a técnica de aplicação do mesmo, existindo
3 instrumental específico para cada um deles. Além disso, na inserção do *cage*, quando se aplica
4 o fixador pedicular, o espaço do disco é distraído, e logo após a inserção do *cage*, pode ser
5 realizada compressão vertebral por regulação do aparato de distração, para diminuir a chance
6 de migração do espaçador (PATEL et al., 2000).

7 Em humanos o *cage* pode ser inserido via anterior nas cirurgias com acesso
8 pelo abdômen, via posterior e via transforaminal, e depois realiza-se a suplementação com a
9 fixação com parafusos pediculares por técnica aberta ou minimamente invasiva. A escolha da
10 técnica depende de vários fatores, como a idade do paciente, comorbidades, tipo de afecção e
11 considerações anatômicas (KANTER et al., 2011).

12 A migração do *cage* é uma das complicações mais temidas, pois quando
13 ocorre a migração posterior pode ocorrer compressão das estruturas nervosas, levando à
14 recidiva dos sinais clínicos e necessidade de re-operação (REZENDE et al., 2014), o que levou
15 ao desenvolvimento de espaçadores autobloqueantes (ABBUSHI et al., 2008).

16 Os fatores que interferem na migração do *cage* em humanos são o
17 posicionamento do mesmo e o tipo de *cage* utilizado. Estudos anatômicos mostraram que a
18 densidade e a espessura da placa terminal vertebral aumentam na direção da periferia e, em
19 estudos biomecânicos, constatou-se que o centro da placa terminal é o ponto mais fraco, e a
20 periferia seu ponto mais forte. Sendo assim, o contato entre a placa terminal e o implante deve
21 ser suficientemente forte para que resista à movimentação da coluna. Além disso, este contato
22 entre o *cage* e a superfície óssea depende também do tipo e tamanho do implante. Como o
23 centro da placa vertebral terminal é a parte mais fraca, o uso de dois *cages* laterais ao invés de
24 um *cage* central pode fornecer rigidez superior (ABBUSHI et al., 2008).

25 A fusão não pode ser confirmada radiograficamente até seis a nove meses
26 após a cirurgia. O tempo médio para avaliação da ocorrência de fusão e/ou pseudartrose em
27 humanos é de no mínimo doze meses (CHRISTENSEN et al., 2001; STEINMANN &
28 HERKOWITZ, 1992). Em um estudo retrospectivo que avaliou a técnica de TLIF em cem
29 pessoas, a fusão radiográfica foi evidente em 93% dos pacientes, sendo que 81% apresentaram
30 50% de alívio da dor nas costas e pernas. A determinação radiográfica de uma fusão estável e
31 sólida e da pseudartrose é difícil de avaliar e essa classificação radiográfica pode subestimar a
32 formação da fusão, pois é dependente do observador (POTTER et al., 2005).

33 Várias técnicas de imagem podem ser feitas, mas a radiografia anteroposterior
34 e lateral convencional em posição neutra e em flexão/extensão, ainda é o método de diagnóstico

1 mais utilizado para avaliação da qualidade da fusão da coluna vertebral. Não existe uma
2 classificação detalhada aceita entre todos os profissionais para afirmar se há realmente uma
3 fusão intervertebral, mas sim para classificar a pseudartrose, que é definida como a falha de
4 uma fusão sólida um ano após a cirurgia e pode ser classificada em atrófica ou hipertrófica. A
5 atrófica é caracterizada pela ausência de reação óssea, enquanto que a hipertrófica é
6 caracterizada por esclerose óssea, indicando boas condições biológicas, mas inadequada
7 estabilização mecânica (CHRISTENSEN et al., 2001).

8 Alguns sinais avaliados para determinar se há fusão são a existência de ponte
9 óssea anterior e posterior, a continuidade óssea entre as placas da extremidade superior e
10 inferior, a estrutura trabecular no enxerto anterior e a falta de linhas radiolúcidas em torno do
11 enxerto anterior, podendo variar entre observadores (HACKENBERG et al., 2005).

12 13 2.6.2.3 Utilização de *cages* na medicina veterinária

14 A técnica de estabilização utilizando *cages* para promover distração e
15 futuramente fusão intervertebral na coluna lombossacra canina foi introduzida recentemente na
16 medicina veterinária e está em processo de pesquisa. Estão sendo realizados estudos para
17 conhecer melhor a técnica, os implantes utilizados e quais suas implicações na coluna dos cães.

18 Os *cages* tem sido usados em cães para tratar a espondilomielopatia cervical
19 disco-associada (DA SILVA et al., 2010; STEFFEN et al., 2011) e os primeiros estudos datam
20 de 2007. Estudou-se a utilização de uma prótese de disco cervical, que substituísse o disco e
21 preservasse a mobilidade intervertebral promovendo distração, estabilidade e descompressão
22 da raiz nervosa, no tratamento de cães que apresentavam síndrome de wobbler disco-associada,
23 o *Adamo spinal disc*® (ADAMO & FORTERRE, 2015). Outros estudos foram feitos e novos
24 modelos foram apresentados, como o próprio dispositivo desenvolvido por Fitzpatrick (2014),
25 que foi idealizado primariamente para utilização na coluna cervical (SOLANO et al., 2014) e
26 posteriormente adaptado para a coluna lombossacra canina. Em um estudo de elementos finitos,
27 foi desenvolvido uma prótese de disco cervical intervertebral modificada, que forneceu
28 estabilidade, rigidez suficiente e bom encaixe no espaço intervertebral (MARINHO, 2014).

29 Morrison et al. (2016) testaram três tipos de implantes utilizados em humanos
30 para distração/fusão cervical, dois *cages* e um sistema de placa e parafuso, em dezoito colunas
31 cervicais caninas, mas os *cages* não puderam ser implantados cirurgicamente, devido à
32 diferenças anatômicas dos cães e o outro implante, ao passar por teste de extensão, falhou na
33 interface osso/implante, não sendo indicados para estabilização da coluna cervical em cães.

1 A medicina humana sempre utilizou modelos veterinários em suas pesquisas
2 e um estudo biomecânico em dezesseis colunas toraco-lombares bovinas, mostrou que o *cage*
3 de fusão intervertebral é eficaz na restauração da altura neuroforaminal, estabiliza a coluna
4 vertebral suportando a deformação foraminal durante sua movimentação diária e que o grau de
5 estabilização foi influenciado pela direção da carga aplicada, pelo tipo de *cage* e mobilidade do
6 segmento (WANG et al., 2007). Brantigan et al. (1994) utilizaram vinte e sete caprinos para
7 determinar a ocorrência de fusão, a biocompatibilidade do material de polímero de carbono e a
8 possibilidade de existir resíduos de desgaste do carbono após a implantação cirúrgica de um
9 *cage* e concluíram que houve fusão rápida, seis meses após a cirurgia, não havendo efeitos
10 adversos do material do implante.

11 Em cães com ELD, as indicações para o uso de técnicas de distração-
12 estabilização com *cage* não são claras. Acredita-se que esta tipo de estabilização pode ser
13 superior às técnicas já utilizadas e que em combinação com a fixação dorsal com
14 parafusos/pinos e polimetilmetacrilato seja ainda melhor (FARREL & FITZPATRICK, 2015).
15 Zindl et al. (2017) avaliaram biomecanicamente um novo sistema de estabilização/distração,
16 constituído por um parafuso de distração intervertebral, parafusos poliaxiais e hastes de
17 conexão, em nove colunas lombossacras caninas. O sistema mostrou-se versátil para
18 estabilização cirúrgica da articulação de L7-S1 após descompressão, restaurando a estabilidade
19 articular, porém houve aumento do movimento entre as vértebras L6-L7, sugerindo efeitos
20 adversos em níveis adjacentes.

21 Em outro estudo semelhante ao desenvolvido por Morrison et al. (2016),
22 foram avaliadas as propriedades biomecânicas de um *cage*, usado na medicina humana para
23 fusão intervertebral cervical, isoladamente ou associado à estabilização dorsal na articulação
24 lombossacra em nove cães. Houve aumento da espessura do disco após a inserção do *cage*,
25 reduzindo a amplitude de movimento e melhorando a estabilização da articulação após
26 descompressão, sendo que a amplitude de movimento diminuiu ainda mais após a associação
27 com estabilização dorsal com parafusos pediculares e barras conectoras (TEUNISSEN et al.,
28 2017).

29 Não é de conhecimento dos autores que haja estudos para avaliar a
30 presença/taxa de fusão e o tempo médio para ocorrência dessa no período pós-cirúrgico em cães
31 submetidos à estabilização lombossacra, seja a técnica feita em associação com o implante
32 recentemente desenvolvido na medicina veterinária ou em associação com *cages* da medicina
33 humana. Porém, Ohyama et al. (2004), testaram um enxerto ósseo associado à técnica de
34 estabilização com *cages* no segmento lombar de oito cães, e foi confirmado radiograficamente

1 e macroscopicamente a fusão dos segmentos tratados após dezesseis semanas da intervenção
2 cirúrgica, porém na análise microrradiográfica e histológica as taxas de fusão encontradas
3 foram menores que as estimadas por meio das radiografias.

4 Cães afetados pela ELD podem não ser beneficiar do tratamento conservador
5 e nestes casos a intervenção cirúrgica é necessária (FITZPATRICK, 2014). Necessita-se de
6 estudos para o desenvolvimento de protótipos de *cages* que se adequem à anatomia da região
7 lombossacra do cão e que permitam, além da distração/estabilização entre L7-S1, a fusão
8 intervertebral (TEUNISSEN et al., 2017; ZINDL et al., 2017).

9 Devido às limitações das técnicas cirúrgicas existentes em veterinária para
10 tratamento de cães com ELD, a cirurgia que envolve a implantação de um *cage* para
11 fusão/distração intervertebral surgiu como alternativa para a melhoria e evolução do tratamento
12 desta afecção e assim como na medicina humana, alguns “designs” de implantes devem ser
13 desenvolvidos e testados primeiramente “in vitro” antes de serem disponibilizados para uso
14 clínico (WILKE et al., 1998). Posteriormente, devem ser realizados estudos com
15 acompanhamento em longo prazo, para determinar a segurança e eficácia de novos sistemas de
16 fixação, investigar a progressão da fusão intervertebral *in vivo* e a ocorrência de possíveis
17 complicações associados a um *cage* intervertebral” em pacientes com ELD (TEUNISSEN et
18 al., 2017; ZINDL et al., 2017).

1 REFERÊNCIAS

2
3 ABBUSHI, Alexander; CABRAJA, Mario; THOMALE, Ulrich-Wilhelm;
4 WOICIECHOWSKY, Christian; KROPPENDTEDT, Stefan Nikolaus. The influence of cage
5 positioning and cage type on cage migration and fusion rates in patients with monosegmental
6 posterior lumbar interbody fusion and posterior fixation. **European Spine Journal**, v.18, p.
7 1621-1628, 2009.

8
9 ADAMO, Filippo; FORTERRE, Franck. Will There be a Role for Disc Prostheses in Small
10 Animals? In: THOMAS, William B.; FINGEROTH, James M. **Advances in Intervertebral**
11 **Disc Disease in Dogs and Cats**. 1. ed. [s.l.]: Editora Willy Blackwell, 2017. p. 294-309.

12
13 AUGER, Jerome; DUPUIS, Jacques; QUESNEL, Andrée; BEAUREGARD, Guy. Surgical
14 treatment of lumbosacral instability caused by discospondylitis in four dogs. **Veterinary**
15 **Surgery**, v. 29, p. 70-80, 2000.

16
17 BEBCHUCK, Trevor. Lumbosacral decompression and foraminotomy. In: SHORES, Andy;
18 BRISSON, Brigitte A. **Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery**. 1. ed. [S.l.]:
19 John Wiley & Sons, 2017. p. 223-233.

20
21 BELLIVEAU, Jordan; KRUMSIEK, Cody; LUCINI, Greg. **Design of an Orthopedic Device**
22 **to Prevent Lumbosacral Stenosis in Military Working Dogs**. 2010. Disponível em:
23 <<https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-42810121918/unrestricted/Design>
24 of an Orthopedic Device to Prevent Lumbosacral Stenosis in Military Working_Dogs.pdf>.
25 Acesso em: 07/02/2017.

26
27 BENNINGER, Monika I.; SEILER, Gabriela S.; ROBINSON, Leanne E.; FERGUSON,
28 Stephen J.; BONÉL, Harald M.; BUSATO, Andre R.; LANG, Johann. Three-dimensional
29 motion pattern of the caudal lumbar and lumbosacral portions of the vertebral column of dogs.
30 **American Journal of Veterinary Research**, v. 65, n. 5, p. 544-551, 2004.

31
32 BRANTIGAN, John W.; MCAFEE, Paul C.; CUNNINGHAM, Bryan W.; WANG, Henry;
33 ORBEGOSO, Carlos M. Interbody lumbar fusion using a carbon fiber cage implant versus
34 allograft bone. **Spine**, v. 19, n. 13, p. 1436-1443, 1994.

- 1 CAROZO, Claude; CACHON, Thibaut; GENEVOIS, Jean-Pierre; FAU, Didier; REMY,
2 Denise; DANIAUX, Lise; COLLARD, Fabien; VIGUIER, Eric. Transiliac approach for
3 exposure of limbosacral intervertebral disk and foramen: Technique description. **Veterinary**
4 **Surgery**. v. 37. p. 27-31. 2008.
- 5
- 6 CHO, Woojin; WU, Chunhui; MEHBOD, Amir A.; TRANSFELDT Ensor E. Comparison of
7 cage designs for transforaminal lumbar interbody fusion: A biomechanical study. **Clinical**
8 **Biomechanics**, v.23, n.100, p.979-985, 2008.
- 9
- 10 CHRISTENSEN, Finn B.; LAURSEN, Malene; GELINECK, John; EISKJAER, Soren P.;
11 THOMSEN, Karsten; BÜNGER, Cody ; . Interobserver and intraobserver agreement of
12 radiograph interpretation with and without pedicle screw implants. **Spine**, v. 26, n. 5, p. 538-
13 543, 2001.
- 14
- 15 DA SILVA, Carlos Adrega; BERNARD, Fabrice; BARDET, Jean François. Caudal cervical
16 arthrodesis using a distractable fusion cage in a dog. **Veterinary and Comparative**
17 **Orthopaedics and Traumatology**, v. 23, n.3, p. 209-13, 2010.
- 18
- 19 DE LAHUNTA, Alexander; GLASS, Eric. N.; KENT, Marc. **Veterinary Neuroanatomy and**
20 **Clinical Neurology**. 4th ed, Saunders, 2015. 600 p.
- 21
- 22 EPSTEIN, Nancy E. Lumbar Spine Stenosis. In: WINN, H. Richard. **Youmans Neurological**
23 **Surgery**. 6 ed. Elsevier, 2011. Cap. 285, p. 2923-2934.
- 24
- 25 ERBULUT, Deniz U. Biomechanical effect of graded facetectomy on asymmetrical finite
26 element model of the lumbar spine. **Turkish Neurosurgery**, v. 24, n. 6, p. 923-928, 2014.
- 27
- 28 FARRELL, Michael; FITZPATRICK, Noel. Lumbosacral Disc Disease: Is Vertebral
29 Stabilization Indicated? IN: FINGEROTH, James M. & THOMAS, William B. **Advances in**
30 **Intervertebral Disc Disease in Dogs and Cats**. 1 ed. Editora Willy Blackwell, 2015. Cap. 32,
31 p. 237-250.
- 32
- 33 FERNANDEZ, Valentina Lorenzo & BERNARDINI, Marco; **Neurologia em Cães e Gatos**. 1
34 ed. Editora Medvet. 2010. Cap. 15, p. 342-350.

- 1 FITZPATRICK, Noel. The FITS - Fitz Intervertebral Traction Screw. In: ACVS Veterinary
2 Symposium - the surgical summit, 11, 2011, Chicago. 241-243. **Anais Eletrônicos**. Chicago,
3 2011. Disponível em:
4 <<https://pdfs.semanticscholar.org/348c/ee97517503ab45fa95006e18183d4187dc54.pdf>>.
5 Acessado em: 10/11/2016.
6
- 7 FITZPATRICK, Noel. Lumbosacral fusion implants. In: ACVS Veterinary Symposium - the
8 surgical summit, 10, 2014, San Diego. **Anais Eletrônicos**. San Diego, 2014. Disponível em:
9 <http://2014surgerysummit.conferencespot.org/56360-acvs-1.1375826/t-002-1.1376391/sa07-1.1376561/a-099-1.1376565/ap-099-1.1376566#tab_0=0>. Acessado em: 10/11/2016.
10
11
- 12 HOWARD, B. Seim. Cirurgia da coluna lombossacral. In: FOSSUM, Theresa Welch. **Small**
13 **Animal Surgery**. 3 ed. Mosby Elsevier, 2007. p. 1493-1513.
14
- 15 GÖDDE, Thomas & STEFFEN, Frank. Surgical treatment of lumbosacral foraminal stenosis
16 using a lateral approach in twenty dogs with degenerative lumbosacral stenosis. **Veterinary**
17 **Surgery**, v. 36, p. 705–713, 2007.
18
- 19 GOLINI, Lorenzo; KIRCHER, Patrick R.; LEWIS, Fraser I.; STEFFEN, Frank. Transarticular
20 fixation with cortical screws combined with dorsal laminectomy and partial discectomy as
21 surgical treatment of degenerative lumbosacral stenosis in 17 dogs: clinical and computed
22 tomography follow-up. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 4, p. 405–413, 2014.
23
- 24 GRADNER, Gabriele; BOCKSTAHLER, Barbara; PEHAM, Christian; HENNINGER,
25 Wolfgang; PODBREGAR, Iztok. Kinematic study of back movement in clinically sound
26 malinois dogs with consideration of the effect of radiographic changes in the lumbosacral
27 junction. **Veterinary Surgery**, n. 36, p. 472 - 481, 2007.
28
- 29 HACKENBERG, Lars; HALM, Henry; BULLMANN, Viola; VIETH, Volker; SCHNEIDER,
30 Marc; LILJENQVIST, Ulf. Transforaminal lumbar interbody fusion: a safe technique with
31 satisfactory three to five year results. **European Spine Journal**, v. 14, n. 6, p. 551-558, 2005.
32
- 33 HANKIN, Elyshia J.; JERRAM, Richard M.; WALKER, Alexander M.; KING, Michael D.;
34 WARMAN, Christopher G. A. Transarticular facet screw stabilization and dorsal laminectomy

- 1 n dogs with degenerative lumbosacral stenosis with instability. **Veterinary Surgery**, v. 41, p.
2 611-619, 2012.
- 3
- 4 HILL, T. P.; LUBBE, A. M.; GUTHRIE, Alan John. Lumbar spine stability following
5 hemilaminectomy, pediculectomy, and fenestration. **Veterinary Comparative Orthopaedics**
6 **and Traumatology**, v. 13, n. 4, p. 165-171, 2000.
- 7
- 8 INDRIERI, Richard J. Lumbosacral stenosis and injury of the cauda equina. **Veterinary**
9 **Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 18, n. 3, p. 697-710, 1988.
- 10
- 11 JANSSENS, Luc A.; BEOSIER, Yuri; DAEMS, Robert. Lumbosacral degenerative stenosis in
12 the dog. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 6, p. 486-491, 2009.
- 13
- 14 JEFFERY, Nick D. **Handbook of Small Animal Spinal Surgery**. London: W. B. Saunders,
15 1995. 236p.
- 16
- 17 JEFFERY, Nick D.; BARJER, Andrew; HARCOURT-BROWN, Tom. What progress has been
18 made in the understanding and treatment of degenerative lumbosacral stenosis in dogs during
19 the past 30 years? **The Veterinary Journal**, v. 201, p. 9-14, 2014.
- 20
- 21 JONES, Jeryl C.; DAVIES, Sarah E.; WERE, Stephen R.; SHACKELFORD, Kristen L. Effects
22 of body position and clinical signs on L7-S1 intervertebral foraminal area and lumbosacral
23 angle in dogs with lumbosacral disease as measured via computed tomography. **American**
24 **Journal Veterinary Research**, v. 69, p. 1446-1454, 2008.
- 25
- 26 KANG, Kevin; RODRIGUEZ-OLAVERRI, Juan Carlos; SCHWAB, Frank; HASHEM,
27 Jenifer.; RAZI, Afshin; FARCY, Jean Pierre. Partial facetectomy for lumbar foraminal stenosis.
28 **Advances in Orthopedics**, v. 2014, p. 1-4, 2014.
- 29
- 30 KANTER, Adam S.; DAILEY, Andrew T.; MUMMANENI, Praveen V. Posterior,
31 transforaminal and anterior lumbar interbody fusion: Techniques and instrumentation. In:
32 YOUMANS, Julian & WINN, H. Richard. **Youmans Neurological Surgery**. 6 ed. Editora
33 Elsevier, 2011. Cap. 304. p. 3076 - 3082.

- 1 KENT, Marc. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs. **Veterinary Medicine**, v. 100, n. 7,
2 p. 500-515, 2005.
- 3
- 4 KIM, Hyoungmin; LEE, Choon-Ki; YEOM, Jin-Sup; LEE, Jae-Hyup; LEE, Ki-Ho; CHANG,
5 Bong-Soon. The efficacy of porous hydroxyapatite bone chip as an extender of local bone graft
6 in posterior lumbar interbody fusion. **European Spine Journal**, v.21, p. 1324-1330, 2011.
- 7
- 8 KIMURA, Hiroaki; SHIKATA, Jitsuhiko; ODATE, Seiichi; SOEDA, Tsunemitsu;
9 YAMAMURA, Satoru. Risk factors for cage retropropulsion after posterior lumbar interbody
10 fusion. **Spine**, v.37, n. 13, p. 1164-1169, 2012.
- 11
- 12 LAGEDO, Cynthia Mary Gomes; TUDURY, Eduardo Alberto; FARIA, Maria de Lourdes
13 Estrela. Automutilação devido à compressão da cauda equina em três cães e um gato. **Ciência**
14 **Rural**, v. 29, n. 1, p. 71-74, 1999.
- 15
- 16 LENEHAN, Timothy N. & TARVIN, Guy B. Surgical Treatment of Cauda Equina Syndrome.
17 In: BOJRAB, M. Joseph; BICHARD, Stephen J.; TOMLINSON, James L. **Current**
18 **Techniques in Small Animal Surgery**. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1990. p. 591-597.
- 19
- 20 LORENZ, Michael D. & KORNEGAY, Joe N. **Handbook of Veterinary Neurology**. 4. ed.
21 Philadelphia: Saunders, 2004. 612p.
- 22
- 23 MADHU, Tiruveedhula S. Posterior and anterior lumbar fusion. **Current Orthopaedics**, v. 22,
24 p. 406-413, 2008.
- 25
- 26 MARINHO, Paulo Vinícius Tertuliano. Desenvolvimento computacional e avaliação de uma
27 prótese de disco intervertebral cervical através do método de elementos finitos em cães.
28 **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual de Londrina, 2014.
- 29
- 30 MEIJ, Bjorn P.; BERGKNUT, Niklas. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs. In: DA
31 COSTA, Ronaldo C. **Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice – spinal**
32 **diseases**. v. 40, 2010. p. 983-1009.
- 33

- 1 MORRISON, Emily J.; LITSKY, Alan S.; ALLEN, Matthew J.; FOSGATE, Geoffrey T.;
2 HETTLICH, Bianca F. Evaluation of three human cervical fusion implants for use in the canine
3 cervical vertebral column. **Veterinary Surgery**, v. 45, n. 7, p. 901-908, 2016.
4
- 5 OYHAMA, Takashiro; KUBO, Yoshichika; IWATA, Hiroo; TAKI, Waro. β -Tricalcium
6 Phosphate combined with recombinant human bone morphogenetic Protein-2: a substitute for
7 autograf, used for packing interbody fusion cages in the canine lumbar spine. **Neurol Med**
8 **Chir**, v. 44, p. 234-241, 2004.
9
- 10 PALMER, Ross H. & CHAMBERS, Jonathan N. Canine lumbosacral diseases. Part. I.
11 Anatomy, pathophysiology, and clinical presentation. **Compendium on Continuing**
12 **Education for the Practising Veterinarian**, v. 13, n. 1, p. 213-221, 1991.
13
- 14 PATEL, Atul; WELCH, William C. Posterior Lumbar interbody fusion with metal cages:
15 current techniques. **Operative Techniques in Orthopaedics**, v. 10, n. 4, p. 311-319, 2000.
16
- 17 PAYAN-CARREIRA, Rita; COLAÇO, Bruno; ROCHA, Chirlando et al. Priapism associated
18 with lumbar stenosis in a dog. **Reproduction in Domestic Animals**, v 48, p. 58–64, 2013.
19
- 20 PELLEGRINO, Fernando. Organização Funcional do Sistema Nervoso. In: PELLEGRINO,
21 Fernando; SURANITI, Adriana; GARIBALDI, Luis. **Síndromes Neurológicas em Cães e**
22 **Gatos**. 1. ed. São Caetano do Sul/SP: Interbook, 2003. p. 2-31.
23
- 24 POLLY, David W.; KLEMME, William R.; CUNNINGHAM, Bryan W. et al. The
25 Biomechanical Significance of Anterior Column Support in a Simulated Single-Level Spinal
26 Fusion. **Journal of Spinal Disorders**, v. 13, n. 1, p. 58-62, 2000.
27
- 28 POTTER, Benjamin Kyle; FREEDMAN, Brett A.; VERWIEBE, Eric G.; HALL, Jordan M.;
29 POLLY, David W.; KUKLO, Timothy R. Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: Clinical
30 and Radiographic Results and Complications in 100 Consecutive Patients. **Journal of Spinal**
31 **Disorders & Techniques**, v. 18, n. 4, p. 337-346, 2005.
32
- 33 PRATA, Raymond G. Síndrome da Cauda Equina: Aspectos Gerais. In: SLATTER, Douglas.
34 **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2000. p.1314-1326.

- 1 REYNOLDS, Debbie; TUCKER, Russell L.; FITZPATRICK, Noel. Lumbosacral foraminal
2 ratios and areas using MRI in medium-sized dogs. **Veterinary Comparative Orthopaedics
3 and Traumatology**, v. 5, p. 333-338, 2014.
- 4
- 5 REZENDE, Rodrigo; FARIA, Fernando Junqueira; PINTO, Igor Pellucci; BATISTA JUNIOR,
6 José Lucas; JACOB JUNIOR, Chárbel; CARDOSO, Igor Machado. Avaliação do espaçador
7 intersomático (cage) em pacientes submetidos à artrodese lombar pela técnica TLIF. **Arquivo
8 Brasileiro de Neurocirurgia**, v.33, n.2, p. 95-99, 2014.
- 9
- 10 SHARP, Nicholas J. H. & WHEELER, Simon J. Lumbosacral disease. In: **Small Animal
11 Spinal Disorders. Diagnosis and Surgery**. 2. ed. Edinburgh: Elsevier Mosby, 2005. p. 181–
12 209.
- 13
- 14 SISSON, Septimus. Osteologia dos carnívoros. In: GETTY, Robert; SISSON, Septimus;
15 GROSSMAN, James Daniels. **Sisson/Grossman Anatomia dos Animais Domésticos**. 5 ed.
16 1982. p. 1571-1580.
- 17
- 18 SJÖSTRÖM, Lennart. Distúrbios Lombossacos - Estenose Lombosacra Degenerativa:
19 Descompressão cirúrgica. In: SLATTER, Douglas. **Manual de Cirurgia de Pequenos
20 Animais**. 3 ed. Barueri: Manole, 2011. p. 1227-1237.
- 21
- 22 SLOCUM, Barclay & SLOCUM, Theresa D. L7-S1 Fixation-Fusion Technique for Cauda
23 Equina Syndrome. In: BOJRAB, M. Joseph; ELLISON, Gary W.; SLOCUM, Barclay. **Current
24 Techniques in Small Snimal Surgery**. 4. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998. p. 861-
25 864.
- 26
- 27 SMITH, M. E. H., BEBCHUK, Trevor. N.; SHMON, Cindy. L.; WATSON, L. G.;
28 STEINMETZ, H. An in vitro biomechanical study of the effects of surgical modification upon
29 the canine lumbosacral spine. **Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology**,
30 v. 17, n. 1, p. 17-24, 2004.
- 31
- 32 SMITH, Justin S.; FESSLER, Richard G.; SHAFFREY, Christopher I. Posterior lumbar
33 instrumentation. In: WINN, H. Richard. **Youmans Neurological Surgery**. 6 ed. Ed. Elsevier,
34 2011. Cap. 303. p. 3076- 3082.

- 1
2 SMOLDERS, Lucas A.; VOORHOUT, George; VAN DE VEN, Renée; BERGKNUT Niklas;
3 GRINWIS, Guy C. M.; HAZEWINKEL, Herman A. W.; MEIJ, Björn P. Pedicle screw-rod
4 fixation of the canine lumbosacral junction. **Veterinary Surgery**, v. 41, p. 720-732, 2012.
5
6 SOLANO, Miguel A.; FITZPATRICK, Noel.; BERTRAN, Judith. Cervical distraction-
7 stabilization using an intervertebral spacer screw and string-of pearl (sop™) plates in 16 dogs
8 with disc-associated wobbler syndrome. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 5, p. 627–641, 2015.
9
10 SPRUIT, Maarten; FALK, R. G.; BECKMANN, L., STEFFEN, Thomas, CASTELEIN, René
11 M. The in vitro stabilising effect of polyetheretherketone cages versus a titanium cage of similar
12 design for anterior lumbar interbody fusion. **European Spine Journal**, v. 14, n. 8, p. 752-758,
13 2005.
14
15 STEFFEN, Frank; VOSS, Katja; MORGAN, Joe P. Distraction-Fusion for Caudal Cervical
16 Spondylomyelopathy Using an Intervertebral Cage and Locking Plates in 14 Dogs. **Veterinary**
17 **Surgery**, v. 40, n. 6, p. 743-752, 2011.
18
19 SUWANKONG, Niyada; MEIJ, Björn P.; VAN KLAVEREN, Nicolien J.; VAN WEES, Ank
20 M.T.C.; MEIJER, Ellen; VANDENBROM, Walter E.; HAZEWINKEL, Herman A.W.
21 Assessment of Decompressive Surgery in Dogs with Degenerative Lumbosacral Stenosis Using
22 Force Plate Analysis and Questionnaires. **Veterinary Surgery**, v. 36, p. 423-431, 2007.
23
24 STEINMANN, John C.; HERKOWITZ, Harry N. Pseudarthrosis of the Spine. **Clinical**
25 **Orthopaedics & Related Research**, v. 284, p. 80-90, 1992.
26
27 TEUNISSEN, Michelle; VAN DER VEEN, Albert J.; SMIT, Theodoore Henri;
28 TRYFONIDOU, Marianna A.; MEIJ, Bjorn Petrus. Effect of a titanium cage as a stand-alone
29 device on biomechanical stability in the lumbosacral spine of canine cadavers. **The Veterinary**
30 **Journal**, v. 220, p. 17-23, 2017.
31
32 VAN KLAVEREN, Nicolien J.; SUWANKONG, Niyada; DE BOER, Sanneke; VAN DEN
33 DRON, Walter E.; VOORHOUT, George; HAZEWINKEL, Herman A.W.; MEIJ, Bjorn

- 1 Petrus. Force plate analysis before and after dorsal decompression for treatment of degenerative
2 lumbosacral stenosis in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 34, p. 450-456, 2005.
- 3
- 4 WANG, Mei; DALAL, Snehal; BAGARIA, Vaibhav B.; MCGRADY, Linda M.; RAO, Raj D.
5 Changes in the lumbar foramen following anterior interbody fusion with tapered or cylindrical
6 cages. **The Spine Journal**, v. 7, n. 5, p. 563-569, 2007.
- 7
- 8 WEH, J. Michael & KRAUS, Karl H. Use of a four pin and methylnmethacrylate fixation in l7
9 and the iliac body to stabilize lumbosacral fracture-luxation: A clinical and anatomic study.
10 **Veterinary Surgery**, v. 36, p. 775-782, 2007.
- 11
- 12 WILKE, Hans-Joachim; WENGER, Karl; CLAES, Lutz. Testing criteria for spinal implants:
13 recommendations for the standardization of in vitro stability testing of spinal implants.
14 **European Spine Journal**, v. 7, n. 2, p. 148-154, 1998.
- 15
- 16 WORTH, Andrew J.; HARTMAN, Angela; BRIDGES, Janis P.; JONES, Boyd R.; MAYHEW,
17 Joe I. G. Computed tomographic evaluation of dynamic alteration of the canine lumbosacral
18 intervertebral neurovascular foramina. **Veterinary Surgery**, v. 46, p. 255–264, 2017.
- 19
- 20 WOOD, Brett C.; LANZ, Otto I.; JONES, Jeryl C.; PETER, Peter K. Endoscopic-Assisted
21 Lumbosacral Foraminotomy in the Dog. **Veterinary Surgery**, v. 33, n. 3, p. 221-231, 2004.
- 22
- 23 ZIMMERMAN, Mark C.; VUONO-HAWKINS, Monica; PARSONS, John
24 Russell.; CARTER, Fred M.; GUTTELING, Edward; LEE, Casey. K.; LANGRANA, Noshir.
25 A. The mechanical properties of the canine lumbar disc and motion segment. **Spine**, v.17, p.
26 213–220, 1992.
- 27
- 28 ZINDL, Claudia; ALLEN, Matthew. J.; FITZPATRICK Noel et al. Motion capture analysis of
29 the mechanical performance of a novel pedicle screw-rod fixation system for the canine
30 lumbosacral joint. In: IV World Veterinary Orthopaedic Congress & 41st Veterinary Orthopedic
31 Society Conference, 03, 2014, Breckenridge. **Anais Eletrônicos**. Breckenridge, 2014.
32 Disponível em:
33 <<https://vcot.schattauer.de/en/contents/archivestandard/issue/special/manuscript/21155/download.html>>. Acessado em: 07/12/2017.
- 34
- 35

- 1 ZINDL, Claudia; LITSKY, Alan S.; FITZPATRICK, Noel; ALLEN, Matthew J. Kinematic
- 2 behavior of a novel pedicle screw-rod fixation system for the canine lumbosacral joint.
- 3 **Veterinary Surgery**, v. 47, n. 1, p. 114-124, 2018.

1 3 OBJETIVOS

2

3 3.1 Objetivo Geral

4

5 O objetivo do presente estudo foi mensurar o espaço anatômico do disco
6 intervertebral de L7-S1 de cães de raças grandes, por meio de estudo anatômico, radiográfico e
7 tomográfico de vértebras de cães e com base nessa avaliação elaborar um modelo de *cage* que
8 possa ser utilizado na região lombossacra dessa espécie.

9

10 3.2 Objetivos Específicos

11

12 - Determinar a altura, largura e espessura do espaço intervertebral de L7-S1 ocupado pelo disco
13 intervertebral em peças vertebrais de cães com e sem sinais de estenose lombossacra
14 degenerativa, por meio de imagens radiográfica, tomográficas e estudo anatômico dessas
15 vértebras;

16 - Comparar as medidas encontradas pelas modalidades de imagem com a avaliação anatômica
17 das unidades vertebrais motoras coletadas e determinar qual o método mais eficaz para suas
18 mensurações;

19 - Avaliar dentre os implantes já existentes na medicina humana, *cages* que possuam medidas
20 semelhantes às encontradas após a mensuração das peças, que foram desenvolvidos
21 especificamente para a região lombossacra humana e que possam ser utilizados cirurgicamente
22 nos cães de grande porte.

23 - Desenvolver um protótipo de *cage* que se adapte ao espaço intervertebral de L7-S1 de cães.

4 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

* Artigo editado de acordo com as normas de publicação do periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ANEXO C).

Desenvolvimento de um protótipo de *cage* intervertebral lombossacro para cães¹

Development of a canine intervertebral lumbosacral prototype cage

Raíra Costa Dias^{1*}, Mônica Vicky Bahr Arias¹, Ana Carolina Tsatsakis²

¹Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Campus Universitário, Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445, Km 380, Londrina, PR 86051-990, Brasil.

²Curso de Design, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Santa Mônica, avenida João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, Uberlândia, MG 38408-100, Brasil.

*Autor para correspondência: raira.cd@gmail.com

RESUMO

A estenose lombossacra degenerativa em cães é muito similar à doença lombossacra degenerativa humana, visto que ambas afetam a cauda equina e podem causar déficits neurológicos, claudicação e dor lombar. Algumas modalidades de tratamentos cirúrgicos já foram propostas e as técnicas que promovem fusão interssomática lombar, com uso de um *cage* associado ao enxerto ósseo, são as mais indicadas e utilizadas na medicina humana. Essa técnica atualmente está sendo estudada na medicina veterinária, mas não há ainda um implante específico para a articulação lombossacra de cães. Assim, os objetivos do estudo foram analisar a articulação lombossacra de cães de porte grande, procurar dentre os implantes humanos algum modelo que se adequasse ao espaço intervertebral de L7-S1 e desenvolver um *cage* próprio para a espécie, que possa ser utilizado para simplificar sua implantação cirúrgica. Foram utilizados dez segmentos lombossacros de cadáveres de cães entre 20-35kg, mensurando-se as dimensões dos corpos vertebrais e o espaço intervertebral ocupado pelo disco intervertebral, em projeção lateral e ventrodorsal nas radiografias; planos dorsal, sagital e transversal nas tomografias computadorizadas (TC); e cortes sagital e transversal nas peças coletadas. Não foram encontrados modelos de *cage* humanos com medidas adequadas para cães desse porte e

1 na comparação entre as medidas mensuradas não houve diferenças estatísticas entre as
2 médias obtidas nas radiografias e tomografias comparadas às feitas nas peças, porém
3 houve diferença estatística na comparação realizada entre o plano ventro-dorsal
4 radiográfico e plano dorsal tomográfico. Assim, por meio das medidas e da observação
5 anatômica da região, foi possível desenvolver dois modelos de *cage*, utilizando-se um
6 software de modelagem em 3D, com formatos diferentes, porém com medidas
7 semelhantes, projetados para inserção via laminectomia dorsal nas porções laterais do
8 espaço intervertebral. Estudos biomecânicos e *in vivo* com os modelos desenvolvidos são
9 necessários para indicação futura de sua implementação na rotina cirúrgica veterinária.

10
11 Palavras chave: *cage* intervertebral, doenças degenerativas, cirurgia, canino.

12 13 **ABSTRACT**

14 Degenerative lumbosacral stenosis in dogs is similar to the human degenerative
15 lumbosacral disease, since both affect the cauda equine and may cause neurologic deficit,
16 claudication, and low back pain. Some types of surgical treatment have been already
17 proposed and the techniques that foster lumbar intersomatic fusion using cage combined
18 with bone grafting are the ones most indicated and used in human medicine. Nowadays,
19 there are studies to evaluate the possibility for treatment in veterinary medicine, but there
20 is still no specific implant for the lumbosacral joint of dogs. Thus, the purpose of the
21 present study was to analyze the lumbosacral joint of large breed dogs, to look for among
22 the human implants some design that fit the intervertebral space of L7-S1 in the dogs and
23 develop a cage suitable to the species and that may be used to simplify its surgical
24 implantation in the lumbar region. Ten lumbosacral segments of cadavers of dogs,
25 weighing between 20-30kg, were used, and these segments were divided into two groups:
26 one, to measure the dimensions of the vertebral bodies and the other, to measure the
27 intervertebral space occupied by the disk in sagittal and ventrodorsal plane in radiographs;
28 dorsal, saggital and transversal in Computed Tomographies (CT); sagittal and transversal
29 in the collected segments. No human cage models were found with adequate measures
30 for these dogs and in comparison, between the measurements there was no statistical
31 difference between the mean values of radiographs and tomografies, when compared to
32 the measurements of the segments, but there was statistical difference in the comparison

1 between the radiographic ventrodorsal plane and the tomographic dorsal plane. Thus, by
2 means of these measurements and by the anatomical observation of the lumbar region it
3 was possible to develop two cage models of cages, using 3D modeling software, with
4 different formats, with the same appearance. These cages have been designed to be
5 inserted via dorsal laminectomy and to be positioned in the lateral portion of the
6 intervertebral space. Biomechanical and in vivo studies of the developed models are
7 required before their implementation in veterinary surgical routine may be indicated.

8
9 Key words: intervertebral cage, degenerative diseases, surgery, canine.

10 11 INTRODUÇÃO

12 A articulação entre as vértebras L7 e S1 é, no cão, uma das articulações da coluna
13 vertebral com maior mobilidade, e que por isso pode ser acometida por várias afecções,
14 tais como a estenose lombossacra degenerativa (ELD). Esta condição é a causa mais
15 comum da doença lombossacra canina, caracterizada por uma combinação de alterações
16 anatômicas e biomecânicas, levando a apresentações clínicas de dor e disfunção dos
17 membros pélvicos que são consequência direta da compressão da cauda equina e da raiz
18 nervosa de L7 (Jeffery *et al.*, 2014).

19 A ELD apresenta algumas similaridades com a doença lombosacra (DLS)
20 degenerativa humana, pois ambas afetam a cauda equina e podem causar claudicação, dor
21 lombar e déficits neurológicos (Jeffery *et al.*, 2014). Os estudos em humanos com DLS
22 podem contribuir para melhor entendimento da ELD em cães, assim como cães podem
23 ser usados como modelo experimental natural da doença para desenvolvimento de novos
24 implantes e técnicas de tratamento (Meij e Bergknut, 2010).

25 As principais técnicas cirúrgicas para tratamento descritas em cães são
26 laminectomia dorsal descompressiva associada ou não à fenestração do disco,
27 foraminotomia lateral e fixação dorsal, e em alguns casos facetectomia para promover
28 melhor descompressão da raiz de L7, mas nenhuma técnica apresenta eficácia total, pois
29 nem todas as causas da compressão são eliminadas (Jeffery *et al.*, 2014; Bebchuk 2017).

30 As técnicas que promovem fusão interssomática lombar já estão bem
31 estabelecidas na medicina humana como modalidade de tratamento, e dentre as diversas
32 técnicas descritas, a fusão lombar posterior, utilizando *cages* ou espaçadores lombares,

1 em combinação com enxerto autólogo de osso esponjoso é uma das cirurgias com melhor
2 resultado biomecânico (Kim *et al.*, 2012). Esses *cages* foram desenvolvidos para
3 restaurar a altura normal do disco e aumentar a rigidez biomecânica, reduzindo assim as
4 falhas da técnica de fixação pedicular observadas na estabilização de colunas em humanos
5 (Polly *et al.*, 2000; Cho *et al.*, 2008).

6 Na medicina veterinária há poucos estudos sobre o uso de *cages* entre as
7 vértebras L7 e S1. Recentemente, um parafuso espaçador de titânio, de formato cônico e
8 rosqueado (Fitz Intervertebral Traction Screw – FITS), foi desenvolvido para uso em
9 vários espaços intervertebrais (Fitzpatrick, 2011). Em cães com ELD a associação deste
10 parafuso com uma técnica de estabilização com pinos e cimento ósseo, permitiu
11 descompressão indireta do forame de L7 e estabilidade vertebral em longo prazo
12 (Fitzpatrick, 2014). Em outro estudo, *ex vivo*, as propriedades biomecânicas de um *cage*
13 usado na medicina humana para fusão intervertebral cervical, foram analisadas
14 isoladamente ou associado à estabilização dorsal da articulação lombossacra em nove
15 cães. Houve aumento da altura do disco, reduzindo a amplitude de movimento e
16 melhorando a estabilização da articulação. Nesse estudo, o *cage* foi inserido com mais
17 facilidade em segmentos vertebrais de cães de maior porte, enfatizando a importância do
18 desenvolvimento de um dispositivo intervertebral específico para a espécie canina
19 (Teunissen *et al.*, 2017).

20 Como há escassez de estudos que avaliem espaçadores intervertebrais para cães,
21 o objetivo deste trabalho foi a avaliação anatômica, radiográfica e tomográfica da
22 articulação lombossacra de cães com e sem sinais radiográficos ou tomográficos de ELD
23 para o desenvolvimento de um *cage* próprio para a espécie.

24

25

MATERIAL E MÉTODOS

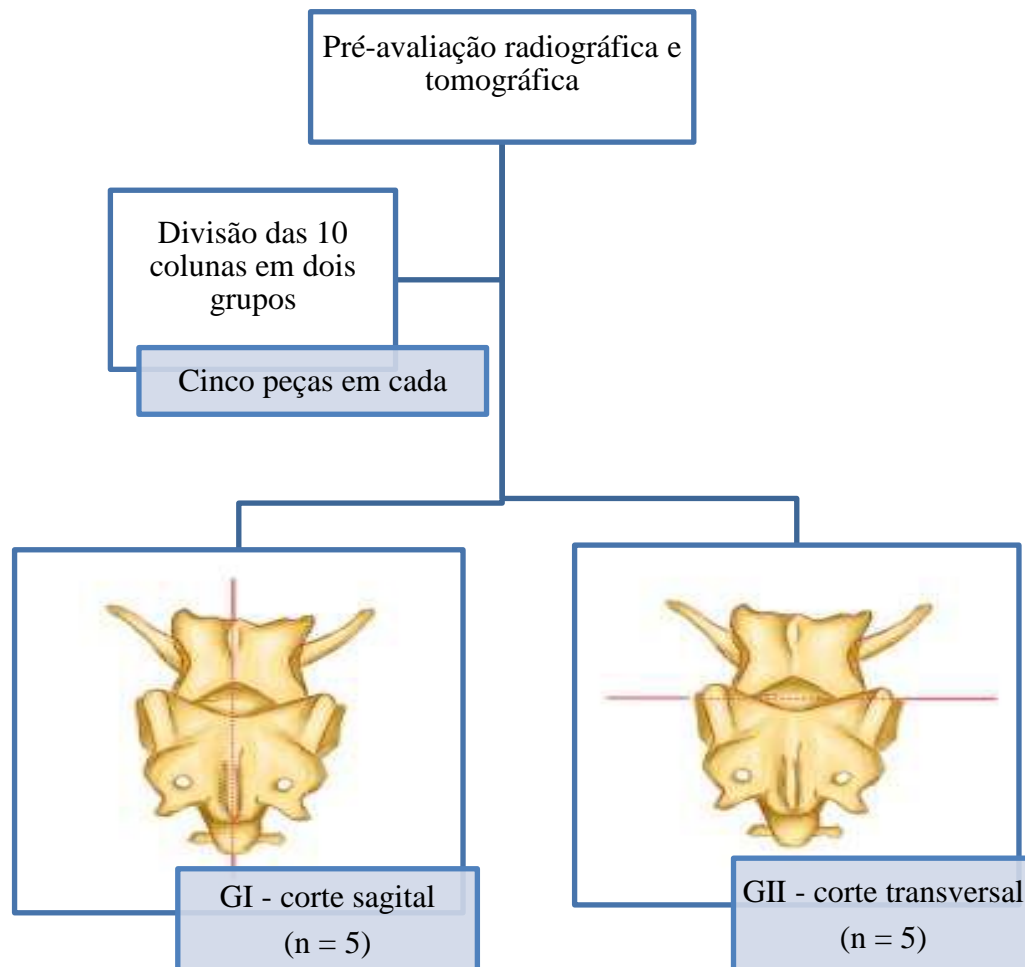
26 Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no
27 Uso de Animais Institucional sob o número de protocolo 9360.2016.64. Foram coletados
28 dez segmentos vertebrais lombossacros de cães adultos com e sem sinais radiográficos e
29 tomográficos de estenose lombossacra degenerativa, com peso entre 20-35 kg, que vieram
30 a óbito por condições não relacionadas ao estudo.

31 As colunas vertebrais foram colhidas entre L7 e sacro com a musculatura
32 circundante e pelve, para manter as articulações lombossacras e sacroilíacas íntegras.

1 Cada peça foi envolvida em compressas umedecidas em solução salina, acondicionada
2 em saco plástico, armazenada a -20°C e posteriormente mantidas em geladeira a 4°C por
3 24 horas, para realizar os procedimentos descritos a seguir. As mesmas foram
4 radiografadas nas projeções latero-lateral (LL) e ventro-dorsal (VD), a fim de excluir
5 qualquer espécime com anormalidade anatômica, como fraturas, neoplasias e más
6 formações congênitas, porém as que possuíam alterações compatíveis com ELD foram
7 incluídas e posteriormente foram submetidas à tomografia computadorizada com um
8 tomógrafo helicoidal da marca GE, modelos Fxi Hispeed, um canal, com 150 Ma e 120
9 Kv, em cortes de 3mm, em janela óssea.

10 Para mensuração das dimensões dos corpos vertebrais, as colunas foram
11 divididas em dois grupos. O Grupo I foi representado por cinco colunas lombossacras que
12 foram seccionadas no plano sagital para a mensuração da distância entre os corpos
13 vertebrais de L7 e S1 em três níveis diferentes e da altura do espaço ocupado pelo disco
14 intervertebral. O Grupo II foi representado pelas demais colunas que foram seccionadas
15 no eixo transversal ao nível do espaço intervertebral para avaliação da largura e altura dos
16 corpos vertebrais de L7 (Fig. 1). Os cortes foram feitos com uma serra oscilatória (BJJ-
17 I/Bojin® Medical electrical saw drill), lâmina de 90mm de comprimento por 0.8mm de
18 espessura. Todas as mensurações nas peças foram feitas por meio de um paquímetro.
19

- 1 Figura1. Esquema representativo da divisão das vértebras dos cães incluídos no estudo
 2 em grupos para realização dos cortes e medidas. (GI) Realização do corte sagital para
 3 posterior mensuração da altura do disco e espessura do disco em sua porção central; (GII)
 4 Realização do corte transversal para posterior avaliação das alturas laterais do disco e sua
 5 largura.



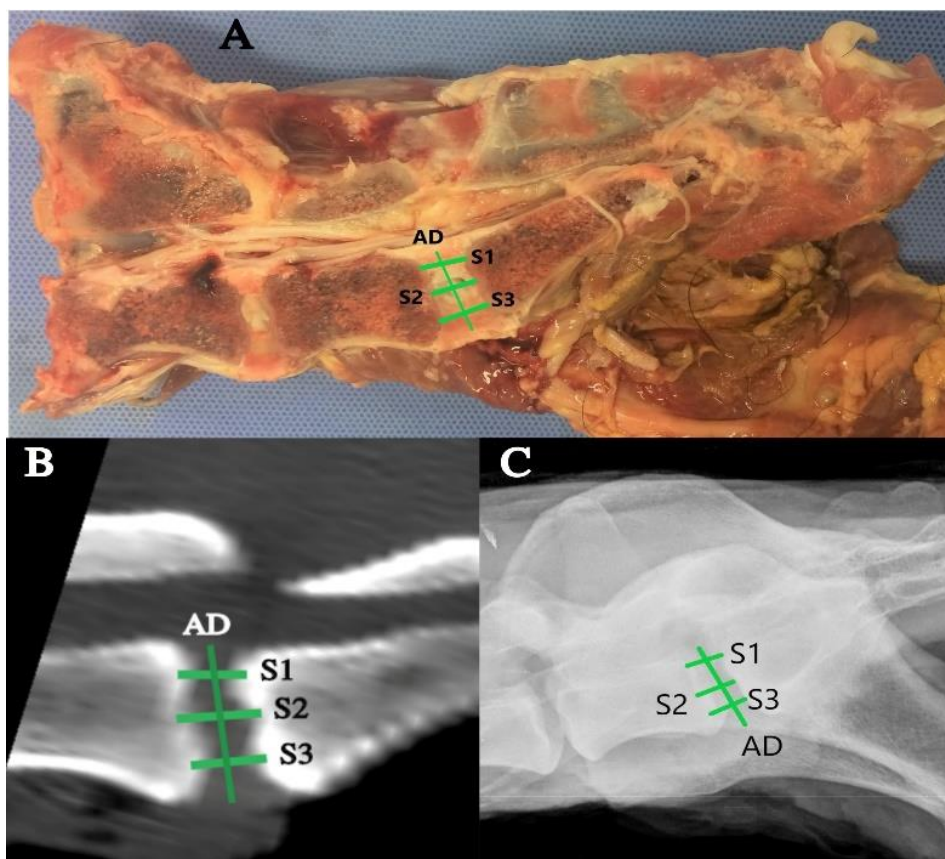
6 Fonte: Arquivo pessoal

7 ***Fase 1***

8 Para comparar se as medidas aferidas na radiografia e tomografia foram
 9 semelhantes às encontradas nas peças anatômicas, quatro medidas centrais em corte
 10 sagital foram mensuradas: S1, a espessura do disco em sua porção dorsal; S2, a espessura
 11 do disco em sua porção central; S3, a espessura do disco em sua porção ventral e AD, a
 12 altura do disco em seu centro. A seguir essas medidas foram comparadas com as obtidas
 13 nas radiografias e tomografias (Fig. 2).

14

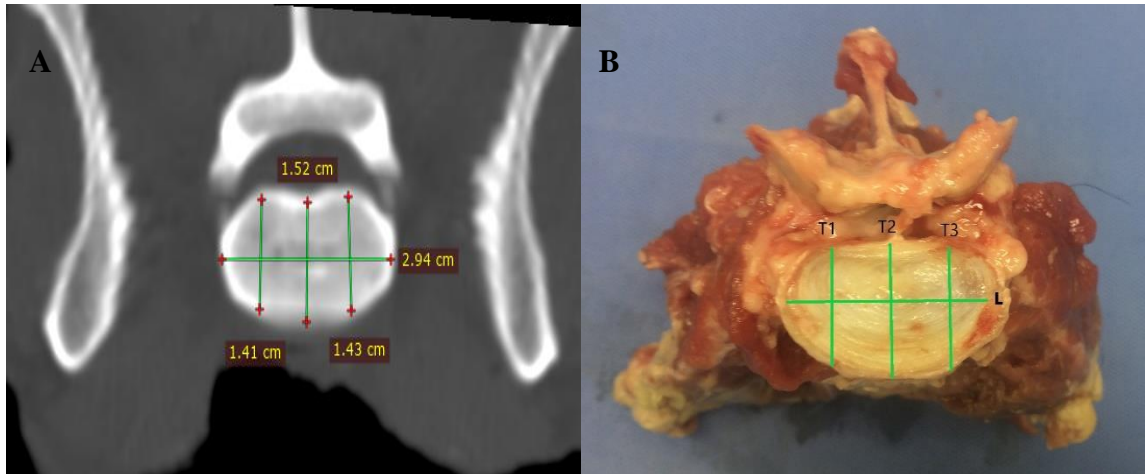
1 Figura 2. Representação das mensurações realizadas nos discos entre L7-S1 nas vértebras
2 lombossacras de cães em corte sagital, (Grupo I). Peça anatômica (A); Tomografia
3 computadorizada (B); Radiografia(C). S1 – espessura em sua porção dorsal; S2 – porção
4 média; S3 – porção ventral e AD altura do dico.



17 Fonte: Arquivo pessoal.

18
19 Nas peças em corte transversal foram mensuradas, a maior largura do disco
20 intervertebral, em seu ponto central (L) e as alturas das placas vertebrais terminais do
21 corpo das vértebras de L7 no ponto central (T2) e lateralmente (T1 e T3). As mesmas
22 medidas foram realizadas nas imagens tomográficas (Fig. 3).

1 Figura 3. Representação das mensurações realizadas no disco L7-S1 nas peças
 2 lombossacras de cães em corte transversal. T1 e T3 – medidas laterais; T2 – medida
 3 central e L- largura do disco. Tomografia (A) e peça anatômica (B).



4 Fonte: arquivo pessoal.

5

6 Para a definição da espessura da prótese, foram realizadas mensurações do
 7 espaço intervertebral de todas as tomografias entre L7 e S1 em três níveis diferentes, em
 8 dois pontos laterais: V1, espessura lateral do espaço intervertebral em sua porção dorsal;
 9 V2, espessura lateral do espaço intervertebral em sua porção central, e V3, espessura
 10 lateral do espaço intervertebral em sua porção ventral, como demonstrado na Figura 4 e,
 11 no plano ventro-dorsal das radiografias, também foram mensuradas duas medidas em dois
 12 pontos laterais semelhantes à tomografia (Figura 5).

13

14 **Fase 2**

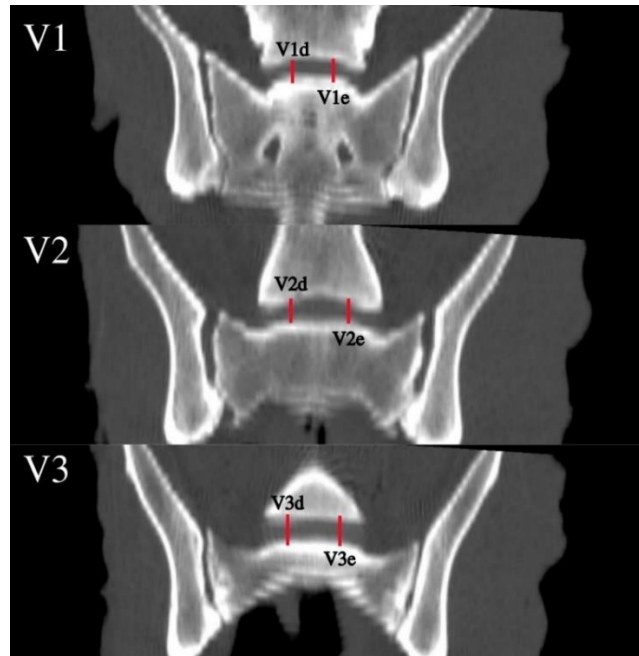
15 Após obtenção das medidas de espessura, altura e largura do disco foram
 16 estudados vários tipos diferentes de *cages* para fusão intervertebral humana.

17 As medidas dos *cages* utilizados para região lombossacra em humanos das
 18 marcas LDR, Baumer Ortopedia, Stryker, Synthes e Vertebral Technologies Inc., bem
 19 como as medidas dos *cages* utilizados para estabilização cervical das marcas B-Braun e
 20 Stryker foram avaliadas, para verificar se havia compatibilidade com as medidas obtidas
 21 nas peças.

22

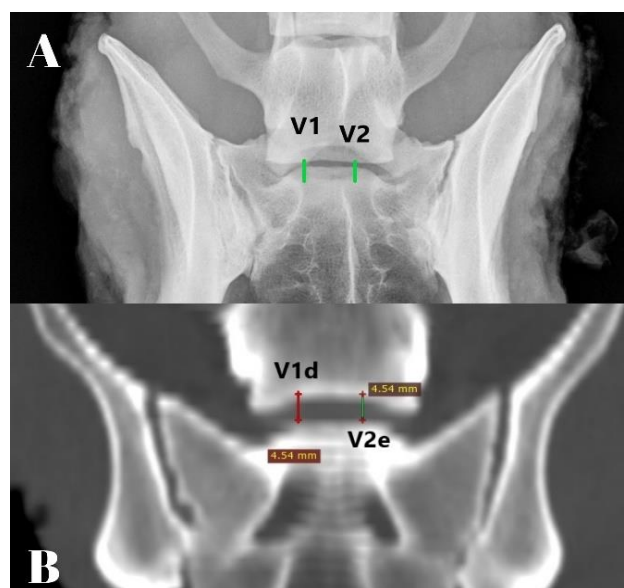
23

- 1 Figura 4. Representação das mensurações realizadas no disco L7-S1 nas peças
 2 lombossacras de cães em corte dorsal, TC, para mensuração da espessura do espaço lateral
 3 intervertebral no nível do posicionamento do *cage*. (V1) porção dorsal; (V2) porção
 4 média; (V3) porção ventral.



- 5
 6 Fonte: arquivo pessoal.

- 7
 8 Figura 5. Representação das mensurações da espessura do disco L7-S1 nas peças
 9 lombossacras de cães em projeção ventro-dorsal. (A) Radiografia, V1 representa a
 10 espessura lateral direita e V2 a esquerda;



- 11 Fonte: arquivo pessoal.

Fase 3 – Desenvolvimento da prótese

Foram desenvolvidos dois modelos de próteses utilizando-se o programa 3D MAX 2015, um “software” de modelagem usado para design de produtos, com base nas medidas de largura (L), espessura (V1/V2/V3) e altura (T1/T2/T3) e geometrias analisadas.

Análise estatística

Para análise estatística, as comparações entre as medidas do plano sagital das peças anatômicas e suas respectivas imagens radiográficas e tomográficas foram feitas entre as dez peças independentemente do grupo de corte. Foram realizadas comparações intra-grupo, tanto para o Grupo I quanto para o Grupo II, das medidas entre as peças e tomografias, peças e radiografias e peças com sinais e sem sinais de degeneração da articulação lombossacra. Os dados foram analisados quanto à normalidade usando-se média aritmética e desvio padrão simples; Teste paramétrico *T-test* para comparação das medidas entre dois grupos; teste paramétrico de *Turkey* para comparação entre três grupos e testes não paramétricos de *Mann Whitney* para análise entre dois grupos.

RESULTADOS

Os dados referentes à raça, idade, peso e sexo dos cães utilizados no estudo estão no Tab. 1, sendo o peso médio 27,05kg, a idade média 6,9 anos, havendo machos e fêmeas em igual proporção.

Cães com esse peso apresentam um disco L7-S1 de aproximadamente 12,23mm de altura, 3,3mm de espessura dorsal, 4mm de espessura média, 5,5mm de espessura ventral e largura média de 24,74mm de acordo com as médias obtidas (Tab. 2 e 3).

1 **Tabela 1. Apresentação dos animais incluídos no estudo, segundo raça, peso, sexo,**
 2 **idade e presença ou não de sinais degenerativos entre L7-S1.**

ID	RAÇA	PESO	SEXO	IDADE	PRESENÇA DE DEGENERAÇÃO DO DISCO INTERVERTEBRAL DE L7-S1
G I	SRD	20kg	Macho	Adulto	Sim
G II	Akita	25kg	Fêmea	13 anos	Sim
G I	Rottweiler	31,8kg	Fêmea	Adulto	Não
G II	Pastor Alemão	28kg	Macho	9 anos	Não
G I	Labrador	26,3kg	Fêmea	7 anos	Sim
G I	Labrador	29,8kg	Macho	11 anos	Não
G II	Pitbull	31,7kg	Fêmea	9 anos	Sim
G II	Golden Retriever	30kg	Fêmea	10 anos	Não
G I	Bull Terrier	27,9kg	Macho	Adulto	Não
G II	Sharpei	20kg	Macho	10 anos	Não
MÉDIA		27,05kg		6,9 anos	

3

4 **Fase um**

5 Foram encontrados sinais radiográficos e tomográficos de degeneração da
 6 articulação lombossacra em quatro cães (Tab. 1), dois machos e duas fêmeas, e havia
 7 sinais como espondilose deformante, esclerose das placas terminais, irregularidade da
 8 superfície articular vertebral tanto de L7 quanto de S1 e estenose do forame intervertebral.
 9 Nenhum desses cães, apresentava sinais clínicos relatados pelos tutores da doença
 10 lombossacra degenerativa ou qualquer outra afecção associada à coluna vertebral e/ou
 11 medula espinhal em outros segmentos que não o segmento de L7-S1 no período *ante-*
 12 *mortem*, segundo a anamnese e exame clínico.

13 As médias das medidas do disco L7-S1 estão demonstradas nos Tab. 2 e 3. Na
 14 comparação entre as peças anatômicas em plano sagital e as imagens radiográficas
 15 (radiografia x peça) e tomográficas (tomografia x peça), não houve diferença estatística
 16 significativa ($p > 0,05$), tanto para as medidas S1, S2 e S3, quanto para a medida de altura
 17 do espaço intervertebral ocupado pelo disco (AD) ($p = 0,906$), assim como também não
 18 houve diferença estatística na comparação entre as medidas dos cortes transversais T1,

1 T2, T3 e L (aferidas somente nas peças anatômicas e nas imagens tomográficas devido a
2 impossibilidade de realizar um corte transversal nas radiografias).

3

4 **Tabela 2. Medidas dos Grupos I e II. Apresentação das médias e desvio padrão das**
5 **medidas aferidas das peças anatômicas, radiografias e tomografias**

6

MÉDIAS E DESVIO PADRÃO (mm)			
Local de aferição		Sagital	Transversal
Peças anatômicas	S1 / T1	$6,312 \pm 1,11$	$12,18 (10,3 - 13) *$
	S2 / T2	$6,218 \pm 1,135$	$13,29 \pm 1,384$
	S3 / T3	$6,853 \pm 1,131$	$12,178 \pm 1,674$
	AD / L	$13,992 \pm 1,704$	$24,73 \pm 6,251$
Radiografia	S1 / T1	$7,28 \pm 0,879$	-
	S2 / T2	$7,28 \pm 0,719$	-
	S3 / T3	$7,68 \pm 1,308$	-
	AD	$14,3 \pm 1,219$	-
Tomografia	S1 / T1	$4,92 \pm 1,604$	$11,8 (5,4 - 15) *$
	S2 / T2	$5,61 \pm 1,758$	$12,64 \pm 1,662$
	S3 / T3	$5,69 \pm 1,832$	$12,6 \pm 1,710$
	AD / L	$14,4 \pm 1,557$	$24,74 \pm 3,177$

7 *valores da mediana (valor mínimo – valor máximo obtido), teste estatístico não paramétrico.

8

9 A diferença das medidas obtidas entre as aferições das radiografias (V1) em plano
10 VD e das tomografias (V1) em corte dorsal foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$)
11 e estão apresentadas na Tab. 3.

12 Para cada medida (Tab. 4), em ambos os grupos, foi feita uma comparação entre as
13 peças com sinais de degeneração da articulação e as peças sem sinais de degeneração.
14 Não foram observadas diferenças estatísticas significantes entre essas mensurações
15 ($p > 0,05$).

16

17

1 **Tabela 3. Medidas utilizadas para confecção do implante mensuradas por meio das**
 2 **imagens (em ambos os grupos) em projeção ventro-dorsal e corte transversal dos**
 3 **cães estudados**

	MÉDIA E DESVIO PADRÃO (mm)	VALORES DE P	
RADIOGRAFIA	V1d	2,36 ± 1,177	
	V1e	1,9 (1,1 – 5,2) *	
	V2d	-	
	V2e	-	
	V3d	-	
	V3e	-	V1d 0,007
TOMOGRAFIA	V1d	4,385 ± 1,743	V1e 0,003
	V1e	3,83 (2,31 – 7,11) *	
	V2d	3,976 ± 1,137	
	V2e	3,997 ± 1,479	
	V3d	5,323 ± 1,702	
	V3e	5,592 ± 2,415	

4 *valores da mediana (valor mínimo – valor máximo obtido), teste estatístico não paramétrico. d
 5 = direita; e = esquerda.

6

7 **Fase dois**

8 Verificou-se que os *cages* humanos das marcas Striker, Baumer e LDR possuíam
 9 valores de altura, espessura e largura muito superiores aos encontrados no estudo e os
 10 modelos da Synthes e Vertebral Technologies Inc. possuíam espessuras que se
 11 aproximaram das medidas obtidas, mas com largura e altura superiores as obtidas. Assim,
 12 não houve modelo específico de *cage* lombossacro humano que se encaixasse nas
 13 medidas estabelecidas neste estudo para cães de grande porte.

14 Os *cages* cervicais avaliados possuem medidas que se assemelham às aferidas
 15 neste estudo, porém seus formatos podem inviabilizar sua colocação via laminectomia
 16 dorsal sem causar danos à cauda equina ou à raiz nervosa de L7.

1 **Tabela 4. Medidas mesuradas na Tomografia Computadorizada, Radiografia e Peças Anatômicas**

mm	Tomografia									Raio-x						Peça anatômica										
	AD	L	S1	S2	S3	T1	T2	T3	V1	V2	V3	AD	S1	S2	S3	V1	AD	L	S1	S2	S3	T1	T2	T3		
									d	e	d	e	d	e		d	e									
G II	16	29	5,31	8,42	6,49	15	14,8	15,2	4,54	4,54	5,07	4,94	7,21	6,81	18,6	7,7	8,4	7,5	5,4	5,2		30		13	14,82	14,51
G I	15,2	29,9	7,37	8,18	8,18	14,9	14,8	15,20	7,6	7,11	5,98	6,79	6,63	8,89	15,5	7,6	8,2	9,6	2,2	1,6	15,93		7	7,2	7,9	
G II	12,7	23,4	3,42	4,57	5,32	11,5	11,9	12,3	3,86	3,86	4,54	4,46	3,58	3,86	11,6	6,1	5,3	6,3	1,6	1,5	23,39			10,3	11,2	10,27
G II	13	25,2	2,95	3,23	3,89	11,8	14	12,5	3,17	3,17	2,48	2,34	4,27	4,13	12,9	6,6	6,2	6,3	2,8	3	24,3			10,48	12,83	11,12
G I	12,5	23,5	3,04	3,46	3,25	12,9	11,7	12	2,69	2,83	2,97	2,83	3,68	2,97	12,7	5,8	6,2	6	2,2	2	11,44		5	5,1	5,4	
G I	16,6	31,2	5,33	4,63	6,31	15,4	14,4	14,8	5,99	5,79	4,48	4,15	5,31	5,81	15,5	7,2	7,2	7,6	2,4	2	14,96		7	7	7,6	
G II*	12,6	25,6	2,54	5,08	4,23	12,2	11,5	12,6	1,93	2,31	2,7	2,31	3,81	3,4	15,4	6	6,5	6,5	2	1,8	25,22			12,18	14,13	11,86
G II*	16,2	20,5	2,9	4,39	4,57	11,2	11	10,4	3,65	3,78	4,04	3,97	8,49	8,89	16,1	4,8	7,1	8,5	2,4	2,3	30,74			12,28	13,47	13,13
G I*	13,8	28,7	4,66	5,81	4,78	11,8	13,8	12,7	4,25	2,89	3,09	2,71	4,24	3,09	13,6	8	7,3	7,2	1,2	1,1	14,23		5	4,9	5,9	
G I*	13,9	25,8	4,2	5,97	5,93	12,5	12,4	11,6	6,17	6,94	4,41	5,47	6,01	8,07	14,2	7,8	7,5	8	1,4	1,8	13,4		8	6,9	7,5	

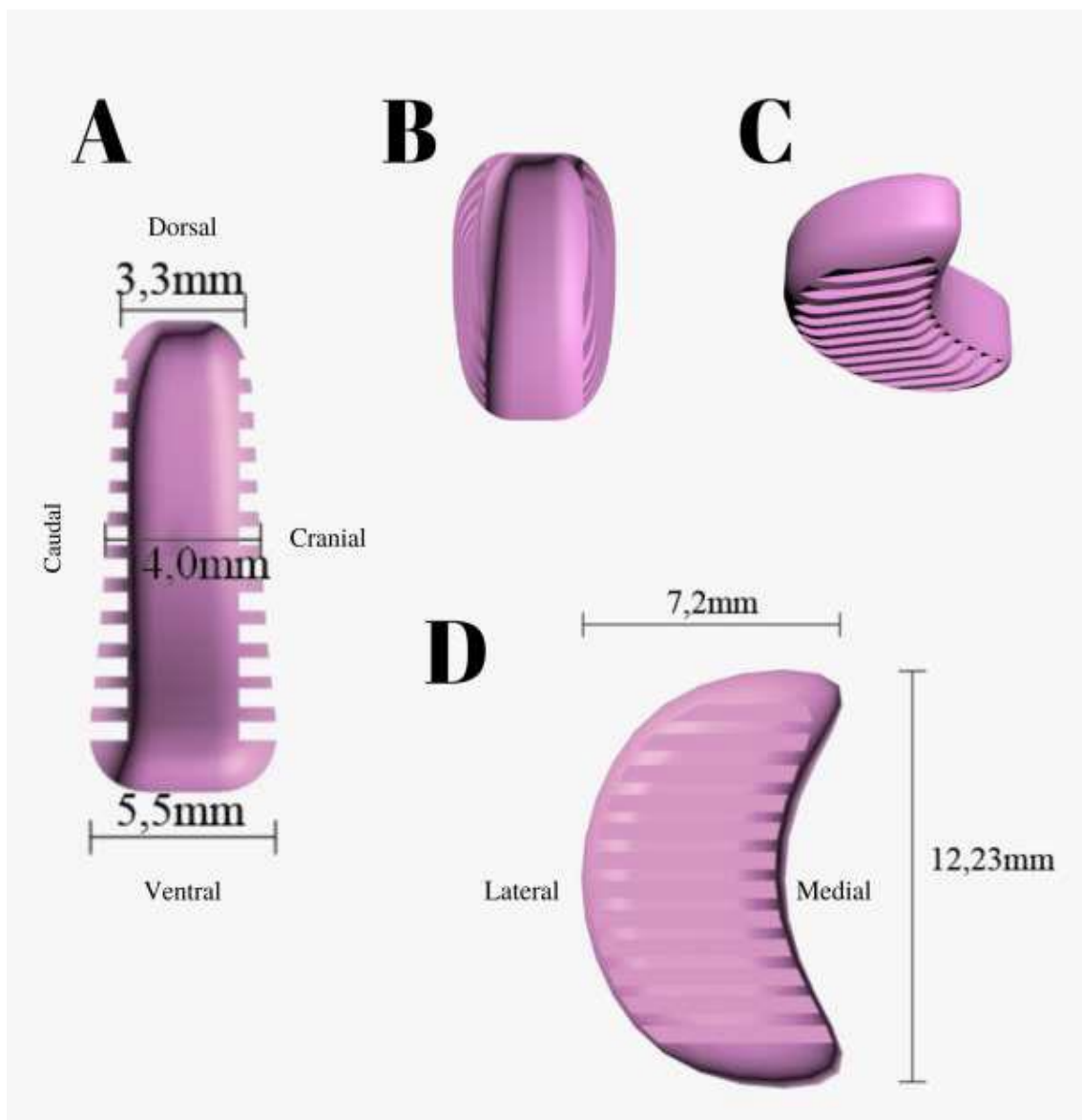
2 *animais com sinais de degeneração lombossacra

1 **Fase três**

2 Dois modelos (Fig. 6 e 7) foram idealizados e modelados de acordo com as
3 medidas estabelecidas, levando-se em consideração também as características anatômicas
4 do espaço intervertebral de L7-S1 dos cães, seguindo-se o preconizado na medicina
5 humana, e que utiliza dois implantes, um de cada lado do espaço intervertebral (Fig. 8).

6

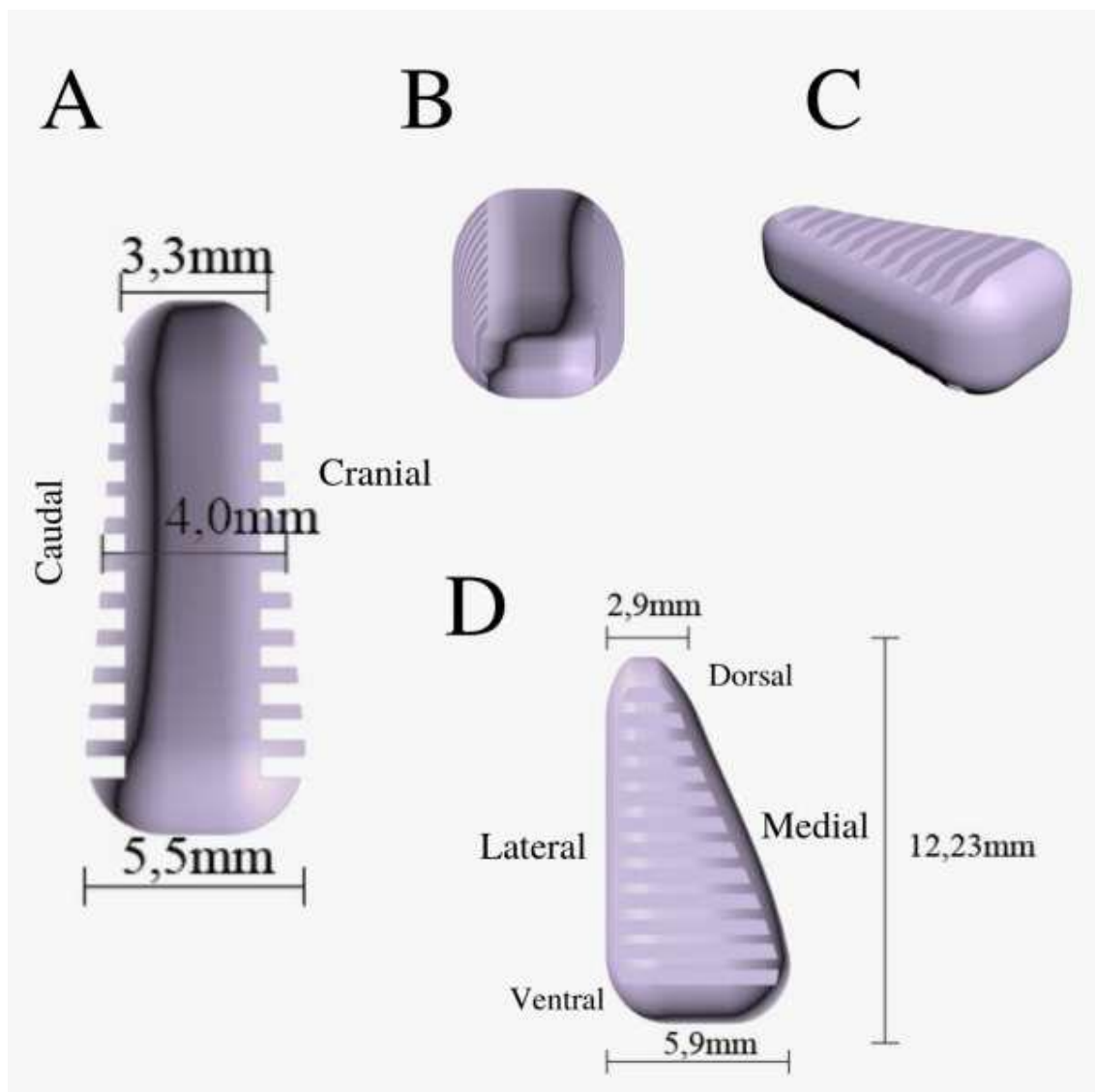
7 Figura 6. Modelo 1 de *cage* intervertebral lombossacro canino. (A) vista lateral com
8 medidas e identificação das faces cranial, caudal, dorsal e ventral; (B) vista superior; (C)
9 perspectiva; (D) vista frontal com medidas e identificação das faces lateral e medial.



10

11 Fonte: Arquivo pessoal.

- 1 Figura 7. Modelo 2 de *cage* intervertebral lombossarro canino. (A) vista lateral com
2 medidas e identificação das faces cranial e caudal; (B) vista superior; (C) vista em
3 perspectiva; (D) vista frontal com identificação das faces lateral, medial, dorsal e
4 ventral.



5

6 Fonte: Arquivo pessoal.

7

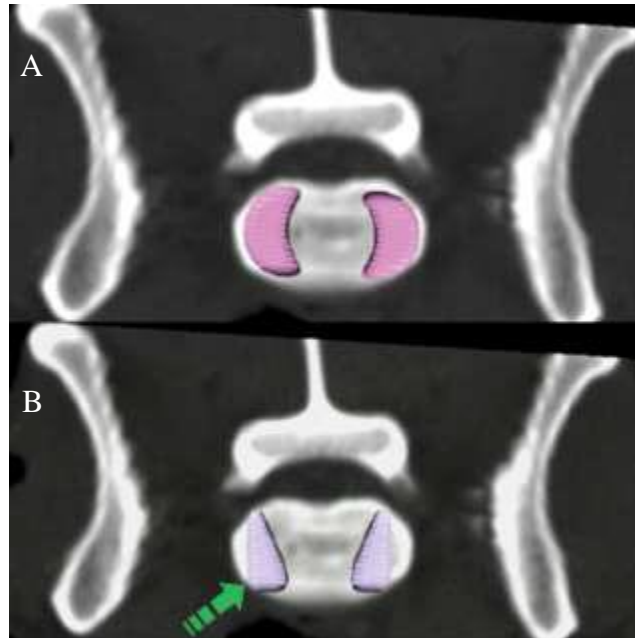
8

9

10

11

1 Figura 8. Demonstração do posicionamento dos modelos de *cages* intervertebrais caninos
2 desenvolvidos. (A) Modelo 1; (B) Modelo 2, seta verde indicando o posicionamento na
3 lateral direita.



4
5 Fonte: Arquivo pessoal.

6

7

DISCUSSÃO

8 Há a necessidade do desenvolvimento de implantes lombossacros que
9 promovam a distração/fusão entre L7-S1 em cães e como o exame radiográfico é o
10 método mais usado para planejamento cirúrgico em ortopedia, foi importante avaliar sua
11 contribuição para o estudo. As medidas radiográficas não foram confiáveis,
12 provavelmente devido à sobreposição óssea que acontece na projeção ventro-dorsal, ao
13 contrário da tomografia que permite a realização de cortes e medidas em qualquer parte
14 da peça.

15 As radiografias não permitiram a obtenção de planos transversais, o que limitou
16 sua utilização para o desenvolvimento do modelo do *cage*. Já a TC é um método não
17 invasivo, que além de permitir a visualização de tecidos como a cauda equina sem
18 sobreposição de estruturas, é considerada superior à radiografia para detecção da ELD
19 (Jones e Inzana, 1999; Axlund e Hudson, 2003; Higgins *et al.*, 2011). Não foi possível
20 utilizar as mesmas peças anatômicas para os dois tipos de corte, não permitindo que o

1 número de peças comparadas pelos dois meios de imagem fosse igual, impossibilitando
2 a comparação das medidas de uma mesma peça com suas respectivas imagens.

3 No presente estudo, como foi definido que as colunas vertebrais deveriam ser
4 provenientes de cães de raças grandes e devido ao fato da doença ser mais comum nesse
5 porte, as alterações de degeneração lombossacra encontradas em quatro peças
6 aparentemente não causaram sinais clínicos de ELD, pois estas alterações podem ocorrer
7 em animais sem evidências clínicas da doença (Mattoon e Koblik, 1993). Rossi et al.
8 (2004) e Suwankong *et al.* (2006) demonstraram que as alterações dos exames de imagem
9 possuem baixa correlação com os achados clínicos da doença lombossacra. Por esse
10 motivo, os segmentos lombossacros de animais com sinais de degeneração não foram
11 descartados, e as alterações degenerativas não alteraram a articulação entre L7 e S1 a
12 ponto de interferir na obtenção das medidas, apesar da limitação quanto ao pequeno
13 número de animais encontrados.

14 *Cages* oriundos da medicina humana específicos para a região lombar possuem
15 tamanhos superiores aos encontrados neste estudo, principalmente os modelos
16 desenvolvidos para serem implantados postero-lateralmente. Já os *cages* humanos
17 utilizados para técnica de estabilização cervical possuem medidas próximas às
18 encontradas neste estudo, porém, devido a seus formatos serem mais quadrados, a
19 possibilidade de serem introduzidos cirurgicamente sem lesões à cauda equina ou raíz de
20 L7, por meio dos acessos cirúrgicos disponíveis para a articulação entre L7-S1 em cães é
21 pequena. Teunissen *et al.* (2017) utilizaram na coluna lombossacra de cães o menor *cake*
22 disponível para a coluna cervical humana, mas ressaltou a importância do
23 desenvolvimento de um implante próprio para a medicina veterinária, devido a
24 dificuldades em sua implantação cirúrgica em cães de menor porte.

25 Muitos estudos mostraram a importância do tamanho do *cake* e da área de
26 contato para evitar sua migração (Jost *et al.*, 1998; Krammer *et al.*, 2001; Tan *et al.*, 2005).
27 Acredita-se que um *cake* maior tende a ter uma área de superfície de contato maior na
28 interface placa terminal/*cake* e, portanto, menor concentração de tensão em um único
29 ponto, fatores considerados neste estudo, para que os modelos desenvolvidos
30 acompanhassem o aumento do espaço intervertebral no sentido dorso-ventral,
31 aumentando seu contato com as superfícies ósseas de L7 e S1.

1 Fitzpatrick (2014) desenvolveu um espaçador intervertebral que proporcionou
2 bom distanciamento entre as placas terminais de L7 e S1 e satisfatório aumento do forame
3 quando inserido via laminectomia dorsal e anulectomia central em cães, mas houve
4 necessidade de retração da cauda equina para sua inserção e colocação de outro parafuso
5 fixando-o, o que é uma intervenção arriscada e causou flacidez temporária da cauda em
6 quatro animais. No presente estudo, divergindo desse, os modelos de implantes foram
7 desenvolvidos para serem inseridos também via laminectomia dorsal, porém dispostos
8 lateralmente à linha média do disco intervertebral e possuem superfície serrada,
9 dispensando a utilização do parafuso de bloqueio, para evitar esse tipo de lesão. Levou-
10 se ainda em consideração os estudos feitos por Grant *et al.* (2000) e Labrom *et al.* (2005),
11 que mostraram que as regiões das placas terminais que suportam maior quantidade de
12 carga em humanos são suas laterais e que *cages* posicionados postero-lateralmente entre
13 as vértebras fornecem maior rigidez do aparato cirúrgico, conseqüentemente da
14 articulação lombossacra, do que os posicionados na região central. Entretanto, não foram
15 feitos esses estudos em cães até o momento.

16 Os designs elaborados no presente estudo permitem a colocação de enxerto no
17 espaço intervertebral ao redor do *cage* e possuem superfície serrada, dois componentes
18 que segundo Cho *et al.* (2008) e Abbushi *et al.* (2009), são fundamentais para o processo
19 de fusão, que pode ser atingida através da integração entre o *cage* e as placas terminais e
20 o crescimento ósseo entre e ao redor do *cage*. Esses quando associados à estabilização
21 dorsal pediculada, podem aumentar seu atrito/contato entre as placas terminais e sua
22 superfície serrada ao “apertar” o implante dorsal, aumentando as chances de estimular o
23 crescimento ósseo permitindo a fusão intervertebral. As superfícies serrilhadas também
24 são projetadas para evitar a migração do *cage* e promover estabilidade (Cho *et al.*, 2008;
25 Cunningham *et al.*, 2010).

26 O “design” da prótese também se baseou em “designs” existentes na medicina
27 humana, considerando a adequação à anatomia e as dimensões da região lombossacra dos
28 cães, levando-se em consideração o que Spruit *et al.* (2005) e Cutler *et al.* (2006) supõem,
29 ou seja, que devido à carga que os *cages* devem suportar, a escolha do material para
30 fabricação dos implantes, o posicionamento dentro do espaço discal e seu formato podem
31 afetar a biomecânica do aparato e levar à vários resultados clínicos, como a migração do
32 *cage*. Entretanto, Cho *et al.* (2008) observaram em estudos experimentais em humanos

1 mostrarem que a geometria dos *cages*, incluindo a forma (curvado ou reta), o
2 comprimento e a superfície (biconvexa ou plano), não afetaram a estabilidade dos
3 implantes quando foram utilizados em associação à fixação posterior.

4 O uso do programa 3DS MAX 2015 permitiu a modelagem de dois tipos de
5 *cages*, de acordo com o contorno das superfícies ósseas e tamanho do espaço
6 intervertebral. Futuramente esses modelos podem ser adaptados e reformatados para
7 melhor adaptação ao segmento de L7-S1, já que a tecnologia 3D é uma ferramenta muito
8 utilizada na medicina humana e promissora na medicina veterinária, por facilitar o
9 planejamento cirúrgico, melhorar o ensino e promover a pesquisa (Hespel *et al.*, 2014).

10 Com relação aos métodos utilizados para mensuração do espaço do disco, a
11 radiografia deve ser utilizada com cautela e a tomografia delimita melhor as áreas de
12 contato entre placa terminal e *cage*, com medidas mais fidedignas. Outros estudos devem
13 ser realizados para avaliar o possível impacto adicional de variáveis relacionadas ao
14 paciente e ao implante no tratamento de cães com ELD por meio da técnica de
15 distração/fusão com a implantação de *cages*, semelhante aos estudos existentes na
16 medicina humana.

17

18 CONCLUSÃO

19 A tomografia computadorizada foi superior para determinar as medidas do
20 espaço intervertebral e desenvolver os implantes. *Cages* humanos lombossacros não se
21 adequaram às medidas médias obtidas do espaço de L7-S1. Assim, não foram encontrados
22 modelos próprios para a região lombossacra que possam ser utilizados em cães. Foi
23 possível desenvolver, por meio dos programas de modelagem 3D, um protótipo de *cage*
24 para cães proposto para promover fusão/distração intervertebral lombossacra, levando em
25 consideração a anatomia intervertebral da espécie e as medidas do espaço discal obtidas
26 por tomografia computadorizada. Estudos *ex-vivo* e *in-vivo* com os modelos de *cages*
27 desenvolvidos são necessários para avaliar o real grau de distração, mobilidade e, em
28 longo prazo, a taxa de fusão entre L7 e S1 e seu possível impacto nas unidades motoras
29 adjacentes, associado ou não às técnicas de fixação dorsal.

30

1 **Agradecimentos** - À CAPES, pela bolsa de estudo para desenvolvimento do mestrado de
2 Dias, R. C. e ao Projeto de Extensão em Neurologia de Pequenos Animais por financiar
3 parte do estudo.

4

5

REFERÊNCIAS

6 ABBUSHI, A.; CABRAJA, M.; THOMALE, U. et al. The influence of cage positioning
7 and cage type on cage migration and fusion rates in patients with monosegmental
8 posterior lumbar interbody fusion and posterior fixation. *European Spine Journal*, v.18,
9 p.1621-1628, 2009

10

11 AXLUND, T. W.; HUDSON, J. A. Computed tomography of the normal lumbosacral
12 intervertebral disc in 22 dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.44, n.6, p.630-634,
13 2003.

14

15 BEBCHUCK, T. Lumbosacral Decompression and foraminotomy. In: SHORES A.,
16 BRISSON B. A. (Ed. 1) *Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery*. John
17 Wiley & Sons. 2017, p. 223-233.

18

19 CHO, W.; WU, C.; MEHBOD, A. A.; TRANSFELDT, E. E. Comparison of cage designs
20 for transforaminal lumbar interbody fusion: A biomechanical study. *Clinical
21 biomechanics*, v.23, n.100, p.979-985, 2008.

22

23 CUNNINGHAM, B. W.; HU, N.; ZORN, C. M.; MCAFEE, P. C. Comparative fixation
24 methods of cervical disc arthroplasty versus conventional methods of anterior cervical
25 arthrodesis: serration, teeth, keels, or screws? *Journal of Neurosurgery: Spine*, v.12, n.2,
26 p.214-220, 2010.

27

28 CUTLER, A. R.; SINDDIQUI, S.; MOHAN, A. L. et al. Comparison of
29 polyetheretherketone cages with femoral cortical bone allograft as a single-piece
30 interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion. *Journal of Neurosurgery:
31 Spine*, v.5, p.534-539, 2006.

32

- 1 FITZPATRICK, N. The FITS - Fitz Intervertebral Traction Screw. In: ACVS
2 VETERINARY SYMPOSIUM PROCEEDINGS. ACVS Veterinary symposium - the
3 surgical summit. 2011, p. 241-243 (resumo).
4
- 5 FITZPATRICK, N. Lumbosacral fusion implants. In: ACVS VETERINARY
6 SYMPOSIUM PROCEEDINGS. ACVS veterinary symposium - the surgical summit.
7 San Diego, California: 2014 (resumo).
8
- 9 GRANT, J. P.; OXLAND, T.R.; DVORAK, M. F. Mapping the structural properties of
10 the lumbosacral vertebral endplates. *Spine*, v.26, p.889-896, 2001.
11
- 12 HESPEL A. M.; WILHITE R.; HUDSON, J. Invited review-applications for 3d printers
13 in 4 veterinary medicine. *Vet. Radiol. Ultras.*, v.55, p.347–358, 2014.
14
- 15 HIGGINS, B. M.; CRIPPS, P. J.; BAKER, M. Effects of body position, imaging plane,
16 and observer on computed tomographic measurements of the lumbosacral intervertebral
17 foraminal area in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v.72, n.7, p.905-917,
18 2011.
19
- 20 JEFFERY, N. D.; BARJER, A.; HARCOURT-BROWN. What progress has been made
21 in the understanding and treatment of degenerative lumbosacral stenosis in dogs during
22 the past 30 years? *The Veterinary Journal*, v.201, p.9-14, 2014.
23
- 24 JONES, J. C.; INZANA, K. 2000. Subclinical CT abnormalities in the lumbosacral spine
25 of older large-breed dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.41, n.I, p.19-26, 2000.
26
- 27 JOST, B.; CRIPTON, P. A.; LUND, T. et al. Compressive strength of interbody cages in
28 the lumbar spine: the effect of cage shape, posterior instrumentation and bone density.
29 *European Spine Journal*, v.7, n.2, p.132-141, 1998.
30

- 1 LABROM, R. D.; TAN, J. S.; REILLY, C.W. et al. The effect of interbody cage
2 positioning on lumbosacral vertebral endplate failure in compression. *Spine*, v.30, n.19,
3 p.E556–E561, 2005.
4
- 5 KIM, H.; LEE, C.; YEOM, J. et al. The efficacy of porous hydroxyapatite bone chip as
6 an extender of local bone graft in posterior lumbar interbody fusion. *European Spine*
7 *Journal*, v.21, p.1321-1330, 2012.
8
- 9 KRAMMER, M.; DIETL, R.; LUMENTA, C. B. et al. Resistance of the Lumbar Spine
10 Against Axial Compression Forces after Implantation of Three Different Posterior
11 Lumbar Interbody Cages. *Acta Neurochirurgica*, v.143, n.12, p.1217-1222, 2001.
12
- 13 MATTOON, J. S.; KOBLIK, P. D. Quantitative survey radiographic evaluation of the
14 lumbosacral spine of normal dogs and dogs with degenerative lumbosacral stenosis.
15 *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.34, p.194-206, 1993.
16
- 17 MEIJ, B. P.; BERGKNUT, N. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs. *Veterinary*
18 *Clinics of North America. Small Animal Practice*, v.40, p.983-1009, 2010.
19
- 20 POLLY, D. W.; KLEMME, W. R.; CUNNINGHAM, B. W. et al. The Biomechanical
21 Significance of Anterior Column Support in a Simulated Single-Level Spinal Fusion.
22 *Journal of Spinal Disorders*, v.13, n.1, p.58-62, 2000.
23
- 24 ROSSI, F.; SEILER, G.; BUSATO, A. et al. 2004. Magnetic Resonance Imaging of
25 Articular Process Joint Geometry and Intervertebral Disk Degeneration in the Caudal
26 Lumbar Spine (L5-S1) of Dogs with Clinical Signs of Cauda Equina Compression.
27 *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.45, n.5, p.381-387, 2004.
28
- 29 SPRUIT, M.; FALK, R. G.; BECKMANN, L. et al. The in vitro stabilising effect of
30 polyetheretherketone cages versus a titanium cage of similar design for anterior lumbar
31 interbody fusion. *European Spine Journal*, v.14, n.8, p.752-758, 2005.
32

- 1 SUWANKONG, N.; MEIJ, B. P.; VAN KLAVEREN, N. J. et al. Assessment of
2 Decompressive Surgery in Dogs with Degenerative Lumbosacral Stenosis Using Force
3 Plate Analysis and Questionnaires. *Veterinary Surgery*, v.36, n.5, p.423-431, 2007.
4
- 5 TAN, J. S.; BAILEY, C. S.; DVORAK, M. F. et al. 2005. Interbody device shape and
6 size are important to strengthen the vertebra–implant interface. *Spine*, v.30, p.638–644,
7 2005.
8
- 9 TEUNISSEN, M.; VAN DER VEEN, A. J.; SMIT, T. H. et al. Effect of a titanium cage
10 as a stand-alone device on biomechanical stability in the lumbosacral spine of canine
11 cadavers. *The Veterinary Journal*, v.220, p.17-23, 2017.
12
- 13 ZINDL, Claudia; LITSKY, Alan S.; FITZPATRICK, Noel; ALLEN, Matthew J.
14 Kinematic behavior of a novel pedicle screw-rod fixation system for the canine
15 lumbosacral joint. *Veterinary Surgery*, v. 47, n. 1, p. 114-124, 2018.

1 5 CONCLUSÕES

2

3 A radiografia é um método de diagnóstico e planejamento cirúrgico muito utilizado,
4 mas essa não permite a utilização de planos como o corte transversal e aferição de medidas em
5 projeção ventro-dorsal, o que sugere que a tomografia é superior tanto para determinar as
6 medidas do espaço intervertebral, quanto para avaliação das alterações presentes na região
7 lombossacra.

8 Não foram encontrados modelos humanos próprios para a região lombossacra que se
9 ajustam à região lombossacra de cães, pois os *cages* avaliados não se adequaram às medidas
10 médias obtidas do espaço de L7-S1.

11 É possível desenvolver um protótipo de *cage* para fusão/distração intervertebral
12 lombossacra próprio para uso veterinário por meio de programas de modelagem 3D,
13 considerando as características da região lombossacra canina.

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

ANEXOS

1

ANEXO A

2

Documento de aprovação do projeto de pesquisa vinculado à dissertação emitido pela

3

Comissão de Ética no Uso de Animais/UEL



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 121/2016

Londrina, 17 de Junho de 2016.

Prezada Pesquisadora,

Certificamos que o projeto intitulado "Comparação de designs de cages para fusão intervertebral lombar em unidade vertebral motora de cadáveres de cães com e sem sinais radiográficos de degeneração da articulação lombossacra", protocolo CEUA nº 9360.2016.64, sob a responsabilidade de **Monica Vicky Bahr Arias**, 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), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (CEUA/UEL), em reunião realizada em **14/06/2016**.

O objetivo do projeto é avaliar e testar os diferentes implantes tipo cageusados na medicina humana em técnicas de fusão intervertebral lombar, para verificar anatomicamente sua aplicabilidade em colunas lombossacras de cães, determinando assim se há um modelo que possa ser utilizado para simplificar sua implantação cirúrgica, com menos problemas do que o modelo recentemente elaborado e empregado na medicina veterinária. Serão utilizadas 16 colunas lombossacras que serão coletadas de caninos imediatamente após o óbito. Serão selecionados aqueles que vierem a óbito por condições não relacionadas ao estudo. As mesmas serão radiografadas nas projeções latero-lateral (LL) e ventro-dorsal (VD), a fim de excluir qualquer espécime com anormalidade anatômica que não se encaixe nos requisitos do estudo. Os cages utilizados serão os de uso na técnica de PLIF (Posterior Lumbar Interbody Fusion) em humanos, já existentes no mercado, e que serão escolhidos de acordo com o tamanho das placas vertebrais terminais e do disco intervertebral, medidos através de exames radiográficos e escolhidos após a análise em todos os planos de mensuração anatômica, onde também será avaliada a geometria dos espaços intervertebrais. A avaliação do design será feita até encontrar o melhor modelo em termos de medidas e moldagens nas superfícies ósseas, podendo até mesmo ser colocado mais de um implante (máximo de 02), implantados dorso-lateralmente, em um mesmo espaço intervertebral, caso se caracterize necessário. GI 1.

Vigência do Projeto	01/03/2016 a 01/03/2018
Espécie/linhagem	Cão
Nº de animais	16
Peso/idade	Indeterminado
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem	Hospital Veterinário / UEL
Amostras a serem coletadas	-----

Cumpra orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/UEL anteriormente à execução das modificações.

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessária. Sem mais para o momento, subscrevo, cordialmente,

Prof. Dra. Glaucia Scantamburlo Alves Fernandes
Coordenadora da CEUA/UEL

Ilma. Sra.
Prof. Dra. Monica Vicky Bahr Arias
Coordenadora do Projeto
Departamento de Clínicas Veterinárias / Centro de Ciências Agrárias
Com cópia para Diretor do HV/UEL, Chefe do Departamento de Clínicas Veterinárias e Diretor(a) do Centro de Ciências Agrárias

4

ANEXO B

TERMO DE CIÊNCIA E AUTORIZAÇÃO

Eu _____, RG: _____, responsável pelo animal _____, autorizo a participação do animal no projeto de pesquisa intitulado (a) **“Desenvolvimento de um cage intervertebral lombossacro para cães”** sob coordenação do pesquisador da Universidade Estadual de Londrina que assina abaixo. Fui esclarecido sobre os objetivos do projeto/aula, que são:

- Determinar a possibilidade da colocação de *cages* lombares oriundos da medicina humana e próprios para a região lombar humana na região lombosacra de cães;

- Avaliar, através de medidas, o espaço anatômico do disco intervertebral de L7-S1 de cães de raças grandes, por meio do estudo anatômico, radiográfico e tomográfico.

- Desenvolver um protótipo de *cage* para fusão da unidade vertebral motora lombossacra, caso nenhum dos modelos já fabricados na medicina humana se adequem à anatomia das colunas vertebrais dos cães selecionados para este estudo.

Também fui esclarecido quanto aos procedimentos a serem empregados, que será a coleta da coluna lombossacra em região da articulação da vértebra L7 e S1 e após avaliação anatômica e aferição de medidas do espaço intervertebral para teste de implantes humanos utilizados em técnicas de fusão intervertebral em humanos.

Em caso de procedimento de eutanásia, fui esclarecido que será realizada por um médico veterinário, de forma humanitária, com uso de anestesia geral intravenosa, de acordo com a resolução do CFMV número 1000/2012.

Tenho conhecimento de que os resultados obtidos serão divulgados exclusiva e anonimamente em publicações científicas; e de que tenho o direito e a liberdade de suspender essa autorização a qualquer momento que julgue necessário.

Londrina, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do responsável pelo animal

Profa. Dra. Mônica Vicky Bahr Arias

Coordenador do projeto e orientador

Departamento de Clínicas Veterinárias - Hospital Veterinário

Universidade Estadual de Londrina – UEL

Telefone: (43) 3371-5501

ANEXO C

Instruções aos autores (Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia)

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 (on-line), 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 necessitarem 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 <<http://mc04.manuscriptcentral.com/abmvz-scielo>>.

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

1 autor responsável pelo artigo será informado automaticamente por e-mail sobre qualquer
2 mudança de status do mesmo.

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

6 É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um
7 dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no texto submetido.

8 O ABMVZ comunicará a cada um dos inscritos, por meio de correspondência
9 eletrônica, a participação no artigo. Caso um dos produtores do texto não concorde em
10 participar como autor, o artigo será considerado como desistência de um dos autores e sua
11 tramitação encerrada.

12

13 **Comitê de Ética**

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

19

20 **Tipos de artigos aceitos para publicação**

21 Artigo científico: é o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na
22 premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

23 Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title
24 Page" – Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou
25 Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

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

27 O número de Referências não deve exceder a 30.

28

29 Relato de caso: contempla principalmente as áreas médicas em que o resultado é anterior
30 ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada.

31 Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title
32 Page" - Step 6), Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando
33 pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências.

34 O número de páginas não deve exceder a dez, incluindo tabelas e figuras.

1 O número de Referências não deve exceder a 12.

2
3 Comunicação: é o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental
4 digno de publicação, embora insuficiente ou inconsistente para constituir um artigo científico.

5 Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title
6 Page" - Step 6). Deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para
7 "Artigo científico", embora seguindo àquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em
8 português deve conter um "Abstract" e quando redigida em inglês deve conter um "Resumo".

9 O número de páginas não deve exceder a oito, incluindo tabelas e figuras.

10 O número de Referências não deve exceder a 12.

11 12 **Preparação dos textos para publicação**

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

14 15 **Formatação do texto**

16 O texto NÃO deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser
17 apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como "Main Document" (Step 6), no
18 formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New
19 Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do
20 artigo (do título às referências), com linhas numeradas.

21 Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir,
22 obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto,
23 substância, empresa e país.

24 25 **Seções de um artigo**

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

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

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

1 Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.
2 * na submissão usar somente o Keyword (Step 2) e no corpo do artigo constar tanto keyword
3 (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for
4 submetido.

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

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

13 Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

14 *Tabela.* Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas
15 horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe
16 inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto
17 (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número
18 de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser
19 apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho
20 aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento.
21 As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua
22 primeira citação.

23 *Figura.* Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho,
24 fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura,
25 seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto
26 como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma
27 figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem
28 também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no
29 campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser
30 obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.
31 Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda,
32 informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve
33 figurar nas Referências.

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

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

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

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

8 DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

9 LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e
10 mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14.,
11 1974, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

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

14 NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences,
15 1968. 69p.

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

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

21 QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of
22 American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em:
23 <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

24 JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald,
25 1994. Disponível em: <[http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-
26 RelatedArticles/](http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/)>. Acessado em: 5 dez. 1994.