

CATIA HELENA DE ALMEIDA LIMA MASSARI

PLATAFORMA DE ENSINO EM ANATOMIA ANIMAL:
conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e
impressão 3D como técnica anatômica

São Paulo

2020

CATIA HELENA DE ALMEIDA LIMA MASSARI

PLATAFORMA DE ENSINO EM ANATOMIA ANIMAL: conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e impressão 3D como técnica anatômica

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção de título de doutora em Ciências.

Departamento:

Cirurgia

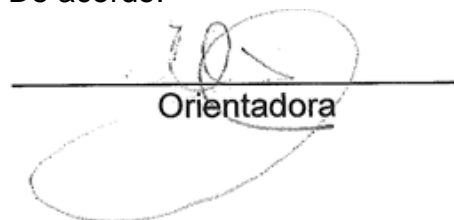
Área de concentração:

Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Orientadora:

Profa. Dra. Maria Angélica Miglino

De acordo:


Orientadora

São Paulo

2020

Obs.: A versão original encontra-se disponível na Biblioteca da FMVZ/USP.

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3950
FMVZ

Massari, Catia Helena de Almeida Lima

Plataforma de ensino em anatomia animal: conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e impressão 3D como técnica anatômica / Catia Helena de Almeida Lima Massari. – 2020.
303 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2020.

Programa de Pós-Graduação: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Angélica Miglino.

1. Medicina Veterinária. 2. Aprendizagem mista. 3. Aprendizagem híbrida. 4. Impressão 3D. 5. Biomodelo. I. Título.



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "PLATAFORMA DE ENSINO EM ANATOMIA ANIMAL", protocolada sob o CEUA nº 7319120319 (ID 007022), sob a responsabilidade de **Maria Angélica Miglino e equipe; Catia Helena de Almeida Lima Massari; Ana Carolina Fonseca Pinto** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 25/09/2019.

We certify that the proposal "PLATFORM FOR TEACHING IN ANIMAL ANATOMY", utilizing 10 Dogs (males and females), protocol number CEUA 7319120319 (ID 007022), under the responsibility of **Maria Angélica Miglino and team; Catia Helena de Almeida Lima Massari; Ana Carolina Fonseca Pinto** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 09/25/2019.

Finalidade da Proposta: [Ensino \(Desenvolv. Recursos Didáticos\)](#)

Vigência da Proposta: de [03/2019](#) a [09/2020](#)

Área: [Anatomia dos Animais Domésticos E Silvestres](#)

Origem: [Amostras biológicas estocadas](#)

Espécie: [Cães](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [1 a 120 meses](#)

N: [10](#)

Linhagem: [Indefinida](#)

Peso: [100 a 1000 g](#)

Local do experimento: Laboratório de Anatomia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

São Paulo, 30 de setembro de 2019

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autora: MASSARI, Catia Helena de Almeida Lima

Título: Plataforma de ensino em anatomia animal: conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e impressão 3D como técnica anatômica

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção de título de doutora em Ciências.

Data: 25/05/2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

À minha tia-avó Profa. Ma. Luci de Almeida Lima (*in memoriam*), por me ensinar a aprender, especialmente em inglês;

À minha irmã Ma. Camila Maria de Almeida Lima, pela luz ofertada desde minhas primeiras recordações;

Ao meu esposo, Prof. Dr. Marco Antônio Leite Massari, pelo amor sincero e paciente na construção do nosso lar;

DEDICO ESTE TRABALHO.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Angélica Miglino, além da orientação para a realização deste projeto, por todo incentivo que me ofereceu para trabalhar com o ensino de Anatomia Funcional Comparativa desde o primeiro momento que ingressei no doutorado;

Ao Prof. Dr. José Roberto Kfoury Júnior e ao Prof. Dr. Antônio Chaves de Assis Neto, pela acolhida no Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da FMVZ/USP e pelos valiosos ensinamentos sobre Anatomia Sistêmica e Anatomia Topográfica;

À Profa. Dra. Ana Carolina Brandão de Campos Fonseca Pinto, pela colaboração, através do Serviço de Diagnóstico por Imagem associado ao Hospital Veterinário (HOVET/FMVZ/USP), na obtenção de imagens tomográficas e nos ensinamentos sobre Anatomia Radiológica;

Ao Dr. Adriano Ferreira Silva, pela colaboração, através do Serviço de Imaginologia associado ao Hospital Universitário da USP, na obtenção de imagens por tomografia computadorizada, amizade e ensinamentos sobre Radiologia e Anatomia Artística;

Ao Eng. Ronaldo Roledo e ao Prof. Me. Wanderley do Prado, pela parceria da FlexBras, nas impressões 3D realizadas no Parque Tecnológico de Sorocaba/SP;

À equipe da Universidade Nove de Julho, pela coparticipação em minha vida profissional ao longo destes últimos anos, especialmente aos queridos: Profa. Ma. Débora Gidali, Profa. Ma. Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo e Prof. Me. Rafael Almeida Ferreira de Abreu;

Aos meus pais amados, Osmar de Almeida Lima Filho e Profa. Ma. Ana Lúcia de Almeida Lima, pela confiança e pelo suporte incondicional durante todo meu percurso de vida;

Ao Prof. Dr. Lucas Martins Soldera, por ser parceiro e amigo fiel sempre pronto a ajudar;

Ao Prof. Me. Hércules Ferrari Domingues da Silva, que me deu, confiantemente, “um abacaxi para descascar”, atribuindo-me minhas primeiras turmas de Anatomia para lecionar;

Ao Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho, por me ensinar a respeito da impressão 3D bem como de tantas outras técnicas anatômicas;

À Profa. Dra. Luciana Silveira Flôres, por me incentivar na produção científica relacionada ao ensino da Anatomia e me ensinar a importância de estudar a Anatomia do indivíduo vivo;

À Profa. Dra. Patrícia Castelucci, pela acolhida tão breve, mas tão compreensiva, no Instituto de Ciências Biomédicas (ICB-III) da USP, no início do meu doutorado;

À Profa. Dra. Irvênia Luiza de Santis Prada, pelos ensinamentos sobre Neuroanatomia Funcional e por me propiciar tantas reflexões sobre a interação do sistema nervoso com a mente dos animais;

À Profa. Dra. Tais Harumi de Castro Sasahara, pelos ensinamentos sobre os conceitos de Anatomia, sempre com tanta paciência e dedicação;

À Profa. Dra. Lynda Jhailú Tamayo Arango, pelos ensinamentos sobre avaliação no ensino de Anatomia, que tanto contribuíram durante a qualificação deste trabalho;

Aos que acompanharam meus primeiros passos na Anatomia e na Fisiologia na Universidade Federal de Lavras, gratidão eterna: Prof. Dr. Henrique Ribeiro Alves de Resende, Prof. Dr. Luciano da Silva Alonso, Prof. Dr. Luís David Solis Murgas, Prof. Me. Sérgio Alves Bambirra e Prof. Dr. Raimundo Vicente de Souza (*in memoriam*);

À Profa. Dra. Rose Eli Grassi Rici, pelos ensinamentos sobre Anatomia Microscópica;

Ao Pepe, meu bichinho eterno, e ao Caramelo, fiel companheiro;

Aos sogros queridos Me. Marco Túlio Massari e Ma. Maria Cecília Massari, pelos inúmeros empréstimos dos livros de Medicina e pela paciência nas épocas difíceis;

À Sra. Daura Taciana Vaz Alves e ao Técnico de Laboratório Sr. Ronaldo Agostinho, pelo auxílio fundamental no Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP;

A todos os amigos desta jornada na pós-graduação, pela convivência diária e pelo compartilhamento de conhecimento valioso durante as nossas aulas;

Aos meus ex-alunos da Universidade de Sorocaba, da Etec Armando Pannunzio, do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio e da Universidade Nove de Julho, por me concederem a oportunidade de ensinar e aprender a cada dia e noite junto a

eles, seja presencialmente, seja à distância em tempos de enfrentamento da COVID-19;

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, a frase de Isaac Newton (1675) expressa meu verdadeiro sentimento: "*Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes*". Muito obrigada!

*“O caminho é um só e é difícil:
demanda trabalho coletivo, estudo aprofundado, conhecimento sedimentado,
paciência e concentração...”*

Prof. Dr. Liberato John Alphonse Di Dio (DI DIO, 1998).

RESUMO

MASSARI, C. H. A. L. **Plataforma de ensino em anatomia animal**: conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem e impressão 3D como técnica anatômica. 303 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

A Anatomia Animal é a pedra angular do curso de Medicina Veterinária e, embora a dissecação de cadáveres seja o método de eleição para estudar a forma, a disposição e a estrutura dos tecidos e órgãos que compõem o corpo animal, outros métodos de ensino e técnicas anatômicas podem ser complementares. Este projeto teve como objetivo desenvolver conteúdos didáticos para o ambiente virtual de aprendizagem na Medicina Veterinária. Para isto, os módulos acadêmicos foram elaborados com base na *Nomina Anatomica Veterinaria* e hospedados no *Google Classroom*. Já para a impressão 3D dos biomodelos, as peças anatômicas de cães foram escaneadas, através da tomografia computadorizada, para a criação dos protótipos em material ABS (acrilonitrila butadieno estireno). Como resultado deste trabalho, apresentou-se o desenvolvimento de nove módulos, os quais sustentam o propósito educacional de oferecer aos discentes ferramentas destinadas à construção do conhecimento integrado relativo ao complexo forma-função, bem como aos aspectos inseridos na clínica de caninos domésticos. Conclui-se que a presente tese criou um auxílio pedagógico que pode mitigar as dificuldades encontradas em Anatomia Animal, com base em um conjunto de disciplinas ministradas na graduação de Medicina Veterinária.

Palavras-chave: Medicina Veterinária. Aprendizagem mista. Aprendizagem híbrida. Impressão 3D. Biomodelo.

ABSTRACT

MASSARI, C. H. A. L. **Animal anatomy teaching platform**: didactic content for virtual learning environment and 3D printing as an anatomical technique. 303 p. Tesis (PhD in Anatomy of Domestic and Wild Animals) – School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo (FMVZ/USP), São Paulo, 2020.

Animal Anatomy is the cornerstone of Veterinary Medicine course and, although dissecting cadavers is the method of choice for studying the shape, layout and structure of tissues and organs that compose animal body, other teaching methods and anatomical techniques can be complementary. This project aimed at developing didactic content for the virtual learning environment in Veterinary Medicine. For this, academic modules were elaborated based on *Nomina Anatomica Veterinaria* and hosted in *Google Classroom*. For the 3D printing of biomodels, canine anatomical parts were scanned, using computed tomography, to create the prototypes in ABS material (acrylonitrile butadiene styrene). As result of this work, the development of nine modules was presented, which support the educational purpose of offering students tools aimed at building integrated knowledge related to the complex form-function, as well as aspects inserted in the domestic canine clinic. It is concluded that the present thesis created a pedagogical aid that can mitigate the difficulties found in Animal Anatomy, based on a set of disciplines taught in the Veterinary Medicine course.

Keywords: Veterinary Medicine. Blended learning. Hybrid learning. 3D printing. Biomodel.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	20
2.1	OBJETIVO GERAL.....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	MATERIAL E MÉTODO.....	20
4	RESULTADOS.....	26
4.1	MÓDULO I: INTRODUÇÃO À ANATOMIA VETERINÁRIA.....	26
4.1.1	História da Anatomia Veterinária.....	30
4.1.2	Glossário aplicado à Introdução à Anatomia Veterinária...	36
4.1.3	Impressão 3D para Introdução à Anatomia Veterinária.....	41
4.1.4	Introdução à Anatomia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	42
4.1.5	Introdução à Anatomia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	47
4.2	MÓDULO II: OSTEOLOGIA VETERINÁRIA.....	52
4.2.1	Glossário aplicado à Osteologia Veterinária.....	82
4.2.2	Impressão 3D para Osteologia Veterinária.....	85
4.2.3	Osteologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	87
4.2.4	Osteologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	91
4.3	MÓDULO III: ARTROLOGIA VETERINÁRIA.....	93
4.3.1	Glossário aplicado à Artrologia Veterinária.....	100
4.3.2	Impressão 3D para Artrologia Osteologia Veterinária.....	100
4.3.3	Artrologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	102

4.3.4	Artrologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	105
4.4	MÓDULO IV: MIOLOGIA VETERINÁRIA.....	107
4.4.1	Glossário aplicado à Miologia Veterinária.....	119
4.4.2	Miologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	121
4.4.3	Miologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	123
4.5	MÓDULO V: ESPLANCNOLOGIA VETERINÁRIA.....	126
4.5.1	Glossário aplicado à Esplancnologia Veterinária.....	154
4.5.2	Impressão 3D para Esplancnologia Veterinária.....	164
4.5.3	Esplancnologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	164
4.5.4	Esplancnologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	166
4.6	MÓDULO VI: ANGIOLOGIA VETERINÁRIA.....	167
4.6.1	Glossário aplicado à Angiologia Veterinária.....	178
4.6.2	Impressão 3D para Angiologia Veterinária.....	181
4.6.3	Angiologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	182
4.6.4	Angiologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	188
4.7	MÓDULO VII: NEUROANATOMIA VETERINÁRIA.....	192
4.7.1	Glossário aplicado à Neuroanatomia Veterinária.....	198
4.7.2	Impressão 3D para Neuroanatomia Veterinária.....	203
4.7.3	Neuroanatomia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	204
4.7.4	Neuroanatomia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	205
4.8	MÓDULO VIII: ESTESIOLOGIA VETERINÁRIA.....	206

4.8.1	Glossário aplicado à Estesiologia Veterinária.....	209
4.8.2	Impressão 3D para Estesiologia Veterinária.....	211
4.8.3	Estesiologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem.....	212
4.8.4	Estesiologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	214
4.9	MÓDULO IX: TEGUMENTO COMUM.....	215
4.9.1	Glossário aplicado ao estudo do tegumento comum.....	217
4.9.2	Estudo do tegumento comum aplicado ao Diagnóstico Dermatológico.....	218
4.9.3	Estudo do tegumento comum aplicado à Clínica Médica de Pequenos Animais.....	219
4.10	QUESTIONÁRIOS.....	221
5	DISCUSSÃO.....	222
5.1	BREVE ANÁLISE SOBRE AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS AO ENSINO DE MEDICINA VETERINÁRIA NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE ENFRENTAMENTO DA COVID-19.....	228
6	CONCLUSÃO.....	230
	REFERÊNCIAS.....	231
	APÊNDICE – ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE O TEMA.....	245
	ANEXO I – COMPARAÇÃO ENTRE AS IMAGENS TOMOGRÁFICAS EM FORMATO DICOM E AS PEÇAS SINTÉTICAS GERADAS A PARTIR DO FORMATO STL.....	274
	ANEXO II – VIDEOAULAS.....	278
	ANEXO III – QUESTIONÁRIOS.....	279

1 INTRODUÇÃO

A reforma curricular no Ensino de Medicina Veterinária provoca debates e divide opiniões, mas é, hoje, certamente experienciada pela maioria das universidades nacionais e estrangeiras. Se, por um lado, atualizar os conteúdos é preciso, por outro, as preocupações estão relacionadas à incerteza na qualidade formativa dos estudantes. No entanto, o que todos concordam é que são necessárias mudanças educacionais para que os recém-formados possam enfrentar a árdua transição da sala de aula para o mercado de trabalho. Ao mudar de um currículo centrado no professor para outro centrado no aluno, o foco deixa de ser o que é ensinado para ser o que realmente é aprendido durante a graduação. Nesse modelo, os estudantes adquirem maior autonomia por sua própria trajetória acadêmica (EYRE, 2001; RADOSTITS, 2003; HART; WOOD; WENG, 2005; PRASSE; HEIDER; MACCABE, 2007; JAARSMA et al., 2008; ILKIW et al., 2017).

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a graduação em Medicina Veterinária definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos para a formação de Médicos Veterinários, prevendo atividades práticas ao longo do curso, além de indicar que todas as ações pedagógicas devam ser pautadas nos conceitos de bem-estar animal, sustentabilidade ambiental, ética e saúde única. Hoje, as Instituições de Ensino Superior brasileiras podem introduzir a oferta de carga horária na modalidade de EaD na organização pedagógica e curricular de seus cursos de graduação presenciais, até o limite de 40% da carga horária total do curso (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019a; 2019b).

Em meio ao remodelamento do currículo, a Anatomia continua sendo a pedra angular do curso de Medicina Veterinária e, embora a carga horária de aulas práticas desta disciplina venha progressivamente sendo reduzida ao longo das últimas décadas, os conteúdos devem ser especialmente orientados para a prática clínica e cirúrgica. Tradicionalmente, a dissecação de cadáveres é o método de eleição para estudar a forma, a disposição e a estrutura dos tecidos e órgãos que compõem o corpo animal. Contudo, nos últimos anos, as práticas educacionais no Ensino Superior em Ciências Agrárias e da Saúde vêm sofrendo substantivamente tantas alterações que refletem em adequações ao cotidiano acadêmico, despertando a reflexão a respeito de como isso afetará o ensino de Anatomia (MACEDO et al., 2005; NAZ et al., 2011; DRAKE, 2014; SCOTT; MOXHAM; RUTHERFORD, 2014;

BARRY et al., 2016; CÁRDENAS-VALENZUELA, 2019).

São inegáveis as limitações ao uso de cadáveres devido à diminuição do tempo de aula, à escassez de corpo técnico treinado e à falta de recursos para o laboratório de Anatomia Macroscópica. Tal fato leva muitas universidades a abandonar as práticas baseadas em dissecação por serem caras e demoradas, tornando-se, então, favoráveis aos métodos alternativos ao ensino de Anatomia. Sem dúvida, a melhor maneira de ensinar Anatomia hoje é combinando vários recursos pedagógicos para complementar uns aos outros (ESTAI; BUNT, 2016).

É certo que o conceito dos “3Rs” foi o impulso inicial na comunidade acadêmica em relação ao conceito de “alternativas” para ensino. O primeiro “R” representa *replacement*, ou seja, a substituição de métodos de ensino que empregam corpos animais. O segundo “R” simboliza *reduction*, isto é, a redução do número de animais utilizados em aulas práticas, o que atualmente é possível com uma escolha correta das estratégias de ensino. E, finalmente, o terceiro “R” exprime *refinement*, a minimização de qualquer desconforto ou sofrimento aos animais utilizados para fins experimentais e didáticos (RUSSEL; BURCH, 1992).

Embora não existam tantos nem tão variados modelos sintéticos, manequins e simuladores disponíveis no mercado brasileiro para Medicina Veterinária, quando encontrados são de custo elevado e de origem estrangeira (PREECE et al., 2013; COSTA NETO; MARTINS FILHO, 2017). Ao mesmo tempo, novas estratégias de ensino, como a modelagem anatômica, podem contribuir para a produção de peças artesanais mais acessíveis (MENEZES; SERENO, 2020). Neste caso, o desafio é atender ao grau de detalhamento requerido pelos estudantes de graduação (MARTINS FILHO, 2010; LOZANO et al., 2017).

Outra alternativa é o emprego das técnicas de diagnóstico por imagem para a obtenção de imagens bi e tridimensionais para o ensino de Anatomia Animal (CROY; DOBSON, 2003; OZKADIF; EKEN, 2012; SWAMY; SEARLE, 2012).

Em relação à divulgação dos acervos de peças anatômicas na tentativa de ampliar a possibilidade de aprendizagem por um maior número de discentes, a integração das mídias sociais aos estudantes de graduação tem mudado as abordagens tradicionais de ensino bem como alterado a relação professor-aluno. O surgimento da chamada geração *YouTube*, ou geração conectada, pode oferecer novas possibilidades para o ensino de Anatomia Animal, engajando-a às plataformas digitais e compartilhando seus conhecimentos através da internet (BARRY et al.,

2016; MILLER; LEWIS, 2016).

Como os alunos de hoje pertencem a uma geração com acesso *online* e recebem informações por vários canais, as plataformas virtuais de ensino-aprendizagem auxiliam na obtenção de competências, habilidades e atitudes requeridas durante o curso, especialmente na área da Anatomia Macroscópica (VAN GINNEKEN; VANTHOURNOUT, 2005). O uso de plataformas interativas de aprendizado também demonstra ser bem sucedido para complementar o ensino de Anatomia Microscópica e Patológica (HARRIS et al., 2001, POSPISCHIL et al., 2007).

Nesse ínterim, o ensino à distância (EaD) extrapola os limites de tempo e espaço, ou seja, já não faz sentido pensar que professores e alunos devam obrigatoriamente estar no mesmo horário e no mesmo local para que o conhecimento seja construído. Diante de um contexto de diversidade e transformações sociais, há a urgência de reflexão sobre a concepção clássica de ensino-aprendizagem (BISCONCIM et al., 2018).

Os cursos à distância podem ser realizados utilizando diferentes técnicas de informação e comunicação, no entanto, é fato que a internet tem potencializado este tipo de educação com maior possibilidade de acessibilidade e inclusão. O EaD pode driblar obstáculos, permitindo o acesso acadêmico nas regiões mais longínquas e geograficamente isoladas do país ou mesmo em locais com falta de estrutura laboratorial, possibilitando certamente a educação continuada (GARCIA; CARVALHO JUNIOR, 2015).

O docente, ou tutor neste caso, possui a função de mediador e facilitador da aprendizagem, enquanto que o discente deve gerenciar seu próprio tempo de estudo, tendo bastante organização e autonomia nesta modalidade de ensino-aprendizagem (GARCIA; CARVALHO JUNIOR, 2015).

Entende-se esse fenômeno de convergência presencial-virtual como uma política pública do governo no atendimento às expectativas de ampliação da oferta do Ensino Superior no território brasileiro (TEIXEIRA; FERREIRA; MICHELS 2018).

Na Medicina Veterinária, é um imenso desafio tratar dessa temática, uma vez que as normas determinam que as disciplinas neste curso de graduação e seus conteúdos teórico-práticos devam ser ministrados exclusivamente sob a modalidade presencial (CFMV, 2016).

Assim, a presente pesquisa é de extrema relevância, pois é necessário

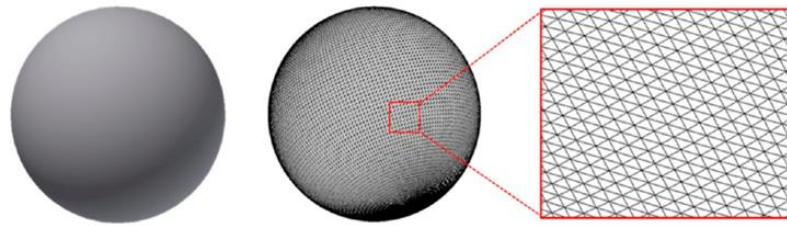
enfrentar a seguinte questão: como reduzir a carga horária de Anatomia sem perder a qualidade do ensino? Acredita-se que a solução não seja o corte de conteúdos, mas, sim, a reformulação do método de ensino. As plataformas educacionais podem funcionar como estratégias ativas de aprendizado no Ensino Superior, particularmente em Anatomia Animal, através do *blended learning*. O *b-learning* deriva do *e-learning*, sendo um método de ensino híbrido (semipresencial), ou seja, apoia-se tanto em tecnologia de informação e comunicação (TIC) como nas aulas presenciais para formar profissionais melhores e mais bem preparados. Os conteúdos virtuais podem ser aplicados em aula invertida (*flipped classroom*) que é uma modalidade do *b-learning*. Todavia, adverte-se aqui que as plataformas educacionais são alternativas complementares e, jamais, substitutivas à clássica dissecação de cadáveres (PLENDL et al., 2009; RYAN et al., 2009; BERNKOPF; FRANZ; BAUMGARTNER, 2010; JOHNSON et al., 2013).

É possível, pela aula invertida, ter maior tempo disponível para as atividades *hands on* quando o foco sai do conteúdo e passa a ser a aplicação do conhecimento na prática pelo estudante; no entanto, o presente trabalho espera colaborar com a excelência na capacitação do futuro profissional em Medicina Veterinária, objetivando responder às necessidades atuais, sem deixar de lado a compreensão de que a prática e o convívio universitário são insubstituíveis para a construção de profissionais empáticos e competentes.

Para tanto, a técnica anatômica de impressão 3D surge como uma dessas ferramentas; entretanto, ela ainda está em progresso na Medicina Veterinária, especialmente para aplicações educacionais dentro dos laboratórios de Anatomia Animal (HESPEL; WILHITE; HUDSON, 2014; REIS et al., 2017).

A concepção de impressão 3D, também conhecida como fabricação aditiva ou prototipagem rápida, foi desenvolvida por Charles Hull, em 1984, utilizando a estereolitografia (Figura 1) como técnica precursora (GROSS et al., 2014).

Figura 1 – Representação gráfica das informações em um arquivo *stl*



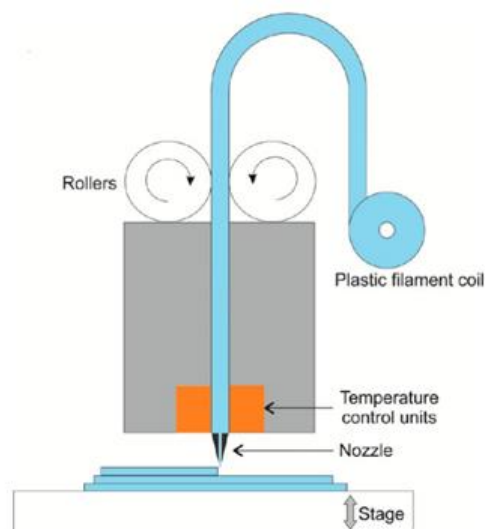
Fonte: Gross et al. (2014).

À esquerda: objeto criado em um *software* de projetos 3D auxiliados por computador. Ao centro: objeto salvo como um arquivo *stl*. À direita: detalhes gráficos exibidos no arquivo *stl*. – superfície triangulada, de acordo com coordenadas espaciais dos vértices do triângulo, sendo essa informação transmitida à impressora 3D.

A biomodelagem, isto é, a reprodução das características morfológicas de uma estrutura anatômica em uma peça sintética, envolve a etapa virtual e a etapa física (prototipagem). Na primeira etapa, cria-se um modelo digital através de *softwares* específicos; já na segunda etapa, um modelo anatômico físico é gerado mediante uma impressora 3D (GRANDE NETO et al., 2016; GUERRA NETO, 2018).

Um modo para a produção de biomodelos tridimensionais é a modelagem por deposição fundida (FDM), desenvolvida em 1989, por Scott Crump (Figura 2). Trata-se da criação de uma peça anatômica 3D por extrusão de materiais termoplásticos que são depositados em sucessivas camadas sobre uma bandeja de impressão. Os filamentos termoplásticos são movidos por dois rolamentos até a ponta do bico extrusor, onde são aquecidos (GROSS et al., 2014).

Figura 2 – Esquema de uma impressora 3D por FDM



Fonte: Gross et al. (2014).

Nota-se que o filamento plástico é dirigido para um bico de aquecimento, onde é transformado a um estado semifundido. O biomodelo pode ser impresso pela deposição de camada após camada do filamento; a mesa é ajustada (abaixada) e, sucessivamente, outra camada semifundida pode ser impressa.

Para o ensino de Anatomia Veterinária, os biomodelos demonstram-se vantajosos, pois permitem que os docentes disponibilizem mais facilmente amostras de diversas espécies animais (inclusive daquelas em risco de extinção) e em maior quantidade nas aulas de morfologia comparativa (THOMAS et al., 2016). Por serem produzidas a partir de material termoplástico, podem ser manuseadas em casa, sala de aula convencional ou até biblioteca, uma vez que sua utilização como material didático não fica restrita ao ambiente laboratorial (WEN, 2016).

Também, tais peças sintéticas são alternativas ao uso de produtos químicos como o formol necessário para a fixação das peças orgânicas (MCMENEMIN et al., 2014). Assim, mostraram muitas vezes ser economicamente viáveis em relação à obtenção, ao preparo e à conservação de peças anatômicas originais de cadáveres (CHEN et al., 2017).

Ainda, a impressão 3D também pode ser utilizada para o planejamento de cirurgias veterinárias, possibilitando a simulação de técnicas cirúrgicas particularizadas. Isso certamente facilita uma abordagem individualizada de atendimento ao paciente, permitindo o desenvolvimento de planos de procedimentos cirúrgicos específicos através da prévia impressão da região anatômica a ser operada. Assim, imprimir um modelo tangível da anatomia do paciente, a fim de ser estudado antes da cirurgia, serve para melhor treinar Médicos Veterinários em comparação a somente analisar os exames de diagnóstico por imagem visualizados em tela plana (GROSS et al., 2014).

No Brasil, os modelos sintéticos 3D e seus arquivos digitais já têm sido aplicados como uma técnica complementar para o estudo anatômico do esqueleto hígido canino e equino (REIS et al., 2017). Também, modelos anatomopatológicos 3D representando afecções ortopédicas já foram empregados como material didático no ensino de Anatomia Animal Aplicada. Exemplos são as peças sintéticas de luxação patelar canina, visto a necessidade de representar os diferentes graus de severidade do deslocamento da patela durante as aulas práticas, e os modelos anatômicos sintéticos 3D de fratura mandibular (CARVALHO et al., 2019; LIMA et al., 2019).

Diante disso, a impressão 3D pode ser uma ferramenta útil no ensino aplicado à clínica e à cirurgia veterinária, apresentando grande potencial ao fornecer uma fonte de materiais didáticos de boa qualidade e em quantidade suficiente. No entanto, poucos estudos foram desenvolvidos para validar esta técnica anatômica na

relação ensino-aprendizagem dos acadêmicos de Medicina Veterinária e, por isso, o presente trabalho objetivou associá-la à plataforma educacional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto teve como objetivo desenvolver conteúdos didáticos para o ambiente virtual como método complementar ao processo de ensino-aprendizagem na Medicina Veterinária.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Elaborar conteúdos didáticos, descrevendo as estruturas anatômicas dos cães (*Canis lupus familiaris*), segundo a *Nomina Anatomica Veterinaria*, e estabelecendo correlação entre a forma e a função dos diferentes sistemas do corpo animal;
- ii. Possibilitar a multidisciplinaridade conectando áreas básicas como a Anatomia Descritiva a áreas profissionalizantes como a Clínica Médica e Cirúrgica de Pequenos Animais;
- iii. Produzir biomodelos a serem utilizados como material didático para ensino-aprendizagem de Anatomia Animal visto a possibilidade de o estudante reproduzir as peças anatômicas em polímero plástico onde quer que ele esteja localizado, desde que haja acesso a uma impressora 3D.

3 MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi desenvolvido na Universidade de São Paulo (USP), registrado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), uma Comissão Assessora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade de São Paulo (USP), sob o protocolo n. 7319120319.

A revisão integrativa de literatura para a elaboração do referencial teórico teve início com a seleção de artigos científicos relacionados ao Ensino Superior de Medicina Veterinária, em especial àqueles que abordavam a disciplina de Anatomia Animal. Pesquisou-se a respeito das estratégias ativas de ensino, incluindo a

virtualização da sala de aula. Incluíram-se, aqui, livros de referência na área e trabalhos publicados em canais formais de comunicação científica relacionados com a impressão 3D.

Os conteúdos didáticos foram eleitos baseando-se na sexta (e atual) edição da *Nomina Anatomica Veterinaria*. Estes se encontram hospedados no *Google Classroom*, dentro da plataforma *G Suite*, que oferece, ao total, nove módulos (Figura 3).

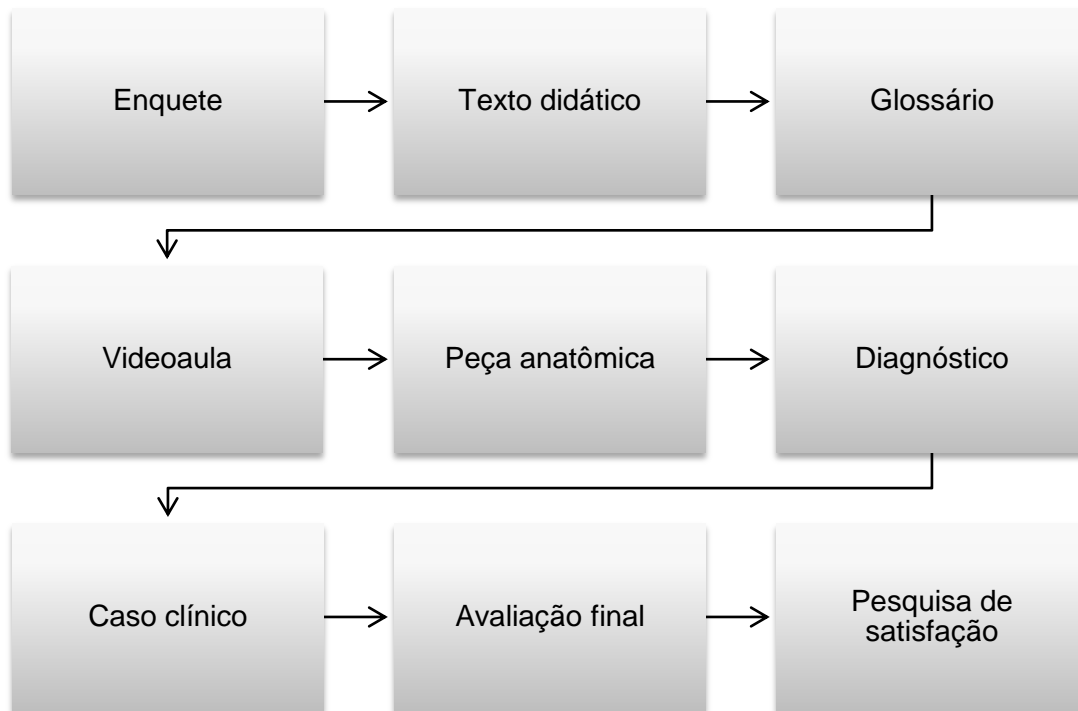
Figura 3 – Quadro de estruturação dos módulos oferecidos na plataforma de ensino em Anatomia Animal

I.	Introdução à Anatomia Veterinária	✓ Aparelho digestório
II.	Osteologia	✓ Aparelho respiratório
	✓ Tronco	✓ Aparelho urogenital
	✓ Cabeça	✓ Peritônio
	✓ Membro torácico	✓ Glândulas endócrinas
	✓ Membro pélvico	VI. Angiologia
III.	Artrologia	✓ Pericárdio
	✓ Tronco	✓ Coração
	✓ Cabeça	✓ Artérias
	✓ Membro torácico	✓ Veias
	✓ Membro pélvico	✓ Sistema linfático
IV.	Miologia	VII. Sistema nervoso
	✓ Tronco	✓ Sistema nervoso central
	✓ Cabeça	✓ Sistema nervoso periférico
	✓ Membro torácico	✓ Sistema nervoso autônomo
	✓ Membro pélvico	VIII. Estesiologia
V.	Esplancnologia	IX. Tegumento comum

Fonte: Massari (2019).

Cada módulo, por sua vez, compreende nove passos para o percurso formativo (Figura 4).

Figura 4 – Fluxograma para ensino-aprendizagem virtual de Anatomia Animal



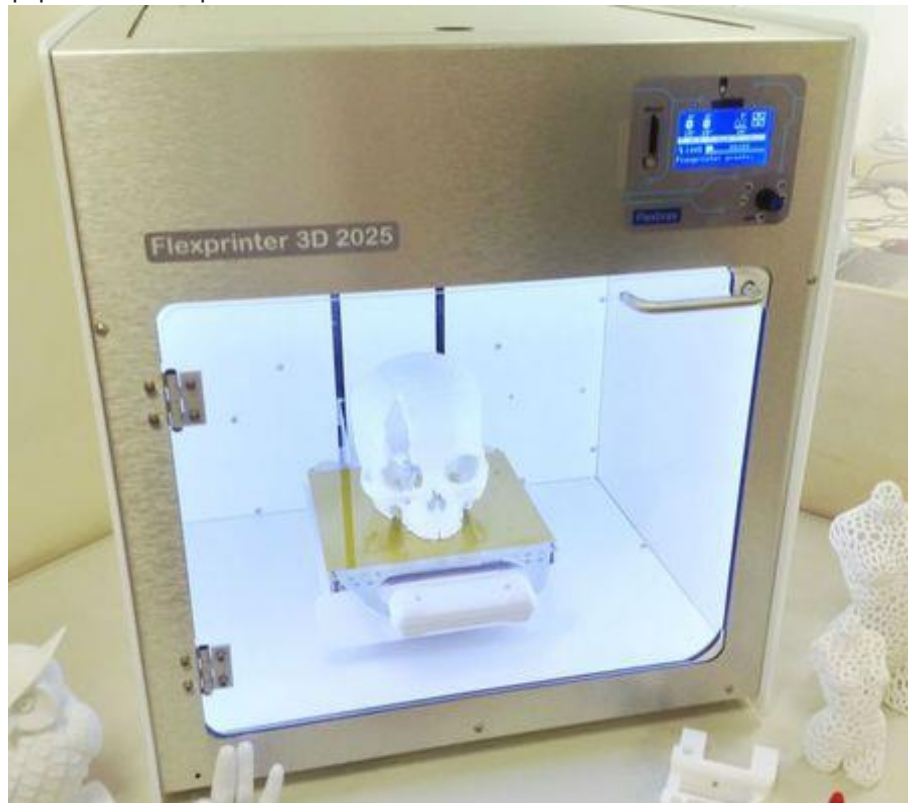
Fonte: Massari (2019).

Para a produção de conteúdo didático, utilizou-se câmera iPhone® para fotografar as peças anatômicas originais e laptop Dell® para gravação de videoaulas. Para a edição dos vídeos, foram utilizados os programas de edição Filmora® e iMove®.

Para a produção dos biomodelos, foi realizada uma parceria com a empresa FlexBras, fabricante da impressora Flexprinter 2025® (Figura 5), localizada dentro do Parque Tecnológico de Sorocaba/SP. Este modelo de impressora 3D apresenta as seguintes especificações: compatibilidade com materiais ABS, PLA, CPE, HIPS, PE, PC e PS; diâmetro do filamento: 1,75 mm; volume de impressão de 10 litros; largura da impressão (eixo X): 20 cm; profundidade da impressão (eixo Y): 20 cm; altura da impressão (eixo Z): 25 cm; precisão de posicionamento (X e Y): 0,00625 mm; precisão de posicionamento (Z): 0,0013 mm; quantidade de materiais simultâneos: 2 (permite duas cores ou materiais diferentes na impressão); resolução de impressão: 4064 x 4064 dpi; display: gráfico de 128x64 pixels; linguagem do menu: português Brasil; comunicação: USB ou cartão SD no painel frontal; tipo de filamento: diâmetro de 1,75 mm sem chip; diâmetro do bico: 0,4 mm; resolução da camada: super 0,040 mm (40 microns), alta 0,100 mm (100 microns), normal 0,150 mm (150 microns), rápida 0,200 mm (200 microns) ou super rápida 0,300 mm (300 microns); autocalibração da bandeja presente com 16 pontos. Externamente, ela possui as

seguintes medidas: largura de 59 cm, altura de 58 cm, profundidade de 64 cm. Funciona em alimentação elétrica 110 Vac - 220 Vac 360 Watts e a temperatura do bico extrusor chega até 300°C.

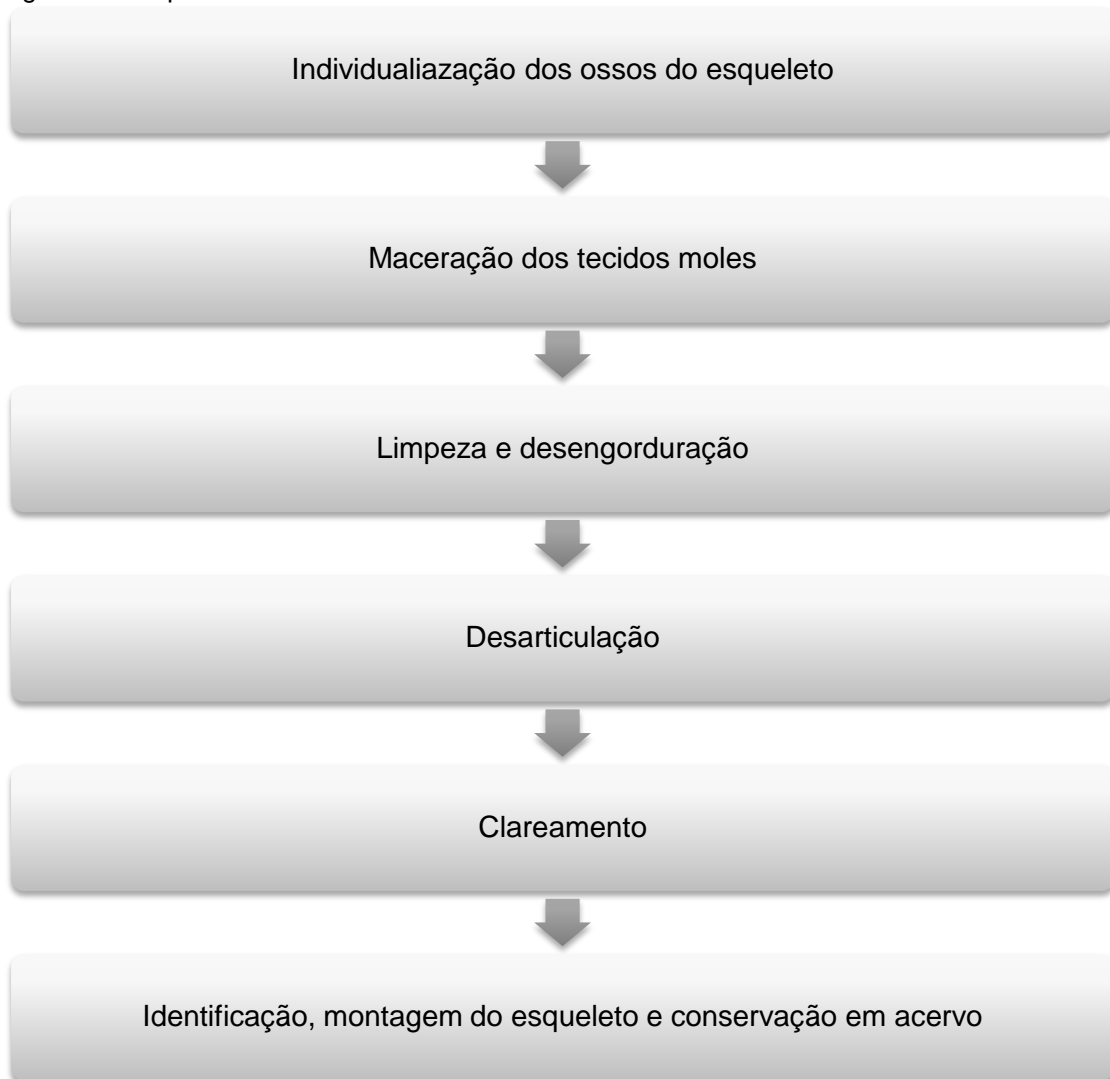
Figura 5 – Equipamento Flexprinter 3D 2025[®]



Fonte: Massari (2019).

Para a produção dos biomodelos de ossos da espécie canina, as peças anatômicas originais foram preparadas mediante osteotécnica tradicional (Figura 6). Os ossos foram obtidos legalmente através da doação de corpos pelo tutor responsável, logo após óbito hospitalar acompanhando por atendimento Médico Veterinário. Atualmente, tais ossos fazem parte do acervo de peças anatômicas do Museu de Anatomia Veterinária (MAV) da Universidade de São Paulo (USP) e do Laboratório de Anatomia Veterinária da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) no *campus* Memorial.

Figura 6 – Etapas da osteotécnica tradicional



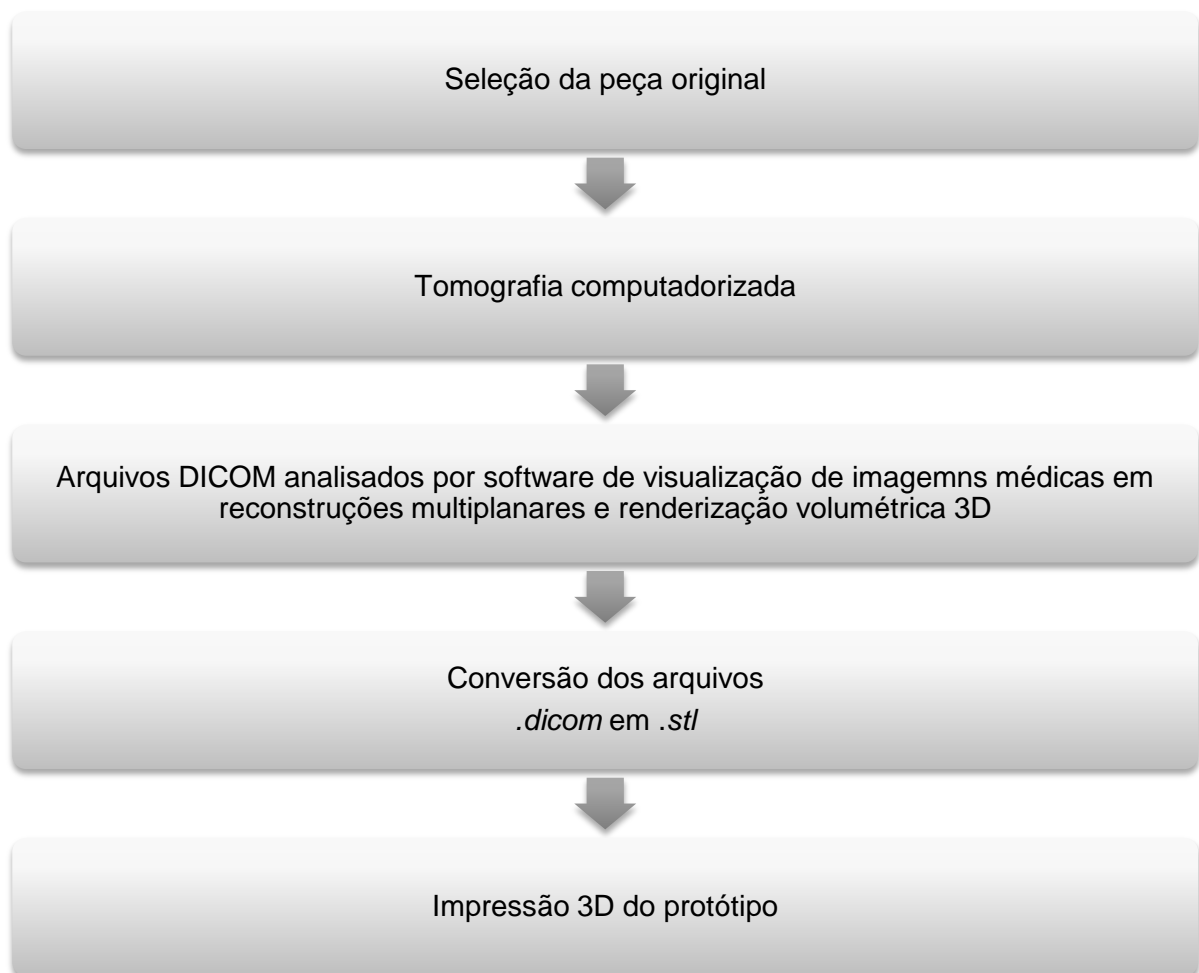
Fonte: Massari (2019).

Já para a digitalização das peças através da tomografia computadorizada (TC), contou-se com a colaboração do Serviço de Diagnóstico por Imagem junto ao Hospital Veterinário (HOVET) e do Serviço de Imaginologia junto ao Hospital Universitário (HU) da Universidade de São Paulo.

Após emprestar as peças originais do acervo, foi possível realizar o estudo dos ossos *in situ* que compõem cada região topográfica e o exame de TC. Então, as imagens tomográficas foram geradas em formato DICOM (*digital imaging and communications in medicine*), necessitando para análise dos arquivos os softwares Radiant DICOM Viewer® e Osirix DICOM Viewer®, quais permitiram a visualização das imagens médicas comparando diferentes sequências de reconstruções multiplanares em planos ortogonais (transversal, sagital e dorsal) e renderização volumétrica 3D. Em seguida, houve a conversão do arquivo *dicom* para o formato *stl*

por meio do *software* InVesalius® para a criação dos protótipos dos ossos. Finalmente, foi possível imprimir os protótipos ósseos através da impressora 3D Flexprinter® 2025, de acordo com as seguintes especificações: espessura da camada 0,2 mm, espessura da parede 1,2 mm, preenchimento de 20%, cor marfim, material ABS (acrilonitrila butadieno estireno, $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$, uma resina sintética termoplástica para moldagem e adição de pigmentos) (Figura 7). Assim, foram produzidos biomodelos físicos em escala 1:1 com a impressora 3D FDM (*fused deposition modeling*) para produzir os ossos sintéticos em alta precisão com auxílio do *software* Cura®.

Figura 7 – Etapas da osteotécnica por prototipagem rápida e impressão 3D de ossos sintéticos



Fonte: Massari (2019).

Já para a produção das demais peças anatômicas, realizou-se a prototipagem digital auxiliada por computador através dos *softwares* AutoCAD® e Blender®. Posteriormente, o arquivo foi impresso na referida impressora 3D da FlexBras utilizando-se filamentos ABS coloridos.

4 RESULTADOS

4.1 MÓDULO I: INTRODUÇÃO À ANATOMIA VETERINÁRIA¹

A Anatomia é definida como o ramo do conhecimento que trata da forma, da disposição e da estrutura dos tecidos e órgãos que formam o corpo. Historicamente, a dissecação de cadáveres, através do uso do bisturi, é o método tradicional utilizado para estudar Anatomia. No entanto, hoje os anatomistas empregam várias outras técnicas anatômicas para complementar o conhecimento nessa área.

O objetivo da Anatomia é estudar conjuntamente o complexo forma-função, sendo a forma considerada a imagem plástica da função, ou seja, a forma é nada mais que um momento fixado da função.

Segundo o método de observação, a Anatomia divide-se em macroscópica, ou seja, aquela que estuda as estruturas anatômicas observáveis a olho nu, mesoscópica, que necessita de aparelhos para aumentar as dimensões das estruturas a fim de observação de forma tridimensional, e microscópica, ou seja, aquela que estuda estruturas a uma escala tão reduzida que necessita do auxílio de microscópios de luz ou óptico e eletrônico.

Para descrever macroscopicamente as estruturas do corpo animal com clareza e exatidão, utiliza-se uma linguagem anatômica própria, ou seja, um vocabulário internacionalmente aceito, a *Nomina Anatomica Veterinaria* (NAV). Até 1895, não havia consenso geral sobre a nomenclatura da anatomia humana ou veterinária. Cada nação tinha seu próprio sistema de terminologia, ou seja, muitas estruturas tinham nomes diferentes em diferentes países. A NAV é revisada periodicamente, sendo a sexta edição a última publicação do *International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature*. A nomenclatura estabelecida pela NAV leva em consideração somente as espécies de mamíferos domésticos e segue os seguintes princípios apresentados na Figura 8.

¹ Cf.: Ruffini (1925), Getty et al. (1986), Meneses (2007), Colville e Bassert (2010), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), NAV (1017), Brochado (2018), Massari et al. (2018), Singh (2019).

Figura 8 – Quadro de fundamentos da terminologia para Anatomia Veterinária

I.	Cada conceito anatômico deve ser designado por um termo único, ou seja, essa linguagem deve ser precisa e sem ambiguidades.
II.	Cada termo consta em latim na lista oficial; no entanto, os anatomistas de cada país são livres para traduzir os termos latinos oficiais para sua própria língua, aproximando-os aos equivalentes vernaculares.
III.	Cada termo deve ser o mais sucinto e simples possível.
IV.	Os termos devem ser fáceis de lembrar e devem ter, acima de tudo, tanto valor instrutivo como descritivo.
V.	As estruturas que estão topograficamente relacionadas devem ter nomes semelhantes; por exemplo: artéria femoral, veia femoral e nervo femoral.
VI.	Os diferentes adjetivos geralmente devem indicar oposição; por exemplo: maior <i>versus</i> menor, superficial <i>versus</i> profundo.
VII.	Os termos derivados de nomes próprios, ou seja, os epônimos, devem ser evitados.

Fonte: Massari (2019).

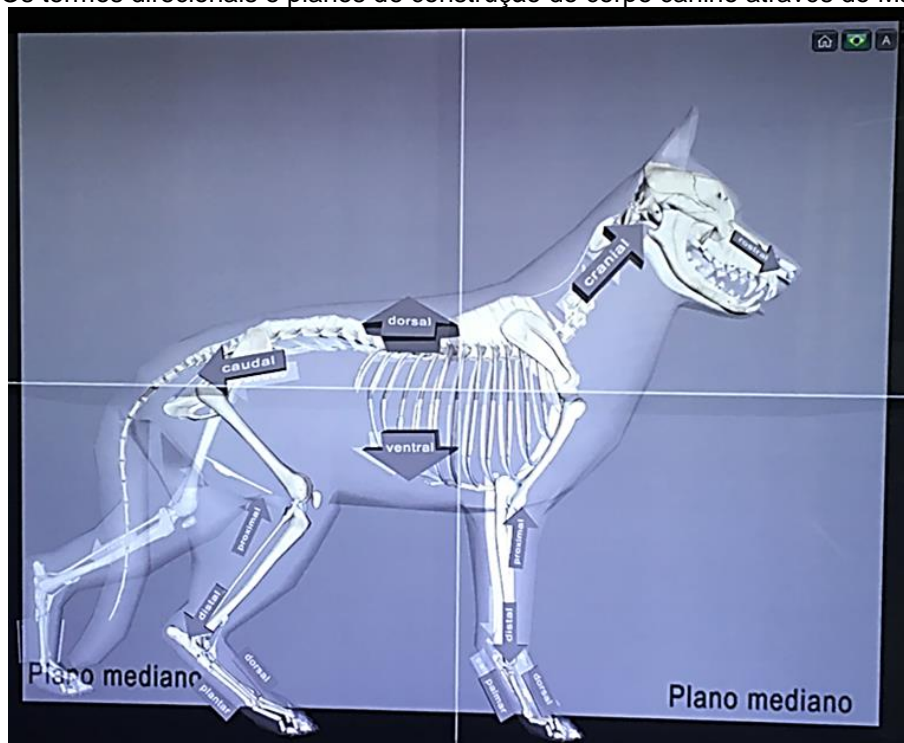
Ao usar a terminologia correta na Medicina Veterinária, é preciso ter em mente a posição anatômica padrão de um animal doméstico, ou seja, para um quadrúpede é sempre aquela postura em que o animal se encontra em estação (em pé) e alerta (não anestesiado). Os termos anatômicos devem ter o mesmo significado, independentemente da orientação do corpo do animal ou mesmo do ponto de vista em que o observador se encontra. A Figura 9 mostra os termos de direção para o estudo da Anatomia Veterinária enquanto a Figura 10 mostra o uso da mesa ou lousa digital para melhor compreensão dessa terminologia.

Figura 9 – Quadro de termos de direção para Anatomia Veterinária

Dorsal: em região das costas (dorso). Ventral: em região do ventre.
Cranial: em direção ao crânio. Caudal: em direção à cauda. Na cabeça, Rostral: em direção ao rostro.
Medial: em direção ao plano mediano. Lateral: em direção aos lados.
Nos membros, Proximal: em direção à junção com o corpo; Distal: distante do corpo. Na parte proximal do membro (limite proximal do carpo/tarso), Cranial e Caudal. Na parte distal do membro, Dorsal e Palmar/Plantar. Nos dedos, Axial (próximo ao eixo do dedo central) e Abaxial.
Externo e Interno. Superficial e Profundo.

Fonte: Massari (2019).

Figura 10 – Os termos direcionais e planos de construção do corpo canino através do MaxPad®



Fonte: Massari (2019).

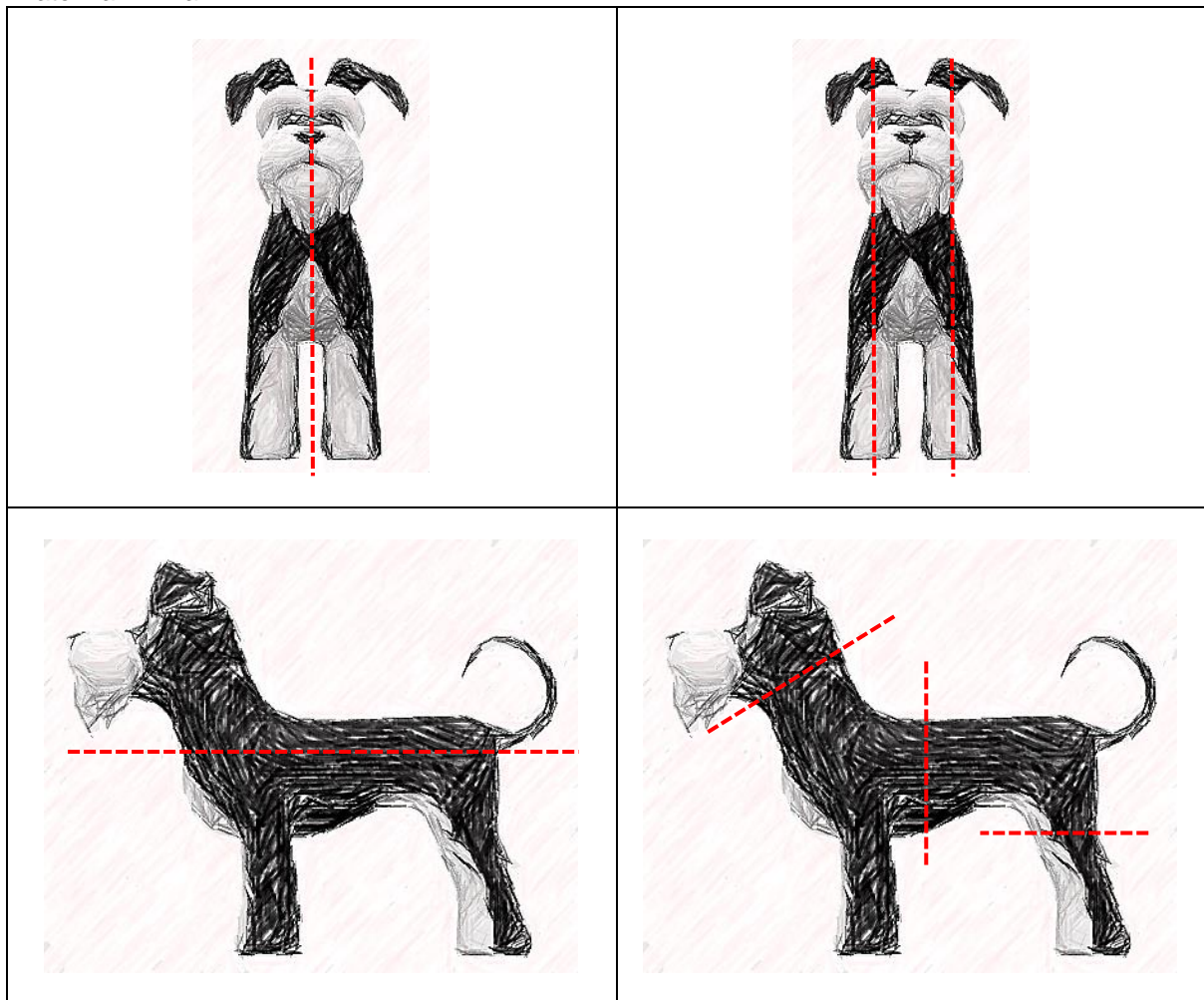
Já para fazer referência a um corte ou uma secção do corpo animal, emprega-se o uso de quatro planos anatômicos de referência, conforme mostrado na Figura 11. Trata-se de, simplesmente, cortes imaginários para facilitar o estudo da anatomia (Figura 12).

Figura 11 – Quadro de planos anatômicos de construção do corpo animal

Plano Sagital Mediano: divide o corpo em antímeros (direito e esquerdo).
Planos Sagitais Paramedianos: são paralelos ao plano mediano.
Plano Horizontal: divide o corpo em dois paquímeros (dorsal e ventral).
Plano Transversal: secciona o tronco, a cabeça ou os membros de maneira perpendicular ao seu próprio eixo longitudinal (porções cranial e caudal). Planos paralelos a este, dividem o corpo em metâmeros.

Fonte: Massari (2019).

Figura 12 – Desenhos esquemáticos dos planos de construção do corpo de canino para estudo de Anatomia Animal



Fonte: Massari (2019).

Entender a estrutura e a arquitetura do corpo é a base para o conhecimento médico veterinário e o desenvolvimento científico, portanto estudar a constituição anatômica dos animais é essencial para o ensino e a pesquisa na Medicina Veterinária. Para isso, existem diversas técnicas anatômicas que são utilizadas para manter as peças anatômicas preservadas para estudo. Estas são: fixação (formolização) e conservação de cadáveres para dissecação, glicerinação, osteotécnicas, angiotécnicas, taxidermia, esplancnotécnicas, neurotécnicas, diafanização, plastinação, uso de *fresh frozen cadaver*, modelagem, impressão 3D, dissecação virtual, etc.

4.1.1 História da Anatomia Veterinária²

O fascínio do ser humano pela Anatomia iniciou ainda no período pré-histórico pela curiosidade de observar e examinar seu próprio corpo: notou-se que havia partes mais consistentes e outras mais macias.

Após o surgimento da escrita, os primeiros anatomistas foram os egípcios com suas técnicas de mumificação. Depois, vieram os mesopotâmicos. Na Idade Antiga, ervas naturais, óleo de cedro, resinas derivadas de árvores e gomas eram utilizadas para preservação do cadáver humano com objetivos religiosos, além da evisceração do cadáver, do aquecimento do corpo com mercúrio e da imersão do mesmo em mel.

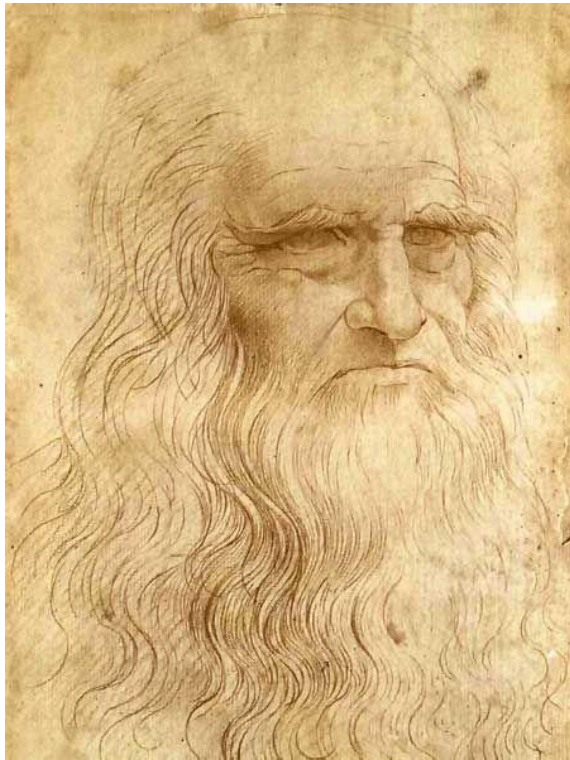
A importância do médico que cuidava dos animais já era citada no *Código de Hamurabi*, que relatava o emprego de cavalos como um importante meio de transporte, guerra e escambo.

No século III a.C., o estudo da Anatomia avançou consideravelmente em Alexandria com Herófilo e Erasítrato. Também um famoso médico grego de Crotona, Acméon, fez as primeiras dissecações do corpo humano. No século V a.C., Aristóteles realizou muitas dissecações em animais. No século II d.C., Cláudio Galeno dissecou porcos, macacos e outros animais, cometendo erros inevitáveis ao transpor seus achados aos cadáveres humanos. A partir, então, do ano 150 a.C., com o surgimento da Igreja Católica, a dissecação humana foi proibida por motivos religiosos.

Na Idade Média, o estudo de anatomia foi aprofundado pelos clérigos, ficando restrito ao interior de algumas catedrais (daí o termo “estudo catedrático”). Mais ao final desses tempos, ladrões de túmulos invadiam os cemitérios, descobriam a localização da sepultura por espões que se infiltravam durante os enterros, cavavam perto de um corpo que havia sido enterrado há pouco tempo até conseguir abrir a parte do caixão onde ficava a cabeça e alçar o cadáver humano para fora do jazigo a fim de levá-lo para estudo nos ateliês-escolas de Anatomia. No Renascimento, grandes pintores aproximaram a Anatomia da Arte como Leonardo Da Vinci (Figuras 13 e 14), Rafael e Michelângelo.

² Cf.: Keele (1964), Di Dio (1998), Eknoyan (1989, 2000), Del Priore (1994), Dunn (1997), Jose (2001), Abreu (2007), Ortale (2012), Silva (2014), Janeiro e Pechula (2016), Nunes e Pechliye (2016).

Figura 13 – Autorretrato de Leonardo Da Vinci



Fonte: Pinterest (2019).

Figura 14 – Estudos de cavalo (à esquerda) e cavaleiro (à direita) desenhados por Leonardo da Vinci



Fonte: Pinterest (2019).

Já nos séculos XVI e XVII, no Reino Unido, as escolas de anatomia utilizavam em suas aulas corpos de criminosos condenados à forca. A dissecação era vista como punição adicional e a esses criminosos era negado até mesmo qualquer funeral religioso.

Em 1553, Andreas Vesalius publicou sua obra intitulada *De humani corporis fabrica*. Considerado, então, o “pai da Anatomia Moderna”, ele fez exímias dissecações do corpo humano, corrigindo muitos erros descritivos apontados pelos anatomistas anteriores.

A pesquisa sobre a história da Anatomia nem sempre foi tão atrativa aos historiadores. A história do corpo e a inscrição deste objeto de estudos no universo de pesquisas acadêmicas devem-se muito ao advento da Nova História. Essa corrente historiográfica é caracterizada por migrar do estudo de uma gama de eventos acontecidos a personagens famosos designados por nomes próprios a eventos mais amplos ocorridos na vida de autores anônimos a longo prazo. À medida que a então Nova História tornou-se mais científica, a história do corpo ganhou o interesse de muitos pesquisadores.

Assim, um dos enfoques privilegiados pela historiografia nas últimas décadas tem sido o relato das questões relacionadas à construção do conhecimento médico, desde o início das descobertas sobre o corpo que engloba historicamente alguns erros, tanto de conceito como de técnica anatômica, como os princípios da reforma do ensino de Anatomia vivenciado nas instituições de Ensino Superior atualmente.

É certo que a Anatomia, como ciência da dissecação, nem sempre existiu da forma como é estudada nos dias de hoje. A evolução desse ramo da educação médica culmina com vastas mudanças de prioridades científicas, eventos históricos, mudanças culturais e sociais ao longo dos séculos. Portanto, a história da Anatomia é um reflexo dessas mudanças: se no início as observações obtidas pelas dissecações em animais eram simplesmente extrapoladas para o corpo humano, agora a aprendizagem em Anatomia se faz com o auxílio de inúmeras técnicas de diagnóstico por imagem.

Acredita-se que quando se pensa, então, em História da Ciência como uma importante ferramenta didática, consegue-se romper com o caráter muitas vezes fragmentado e descontextualizado do ensino das estruturas anatômicas através da simples memorização de termos.

Não obstante, a partir da inspeção do corpo, sobretudo a datar do século XVI,

foram publicadas pranchas, tratados e demais estudos sobre Anatomia, muitos desses através de produções artístico-científicas que aproximaram a ciência com a arte.

E, assim, o conhecimento em Medicina Veterinária está em permanente evolução. A história da Anatomia Animal está inacabada e felizmente, sendo desenvolvimento no dia a dia dos estudantes e orientadores do Programa de Pós-Graduação de Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, capazes de propor ideias originais e de utilizar novas técnicas que contribuam para a solução dos problemas inerentes aos grandes desafios da ciência contemporânea.

Hoje, a impressão 3D de biomodelos é uma técnica inovadora na Medicina Veterinária. Para o desenvolvimento desta técnica, realizou-se convênio com a empresa FlexBras, localizada dentro do Parque Tecnológico de Sorocaba (Figura 15), construtora de impressoras 3D (Figura 16).

O Parque Tecnológico de Sorocaba tem como objetivo disseminar a cultura da inovação e empreendedorismo para o desenvolvimento sustentável, no Município de Sorocaba e região, por meio da articulação entre o poder público, as IES (Instituições de Ensino Superior) e o setor empresarial de indústrias, acelerando a transformação do conhecimento em riqueza. O parque é um espaço para que empresas, universidades e institutos instalem laboratórios de pesquisa para desenvolverem novos produtos ou serviços, gerando melhorias na qualidade de vida da população.

Figura 15 – Parque Tecnológico de Sorocaba



Fonte: Massari (2019).

Figura 16 – Impressora FlexPrinter 3D 2025



Fonte: Massari (2019).

Com tudo isso, os desafios científicos e as atividades inseridas na plataforma, mesclam-se com os objetivos voltados para a Educação Superior, à popularização da ciência e à sua divulgação, com conseqüente transferência dos conhecimentos adquiridos na Universidade de São Paulo (Figura 17) para a sociedade.

Figura 17 – Prédio dos laboratórios de pesquisa em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres do Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP



Fonte: Massari (2019).

Como parte desta proposta acadêmica, o Museu de Anatomia Veterinária Prof. Dr. Plínio Pinto e Silva, órgão de integração da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, tem como missão o desenvolvimento de atividades de pesquisa, ensino e extensão de serviços à comunidade nas áreas de Biologia (especialidade de Morfologia) e Medicina Veterinária (subárea de Anatomia Animal) (Figura 18).

Figura 18 – Museu de Anatomia Veterinária (MAV) Prof. Dr. Plínio Pinto e Silva



Fonte: Massari (2019).

4.1.2 Glossário aplicado à Introdução de Anatomia Veterinária³

A etimologia é a parte da gramática que estuda a origem dos termos. Para se familiarizar com as palavras rotineiramente usadas para Anatomia, é importante compreender o significado do vocabulário próprio da Medicina Veterinária, através da análise dos elementos que o constitui. A Anatomia Macroscópica, assim como outras áreas das Ciências Veterinárias, como a Histologia e a Embriologia Animal, possui uma linguagem própria. Muitas de suas palavras derivam de línguas antigas como o grego e o latim. Nota-se que, para normatizar esses nomes, foi criada uma terminologia baseando-se principalmente no latim. A *Nomina Anatomica Veterinaria* é usada para Anatomia Macroscópica, sua sexta edição foi elaborada pelo *International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature*. Já a *Nomina Histologica Veterinaria*, é usada para Anatomia Microscópica e, em sua quinta edição, foi preparada pelo *International Committee on Veterinary Histological Nomenclature*. Por fim, a *Nomina Embryologica Veterinaria* é usada para Anatomia do desenvolvimento animal e, em sua segunda edição, foi desenvolvida pelo *International Committee on Veterinary Embryological Nomenclature*.

Anatomia – do grego, *anatemnein*; *ana* = em partes; *temnein* = cortar. Literalmente, significa “cortar em partes” ou dissecar, ou seja, separar ou isolar as estruturas das várias regiões do corpo para estudo.

Angiotécnicas – Técnicas anatômicas que se aplicam para estudar coração, artérias, veias, vasos linfáticos e vias excretoras. Conhecidas como técnicas de repleção e corrosão. Consistem na injeção intravenosa da peça cadavérica de resina sintética como látex ou vinilite (acetato de vinil ou resina vinílica) e posterior corrosão da peça anatômica por ácido clorídrico (HCl), assim permanecendo apenas o material plástico injetado no percurso do vaso.

Diafanização – Técnica anatômica que serve para estudar o esqueleto e tecidos de animais bem pequenos, como peixes, anfíbios e pequenos roedores. Diáfano: que permite a passagem de luz, transparência de uma peça. Compreende a fixação, a coloração, o clareamento e a conservação da pequenina peça anatômica. É bastante utilizada para preparação de peças de feto, uma vez que a coloração dos ossos ou de pontos de ossificação contendo sais de cálcio possui afinidade pela

³ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

alizarina (substância corante sintética).

Desidratação – É um processo físico-químico que implica em perda de água da peça anatômica. Objetiva reduzir populações de micro-organismos decompositores através da aplicação de sal (cloreto de sódio) ou pela criodesidratação (congelamento e descongelamento por 20X em freezer (a 20°C negativos); logo após, deve-se aplicar uma camada de terebintina na peça seca e as vísceras podem ser preenchidas com espuma expansiva para manter a forma do órgão.

Dissecação – É o ato de dissecar; consiste na abertura e separação de partes anatômicas ou dissecação. Para isto, utiliza-se instrumental cirúrgico como cabo de bisturi, lâminas de bisturi, pinça anatômica com dente de rato, pinça anatômica com serrilha e tesoura cirúrgica.

Dissecação virtual – É o estudo através da virtualização, ou seja, em mesa de anatomia digital para uso em Medicina Veterinária, onde é possível identificar, explorar, selecionar e deletar órgãos projetados por *software* específico. Possibilita estudar diversas espécies e ainda associar, de maneira transdisciplinar, a Anatomia ao Diagnóstico por Imagem.

Epônimo – É o uso do nome de pessoas, geralmente o anatomista descobridor, para designar certa estrutura anatômica.

Esplancnotécnicas – *Esplanco* = vísceras; estas técnicas servem para estudar órgãos dos sistemas digestório, respiratório, geniturinário e endócrino. Para o sistema respiratório, aplica-se a técnica de injeção de resina acrílica na árvore brônquica; enquanto para o sistema digestório é possível fazer a preparação das vísceras secas através da inflação com ar de esôfago, intestinos delgado e grosso. Também se presta para estudo da angioarquitetura de órgãos como estômago, baço, fígado, rins, pâncreas e ductos pancreáticos.

Fixação e conservação de cadáveres para dissecação – Primeiramente, deve-se verificar a origem do cadáver doado, o diagnóstico de sua *causa mortis* e a aprovação em Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) antes de se iniciar qualquer fixação.

A fixação objetiva evitar a decomposição do cadáver, ou seja, interromper o metabolismo celular, cessar qualquer reação bioquímica, desnaturar biomoléculas intrínsecas – particularmente enzimas proteolíticas (que digeririam a amostra) e proteger a amostra de dano extrínseco (contra micro-organismos oportunistas). Quando se alteram as células ou os tecidos em nível molecular, aumenta-se sua

resistência mecânica ou estabilidade; a rigidez ajuda a preservar a forma e a estrutura de uma amostra que pode ser processada para análises posteriores. Geralmente, utiliza-se formaldeído, glicerina, álcool etílico (96° GL) ou fenol.

Já a conservação, objetiva manter a peça anatômica fixada em bom estado; serve para armazenar as peças anatômicas durante o período letivo e permite o estudo imediato nas aulas de Anatomia (sem lavar antes em água corrente), pois deve ser um processo inodoro, atóxico e econômico. Geralmente, utiliza-se solução salina (cloreto de sódio a 30%). Atenta-se para a gestão ambiental do laboratório em que é ímpar o controle de temperatura, umidade, tanques adequados, higiene local, controle de pragas (insetos, artrópodes, roedores) e identificação das peças anatômicas para melhor conservação destas.

Os requisitos para uma boa fixação de peças anatômicas, ou seja, para preservar uma amostra de material biológico o mais próximo ao seu estado natural para estudo, são: breve intervalo entre o óbito do animal e a fixação, considerar a *causa mortis* do animal (doenças infecciosas prévias favorecem a deterioração bacteriana), contato do fixador com todas as superfícies da peça (líquido fixador deve ter volume 20% vezes superior ao da peça), escolha adequada do tipo de fixador, cortes de pequena espessura em caso de peças isoladas e, em grandes peças anatômicas, o fixador deve ser injetado através das artérias para uma boa distribuição por todos os tecidos.

Dentre tantas técnicas para fixação, a formolização utiliza formol (aldeído fórmico ou formalina). Este foi descoberto em 1868 e usado pela primeira vez em 1893 e, desde então, continua sendo bastante utilizado para fixar peças anatômicas nas universidades brasileiras. Consiste em uma substância gasosa utilizada em solução aquosa a 37-40%; é rotineiramente preparado em solução aquosa a 10% para fixação de peças anatômicas (100 ml de formol puro + 900 ml de água corrente = 1 L de solução) e injetado preferencialmente com equipo com duas vias de acesso (Y ou T) na artéria femoral e na artéria carótida comum. No entanto, a utilização do formol apresenta prós e contras. As vantagens são: ser fortemente bactericida, fungicida, virucida e esporicida, apresentando baixo custo e sendo de fácil preparo da solução a 10% pronta para uso. Já as desvantagens são: elevado risco de carcinogenicidade e teratogenicidade, inclusive podendo representar uma doença ocupacional a docentes, discentes e funcionários submetidos à exposição tóxica no laboratório, é tóxico ao meio ambiente (não pode ser descartado no esgoto comum), faz com que

a peça adquira coloração escura (acinzentada) diferente da sua cor original e pode provocar irritação ao trato respiratório e aos olhos dos técnicos e, por isso, exige o uso de equipamentos de proteção individual (EPI). Enfatiza-se que jamais deve ser utilizado para a conservação das peças, apenas para a fixação destas.

Fresh frozen cadaver – É o uso de cadáveres apenas congelados e descongelados para estudo, sem aplicação de qualquer produto químico. As peças anatômicas são bastante fidedignas ao estudo do animal que recentemente veio a óbito. Porém, possui custo elevado, pois demanda de ótimos freezers (uma vez que as peças são passíveis de decomposição rápida), local apropriado para descarte de material biológico, além de elevada reposição de peças a fresco, o que nem sempre é viável nas universidades brasileiras.

Glicerinação – É o uso de glicerina (trihidroxipropano ou propanotriol) para conservação das peças anatômicas dissecadas. Esta técnica foi desenvolvida em 1779 e usada pela primeira vez em 1884. A glicerina é um líquido claro, incolor e viscoso que permite preservar os tecidos úmidos e, ao mesmo tempo, sem a imersão em tanques de soluções conservadoras. É também inodora, permite a coloração das peças o mais próximo do real, as quais apresentam maior leveza em função da desidratação proporcionada pela técnica. Ainda permite longo período de conservação, fácil visualização e identificação detalhada das estruturas anatômicas. Porém, a glicerina é fracamente antisséptica e possui custo elevado.

Impressão 3D – É uma técnica anatômica utilizada para a impressão de biomodelos com filamentos como o ABS (acrilonitrila butadieno estireno) ou o PLA (ácido polilático). Envolve as seguintes etapas: aquisição de imagem tomográfica, geração de arquivos a serem analisados em *software* de visualização de imagens médicas mediante reconstruções multiplanares e renderização, conversão dos arquivos *dicom* em *stl* e criação do protótipo em impressora 3D apropriada.

Macroscópico – do grego, *makros* = grande; *skop* = observação detalhada. Em contraposição ao termo microscópico, o aspecto anatômico macroscópico é aquele que se pode observar a olho nu.

Modelagem – É a produção de réplicas das peças anatômicas através do uso de látex, gesso, massa acrílica para modelar ou biscuit. Serve para restaurar esqueletos fraturados. Também é possível fazer moldes de cavidades como a gástrica, por exemplo – após lavagem com água para eliminação dos resíduos, sutura-se a parte cranial do duodeno, junto ao esfíncter pilórico e, mediante um funil

introduzido na parte terminal do esôfago, procede-se ao enchimento do interior do estômago com látex.

Neurotécnicas – Técnicas anatômicas que se aplicam para estudo do sistema nervoso. Para preparação do encéfalo, seguem-se as seguintes etapas: cortar o couro transversalmente, de um pavilhão auricular ao outro, seccionar a parede craniana a partir das suturas, fixar o cadáver, identificar as meninges, cortar os nervos cranianos, a medula e as artérias (o anatomista Giacomini primeiramente injetava cloreto de zinco a 20% na artéria carótida comum, extraíndo, em seguida, o encéfalo para submergi-lo na mesma solução durante uma semana), logo após colocar em álcool etílico por dez dias para obter o seu endurecimento e, após, pode-se utilizar colorações específicas.

Órgão – do grego, *organon* = instrumento, utensílio. Parte do organismo composta por diversos tecidos e que exerce função específica.

Osteotécnicas – Técnicas anatômicas que se aplicam para a preparação de esqueletos ou mesmo de ossos desarticulados. Envolve cinco etapas: maceração (retirada de músculos, fâscias, ligamentos, vasos e nervos, sempre evitando tocar o bisturi nas superfícies ósseas e podendo utilizar água corrente, substâncias químicas (enzimas) ou até insetos, limpeza e desengorduração, desarticulação, clareamento com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em solução concentrada e exposição ao sol. Para a montagem de esqueletos, utiliza-se máquina pequena de perfurar, brocas de diferentes calibres, fios de nylon n° 70, 80, 100 e 200, hastes metálicas, parafusos de cobre e arames de aço.

Plastinação – Consiste em extrair os líquidos corporais, tais como a água e os lipídios, através de métodos químicos (acetona fria e morna), para substituí-lo por resinas epóxicas elásticas e rígidas de silicone. Esta técnica foi criada por Gunther Von Hagens, em 1977, e envolve as seguintes etapas: fixação, desidratação, impregnação forçada e endurecimento. As vantagens são a conservação de textura, coloração e aproximação ao estado real; mas as desvantagens estão relacionadas à requisição de um alto grau de especialização e infraestrutura para sua elaboração, além do custo elevado.

Secção – do latim, *sectio* = corte, separação.

Taxidermia – É a técnica de preservação da forma da pele, planos e tamanho dos animais, muito utilizada para a criação de coleção científica ou para fins de exposição. Antigamente, utilizava-se o termo “empalhar” uma vez que se se usava

palha e barro para substituir o corpo dos animais; porém, hoje, inserem-se manequins de poliuretano em baixo da pele preservada, além de próteses de olhos, cauda, nariz, orelhas, mandíbulas e língua.

4.1.3 Impressão 3D para Introdução à Anatomia Veterinária

As peças anatômicas (Figura 19) foram projetadas utilizando o *software* Blender® e produzidas por impressora 3D.

Figura 19 – Modelo de cão impresso em 3D e seccionado em três planos anatômicos



Fonte: Massari (2019).

Legenda: A) plano sagital mediano; B) plano horizontal; C) planos transversais.

4.1.4 Introdução à Anatomia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem⁴

A Anatomia Radiográfica é um componente indispensável de todas as aulas de Anatomia, por influência das considerações clínicas, bem como por suas correlações anatômicas e clínicas observadas macroscopicamente e mediante técnicas de imagem.

Quando se trata de raios-X, para se avaliar com precisão as alterações de contorno, posicionamento e opacidade, é essencial que o médico veterinário radiologista esteja familiarizado com a aparência radiológica das estruturas normais para poder, quando for o caso, diagnosticar os desvios patológicos. Assim, sempre se deve avaliar o caso através de, pelo menos, duas posições radiográficas, que diferem em 90° uma em relação à outra, de tal maneira que, desse modo, é obtida impressão panorâmica da estrutura em estudo.

O comitê de nomenclatura do *American College of Veterinary Radiology* recomenda que os termos direcionais de Anatomia Radiológica Veterinária sejam originalmente aqueles listados na *Nomina Anatomica Veterinaria*. Assim, as projeções radiológicas são descritas de acordo com a direção em que o raio central do feixe penetra o corpo animal: sempre a partir do ponto de entrada no corpo do paciente para o ponto de saída.

A maioria das radiografias em pequenos animais é realizada com o paciente em decúbito. Este termo significa que o animal se encontra deitado no momento do exame, ou seja, no exato momento que um feixe horizontal de raios-X for emitido.

As posições radiológicas padronizadas são, então, visualizações tomadas em ângulos retos, uma em relação à outra, feitas em exames de rotina. As mais comuns são: dorsoventral, ventrodorsal, latero-lateral, mediolateral, craniocaudal, dorsopalmar e dorsoplantar. Para exemplificar o posicionamento do paciente, a direção do feixe de raios-X é mostrada na Figura 20.

⁴ Cf.: Croy e Dobson (2003), Kealy, McAllister e Graham (2012), Labruyère e Schwarz (2013), Thrall (2014), Assis et al. (2018), Jaber (2018), Singh (2019).

Figura 20 – Quadro de posições radiológicas padronizadas na Medicina Veterinária segundo a direção do feixe de raios-X

Latero-lateral direito (LLd)	Animal está deitado sobre sua face esquerda e o feixe de raios-X entra no corpo através do antímero direito e sai através do antímero esquerdo
Latero-lateral esquerdo (LLe)	Animal está deitado sobre sua face direita e o feixe de raios-X entra no corpo através do antímero esquerdo e sai através do antímero direito
Ventrodorsal (VD)	Animal está deitado apoiando suas costas na mesa, o feixe de raios-X entra no corpo ventralmente e sai dorsalmente para alcançar o filme
Dorsoventral (DV)	Animal está deitado “de bruços”, apoiando seu ventre na mesa, o feixe de raios-X entra no corpo dorsalmente e sai ventralmente para alcançar o filme
Mediolateral (ML)	O feixe de raios-X penetra o membro pela face medial e sai pela face lateral
Lateromedial (LM)	O feixe de raios-X penetra o membro pela face lateral e sai pela face medial

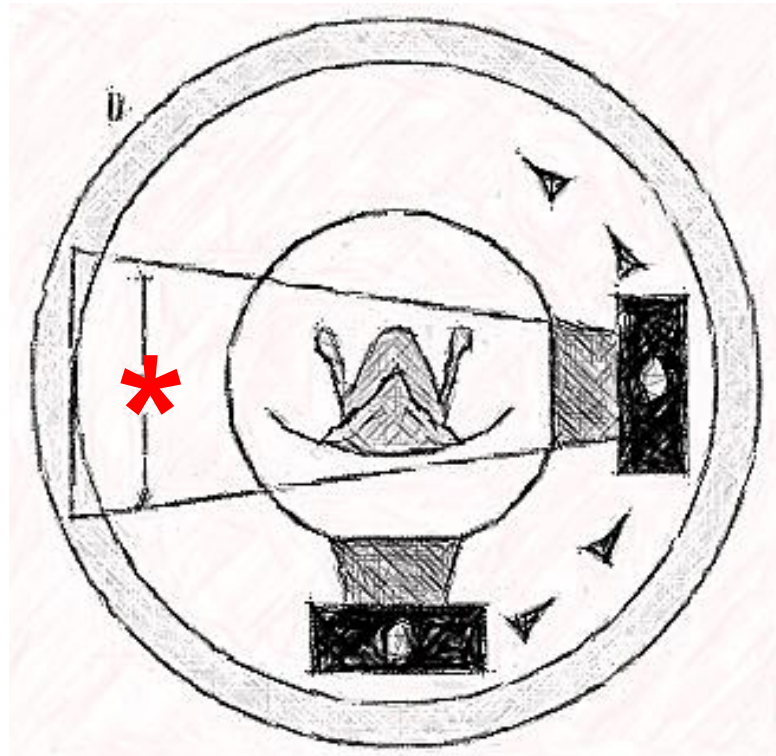
Fonte: Massari (2019).

Para obter uma radiografia, o paciente é posicionado no tubo de raios-X que emite a radiação em um amplo espectro de energia. A radiografia é a imagem da composição interna de uma estrutura com base na distribuição espacial de raios-X emitidos, através do paciente. O exame pode ser analógico ou digital. A radiografia analógica é gerada em um filme-écran, localizado dentro de um chassi, uma vez que os raios-X expõem emulsões fotográficas. Já a radiografia digital, dá-se através de um computador que gera a imagem imediatamente, sem a necessidade de “revelação” por processamento químico, e com a possibilidade de obtenção de cópias da imagem sem precisar realizar novas tomadas radiográficas.

Já o exame de tomografia computadorizada (TC), trabalha com secções ou cortes hipotéticos do corpo animal feitos por meio da emissão de radiação, ou seja, de raios-X – daí a importância em se conhecer bem os planos anatômicos para estudo do corpo animal. No aparelho de TC, a fonte de raios X move-se em um círculo que é centrado no eixo longitudinal do paciente durante o procedimento, que pode levar de um até vários segundos para ser completado. Nesse período, o movimento do tubo é repetidamente interrompido por momentos muito breves; em cada um deles, a radiação é dirigida ao animal por trajetos diferentes. Os feixes que penetram a finíssima fatia selecionada colidem com diversos pequenos detectores ou, em alguns modelos de tomógrafo, com partes de um detector circunferencial contínuo, sendo então fotomultiplicados. Após completar o procedimento, esses registros são analisados, comparados e combinados de acordo com fórmulas

complexas de algoritmos. A partir desses cálculos, as imagens multiplanares são geradas, onde as formas, as localizações e as radiodensidades comparativas de todos os tecidos da fatia selecionada são representadas. A Figura 21 retrata um paciente no tomógrafo.

Figura 21 – Representação de animal da espécie canina sendo examinado através de um scanner de TC



Fonte: Adaptada de Singh (2019).

Nota-se que uma fonte de raios X pode se movimentar ao redor do paciente imóvel, gerando um feixe (*) de radiação durante a exposição tomográfica. Um anel de detectores fixos ao redor do mecanismo em rotação do tubo de raios X será responsável pela definição da imagem.

Logo, sendo a TC uma técnica de diagnóstico por imagem baseada na tecnologia de raios-X, a diferença para a radiografia convencional é que na TC a radiação é produzida por um tubo de raios-X que gira em torno de uma fatia do paciente. Para o escaneamento tomográfico de peças anatômicas de animais utiliza-se, na Universidade de São Paulo, o tomógrafo do Hospital Veterinário (HOVET) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (Figura 22).

Figura 22 – Tomógrafo do Serviço de Diagnóstico de Imagem do HOVET/FMVZ/USP



Fonte: Massari (2019).

Também, este exame envolve planos tomográficos específicos, apresentados na Figura 23.

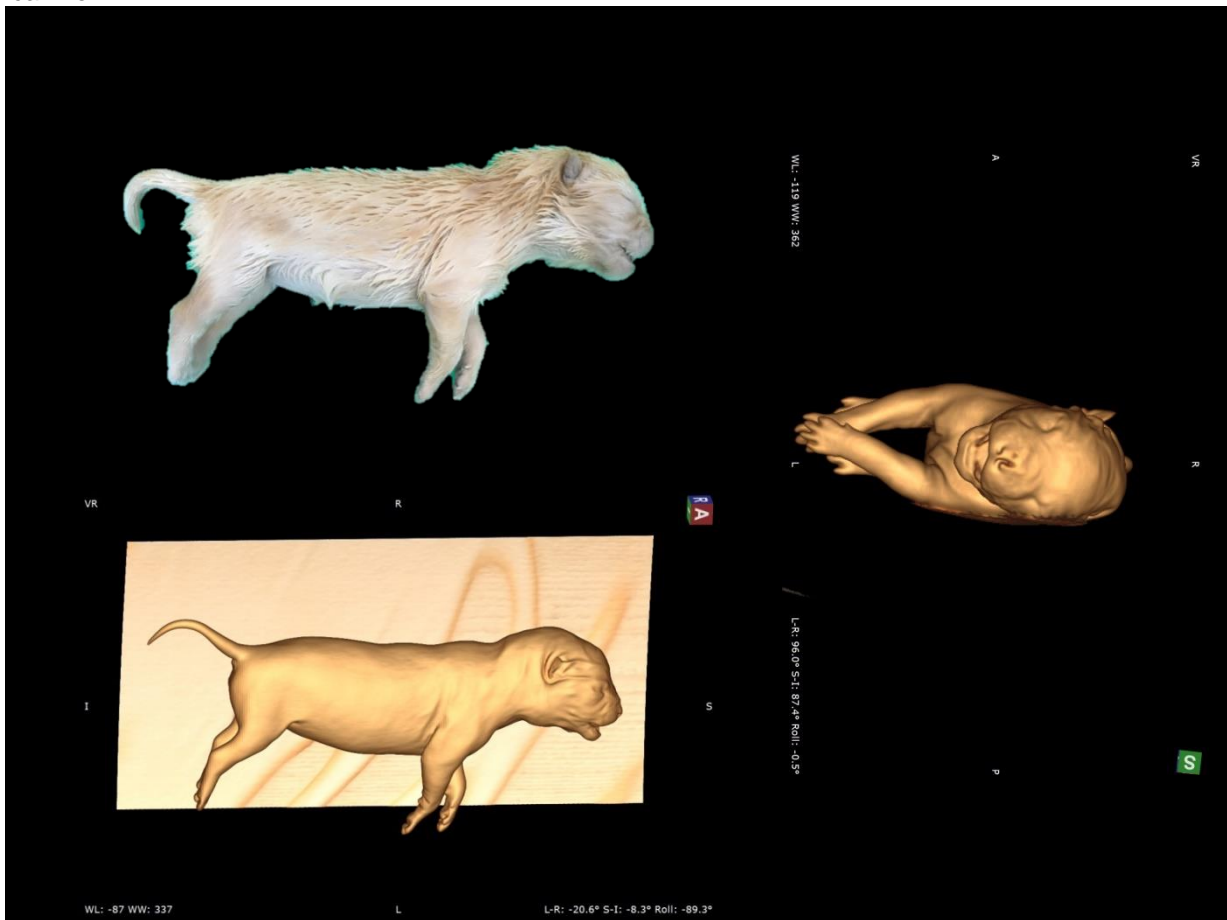
Figura 23 – Quadro dos principais cortes tomográficos utilizados na Medicina Veterinária

Transversal	Perpendicular ao maior eixo do corpo animal
Sagital	Gera fatias laterais do corpo animal
Dorsal	Paralelo à sutura coronal do crânio, ou seja, é uma visão frontal

Fonte: Massari (2019).

Ademais, através da TC é possível realizar reconstruções tridimensionais (3D-CT) para melhor visualização interna e externa do paciente (Figura 24).

Figura 24 – Comparação da imagem tomográfica externa tridimensional à fotografia real de natimorto canino



Fonte: Massari (2019).

Nota: À esquerda acima, há a imagem real do paciente; à esquerda abaixo, há a reconstrução 3D por TC do mesmo paciente; e, à direita, vide a mesa de exame na lateral esquerda do animal.

Apesar de todas essas benesses, a contribuição da TC para o conhecimento anatômico é limitada devido ao alto custo e à falta de um design adequado para animais de interesse zootécnico como bovinos e equinos, embora tenham sido escaneados pelo tomógrafo partes desses animais de grande porte como, por exemplo, cabeças de potros.

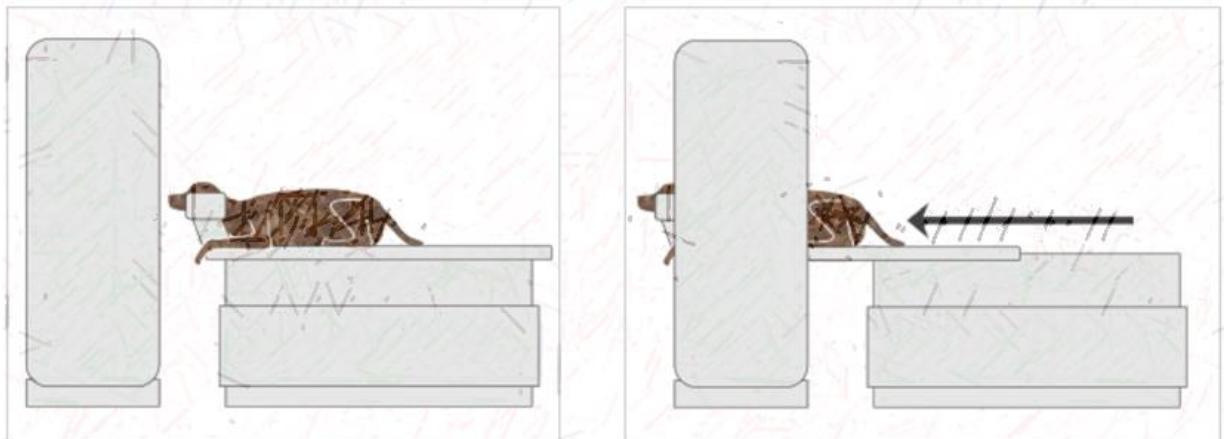
Contudo, para obter uma boa imagem radiológica, deve-se levar em consideração o equipamento utilizado, os fatores de exposição (quilovoltagem – kVp, miliamperagem – mA e tempo de exposição em segundos – s), a técnica aplicada (com uso ou não de contrastes), o conhecimento das estruturas anatômicas da espécie animal, a escolha da melhor contenção do paciente (seja física ou farmacológica) e, principalmente, o correto posicionamento do corpo durante o exame. Por isso, o conhecimento da anatomia radiológica certamente corrobora para produzir uma imagem radiográfica confiável, evitando-se os falsos artifícios, e auxiliando o clínico veterinário no diagnóstico definitivo.

4.1.5 Introdução à Anatomia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais⁵

A Imagologia Veterinária mostra a estrutura do corpo animal em detalhes; porém, adverte-se aqui que ela não avalia a função específica dos tecidos dentro do organismo examinado.

A tomografia computadorizada (Figura 25) é particularmente adequada para exames da cabeça por causa do alto contraste proporcionado pelo osso e as estruturas contendo ar. Os cortes transversais eliminam artefatos associados à sobreposição de imagem que afetam a radiografia da cabeça. Cada pixel em uma imagem de TC é atribuído a um número que descreve a quantidade de atenuação do feixe de raios-X que transpassa o paciente. Tais valores numéricos, conhecidos como unidades Hounsfield (HU), compreendem -1.000 (menos mil) HU para o ar, 0 (zero) HU para a água e até 3.000 (três mil) HU para o osso compacto.

Figura 25 – Representação de um paciente canino durante o exame tomográfico



Fonte: Adaptada de Whatmough e Lamb (2006).

⁵ Cf.: Whatmough e Lamb (2006), Labruyère e Schwarz (2013).

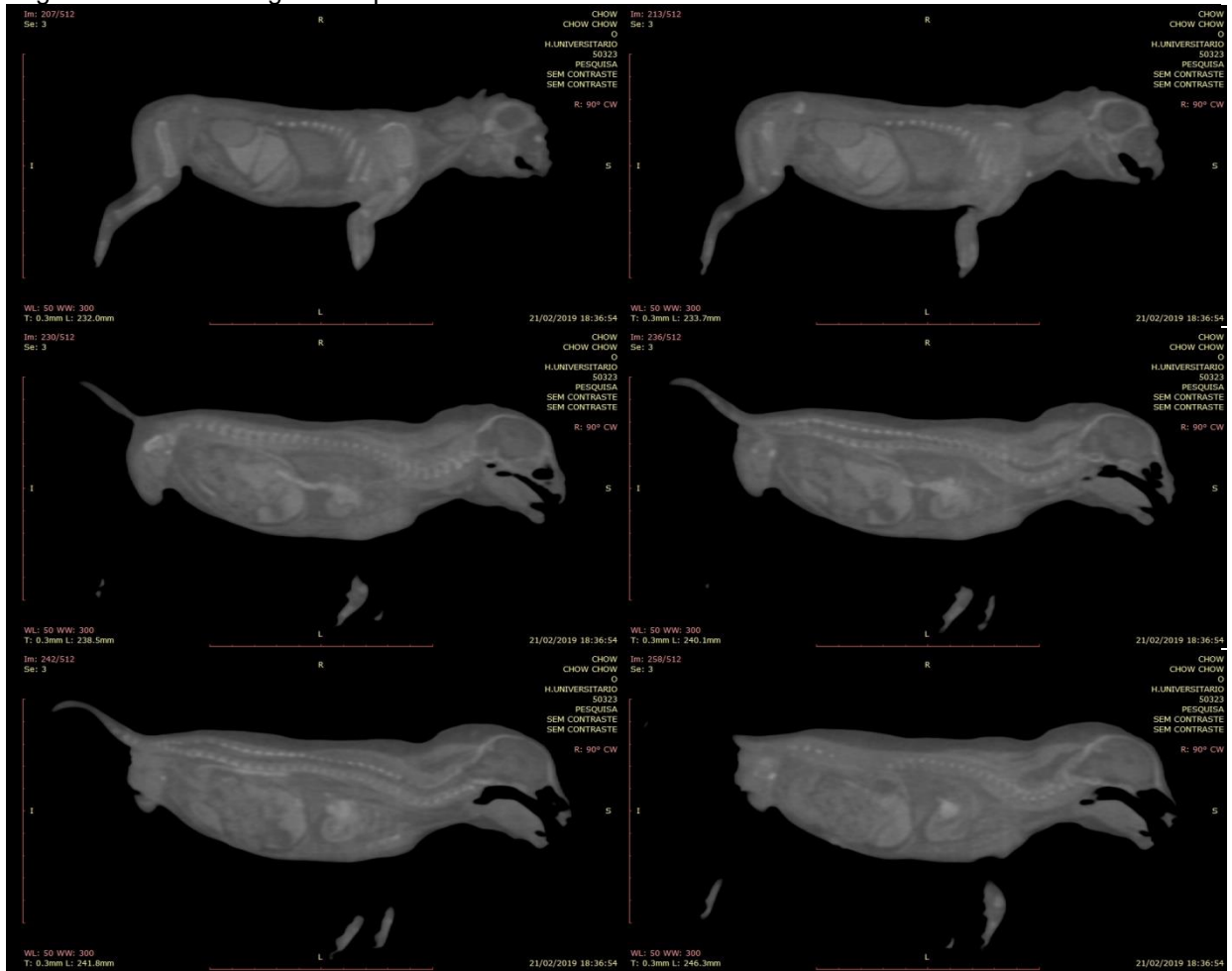
Especialmente na região da cabeça, a TC é útil para investigação de órbitas, cavidades nasais, seios paranasais e orelhas. Para as cavidades nasais, é particularmente proveitosa para a avaliação das conchas nasais, maxilares e incisura palatina, bem como possíveis malformações ósseas. As doenças sinusais podem ser igualmente avaliadas. Ainda, a TC pode detectar mudanças envolvendo a placa cribiforme e isso pode ser benéfico para detectar os sinais precoces do envolvimento intracraniano em casos de neoplasia nasal. As renderizações volumétricas podem demonstrar fraturas cranianas e osteólise em imagens em três dimensões. Assim, essa ferramenta é comumente usada para comunicar informações para um tutor, um clínico veterinário ou para fins de ensino.

A TC serve para o planejamento cirúrgico e radioterápico. Também oferece detalhes requintados de ossos cranianos, o que o torna este exame ideal para avaliação dos dentes bem como no diagnóstico de doenças da mastigação como luxação temporomandibular, fraturas e neoplasias.

Diante disso tudo, a TC é a modalidade de eleição para a investigação de problemas esqueléticos, como fraturas, deformidades ósseas e doenças articulares. Este exame tornou-se o padrão ouro de diagnóstico por imagem de displasia do cotovelo, incluindo osteocondrose, doença coronoide medial e incongruência articular. Logo, a artrografia por TC é cada vez mais usada para delinear a anatomia intracapsular de grandes articulações sinoviais, como o joelho, cotovelo e ombro.

Cada imagem tomográfica representa uma secção muito delgada do paciente; assim, várias imagens nos três planos tomográficos são necessárias para abranger uma determinada estrutura anatômica ou cavidade corpórea do animal (Figuras 26, 27 e 28).

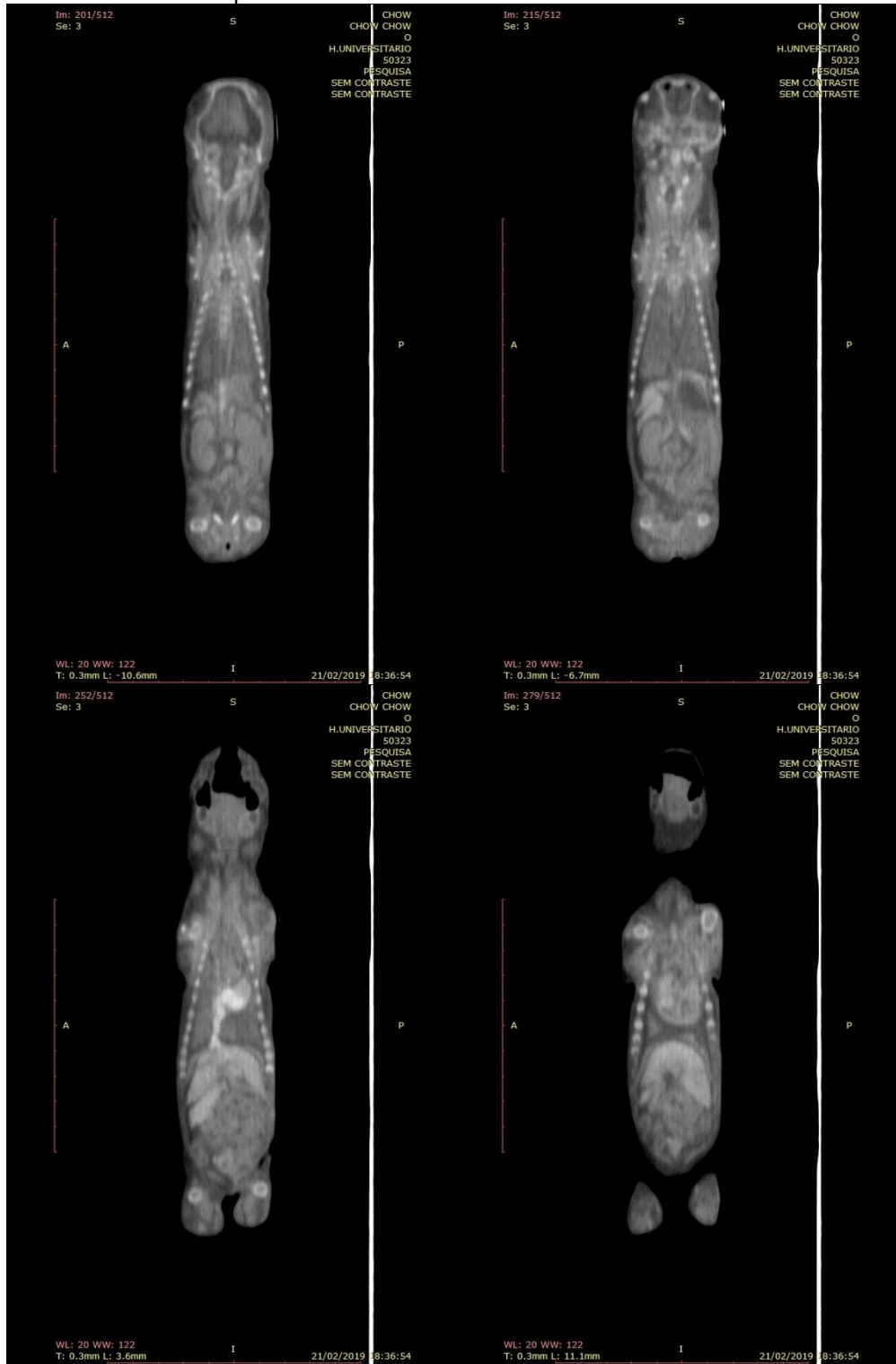
Figura 26 – Cortes sagitais de paciente neonato canino através da TC



Fonte: Massari (2019).

Notam-se, aqui, as secções 207, 213, 230, 236, 242 e 258 de um total de 512 imagens capturadas.

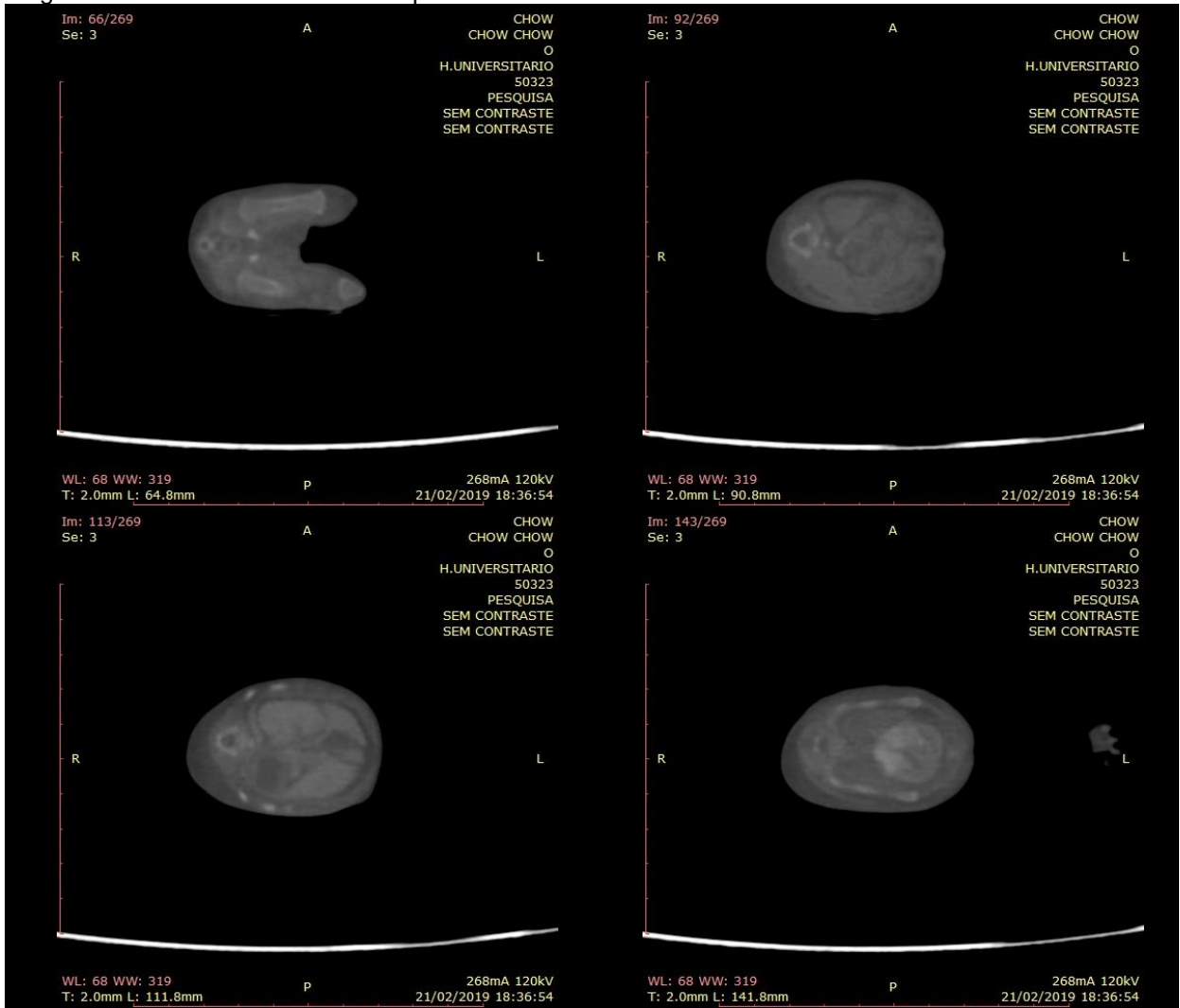
Figura 27 – Cortes dorsais de paciente neonato canino através da TC



Fonte: Massari (2019).

Nota: Apresentam-se, aqui, as secções 201, 215, 252 e 279 de um total de 512 imagens capturadas.

Figura 28 – Cortes transversais de paciente neonato canino através da TC



Fonte: Massari (2019).

Nota: Apresentam-se, aqui, as secções 66, 92, 113 e 143 de um total de 269 imagens capturadas.

4.2 MÓDULO II: OSTEOLOGIA VETERINÁRIA⁶

Entende-se por osteologia o estudo dos ossos. Quando articulados, eles formam o esqueleto. Suas funções encontram-se na Figura 29.

Figura 29 – Quadro das principais funções dos ossos

✓ Sustentar do corpo, dar formato e posição aos animais
✓ Locomover o corpo animal, formando um sistema de alavancas que se une à musculatura esquelética através de tendões e ligamentos
✓ Proteger as partes moles do corpo animal, como sistema nervoso, órgãos torácicos e pélvicos
✓ Ajudar na manutenção da homeostase mineral, oferecendo uma reserva de cálcio, fosfato e outros íons
✓ Abrigar a medula óssea na cavidade medular de ossos longos e nos espaços intersticiais de tecido ósseo esponjoso. Esta realiza a hematopoiese, ou seja, a produção de hemácias e leucócitos granulares do sangue

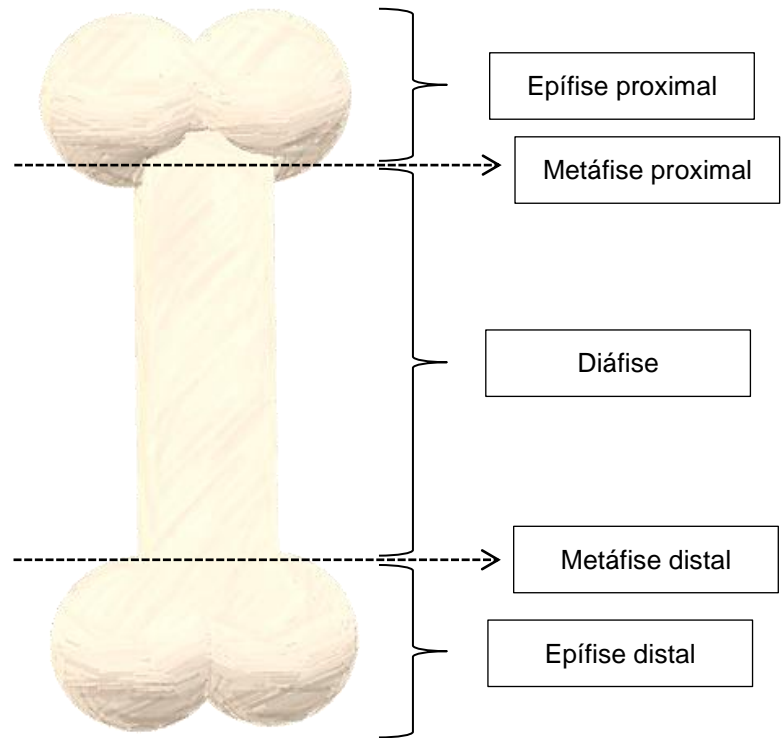
Fonte: Massari (2019).

Os ossos, individualmente, podem ser classificados de acordo com sua forma-função em:

a) Ossos longos: são característicos de membros, tendo o formato tubular. Atuam como alavancas. Desenvolvem-se a partir de três centros de ossificação no embrião. Seu esquema está representado nas Figuras 30 e 31; no embrião, o tecido ósseo é primeiramente formado na diáfise (centro primário de ossificação) e, em seguida, nas epífises (centros secundários de ossificação) do osso longo. As metáfises correspondem aos discos epifisários que permitem o crescimento ósseo em comprimento.

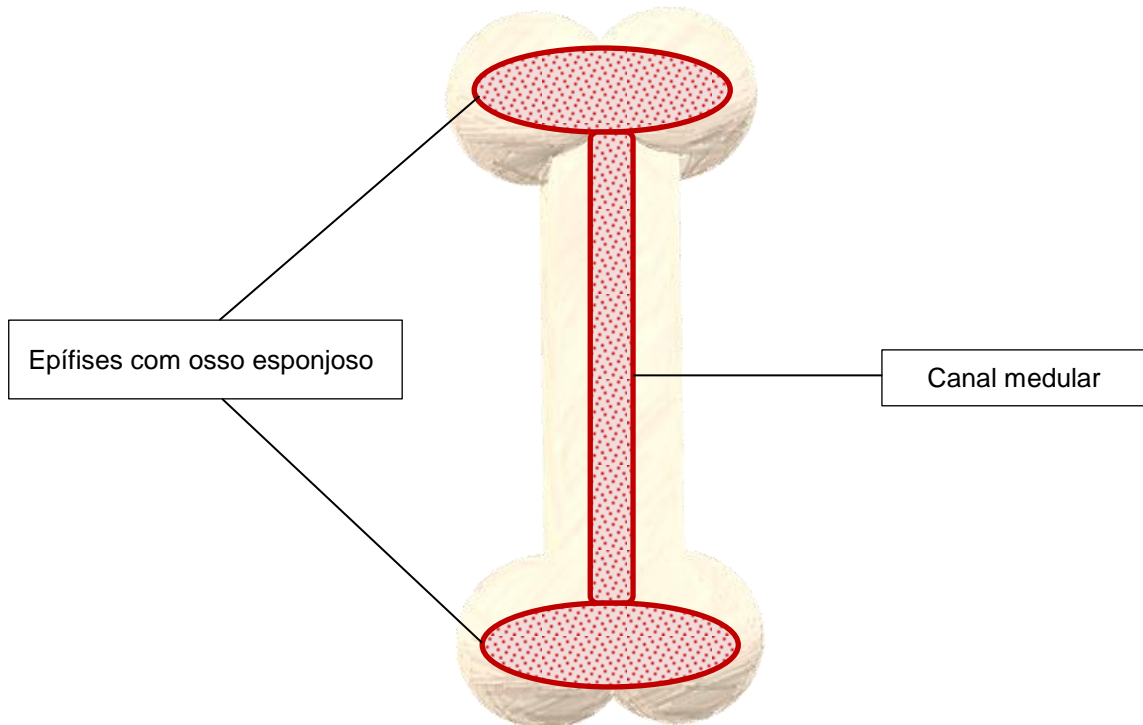
⁶ Cf.: Getty et al. (1986), Colville e Bassert (2010) e Singh (2019).

Figura 30 – Esquema da conformação externa de um osso longo



Fonte: Massari (2019).

Figura 31 – Esquema da conformação interna de um osso longo abrigando a medula óssea



Fonte: Massari (2019).

b) Ossos curtos: não têm uma dimensão que se exceda, significativamente, das demais. Articulam-se conjuntamente no carpo e no tarso, possibilitando a realização de movimentos complexos.

c) Ossos planos: são bastante expandidos em duas direções e assim constituem superfícies planas para a fixação da musculatura esquelética e a proteção de partes moles subjacentes.

d) Ossos irregulares: não têm um formato uniforme.







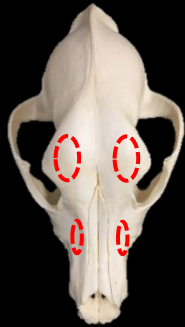
e) Ossos sesamoides: previnem o desgaste do tendão.

f) Ossos esplâncnicos: desenvolvem-se em vísceras.

g) Ossos pneumáticos: são escavados contendo espaços aéreos.

A Figura 32 sintetiza e exemplifica toda a classificação acima.

Figura 32 – Quadro indicativo da classificação dos ossos de cão

Osso	Correlação anatômica	Exemplo
Longo	O comprimento é maior que a largura e a espessura. Ex.: fêmur.	
Curto	O comprimento é semelhante à largura e à espessura. Ex.: ossos do carpo (na foto estão delimitados e dispostos em duas fileiras).	
Plano	O comprimento é semelhante à largura, porém a espessura é muito menor. Ex.: escápula.	
Irregular	Não possui parâmetros de medida que sobressaia. Ex.: vértebra.	
Sesamoide	Apresenta o formato de uma semente de sésamo (gergelim) e função específica (atuar como uma roldana para permitir o rolamento de um tendão evitando injúria tendínea). Ex.: patela.	
Espôncico	Localizados no interior de tecido mole, sem articulação com outro osso. Ex.: osso peniano em cães.	
Pneumático	Contém internamente cavidades por onde circula ar. Ex.: frontal e maxilar (na foto, onde estão abrigados os seios paranasais no cão – seio frontal e recesso maxilar).	

Fonte: Massari (2019).

Contudo, os ossos possuem muitas partes assimétricas e ásperas que servem como locais de fixação para músculos ou ligamentos; tais acidentes ou detalhes ósseos podem ser côncavos ou convexos e, em ambos os casos, permitem a concentração dos elementos de fixação do aparelho locomotor. As elevações são conhecidas como linhas, cristas, tubérculos, tuberosidades ou espinhas; já as depressões ósseas são conhecidas como fossas ou sulcos.

Os ossos possuem forames nutritícios por onde perpassam vasos sanguíneos que suprem o tecido esquelético, intercomunicando-se mediante os canais de Havers e Volkmann (Figura 33).

Figura 33 – Forame nutritício em osso longo



Fonte: Massari (2019).

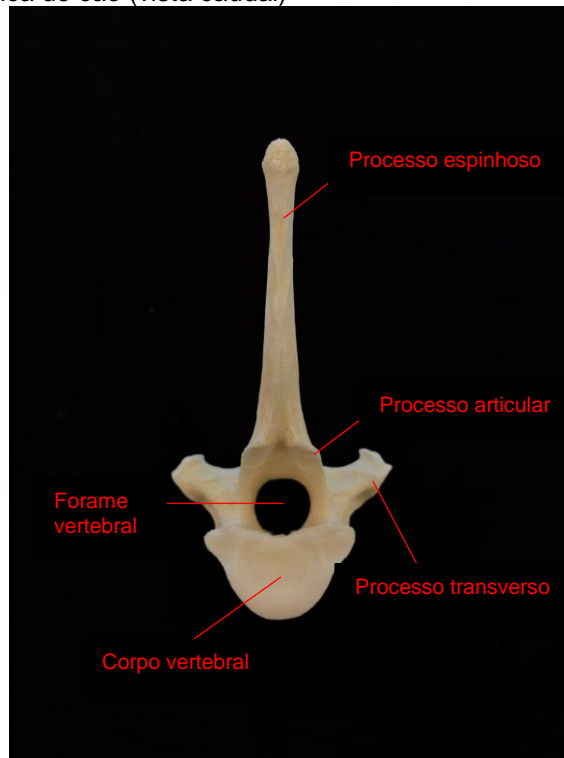
Nota: Há uma discreta abertura na diáfise da ulna (vista medial), por aonde chegam os nutrientes para este osso e saem os metabólitos.

O esqueleto do tronco compreende os ossos da coluna vertebral, as costelas, o esterno e o conjunto de ossos que forma o cingulo pélvico. É composto por três segmentos: cavidade torácica (cranial ao diafragma), cavidade abdominal (caudal ao diafragma) e cavidade pélvica (delimitada pelos ossos da pelve).

A coluna vertebral estende-se do crânio à extremidade final da cauda, sendo o eixo do corpo animal protegendo em seu interior a medula espinal e as raízes dos nervos espinais. É composta pelas vértebras, quais são ossos irregulares que apresentam um padrão comum entre si, assim as mesmas estruturas podem ser

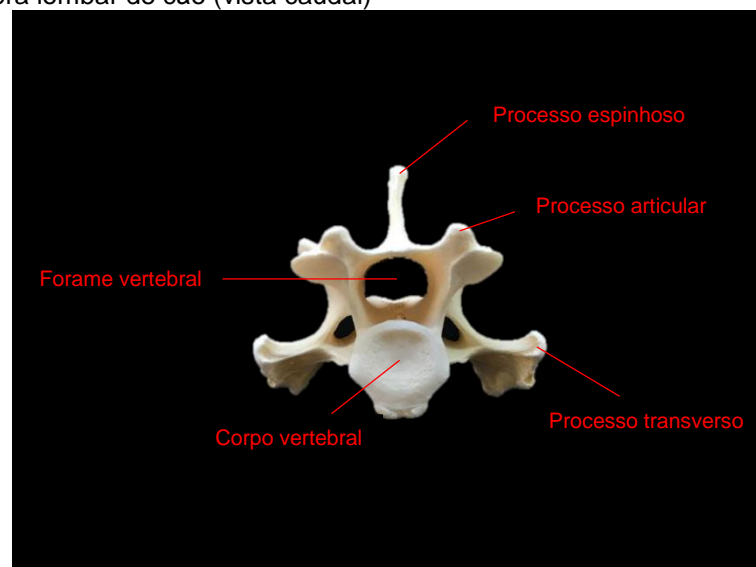
observadas nas Figuras 34 e 35.

Figura 34 – Vértebra torácica de cão (vista caudal)



Fonte: Massari (2019).

Figura 35 – Vértebra lombar de cão (vista caudal)



Fonte: Massari (2019).

No entanto, existem detalhes anatômicos muito mais ou muito menos proeminentes dependendo da região em que estão localizadas, subdividindo-as em: vértebras cervicais, vértebras torácicas, vértebras lombares, vértebras sacrais e

vértebras caudais, conforme a Figura 36.

Figura 36 – Comparação entre as vértebras de cada região da coluna vertebral de cão



Fonte: Massari (2019).

Da esquerda à direita: vértebras cervicais C1 e C2, vértebra torácica, vértebra lombar, vértebras sacrais S1-S3, vértebras caudais Cd5 e Cd20.

O número de vértebras que compõem tais regiões varia conforme a espécie animal e pode ser representado por fórmulas vertebrais espécie-específicas. No cão é C7, T13, L7, S3, Cd20-23. Nota-se que o número de vértebras caudais nos caninos pode variar entre raças e mesmo entre indivíduos. Assim, a coluna dos cães é segue a composição apresentada na Figura 37.

Figura 37 – Quadro esquemático dos ossos que compõe a coluna vertebral de cão

Vértebras cervicais	C1-C7
Vértebras torácicas	T1-T13
Vértebras lombares	L1-L7
Vértebras sacrais	S1-S3
Vértebras caudais	Cd1-Cd20...

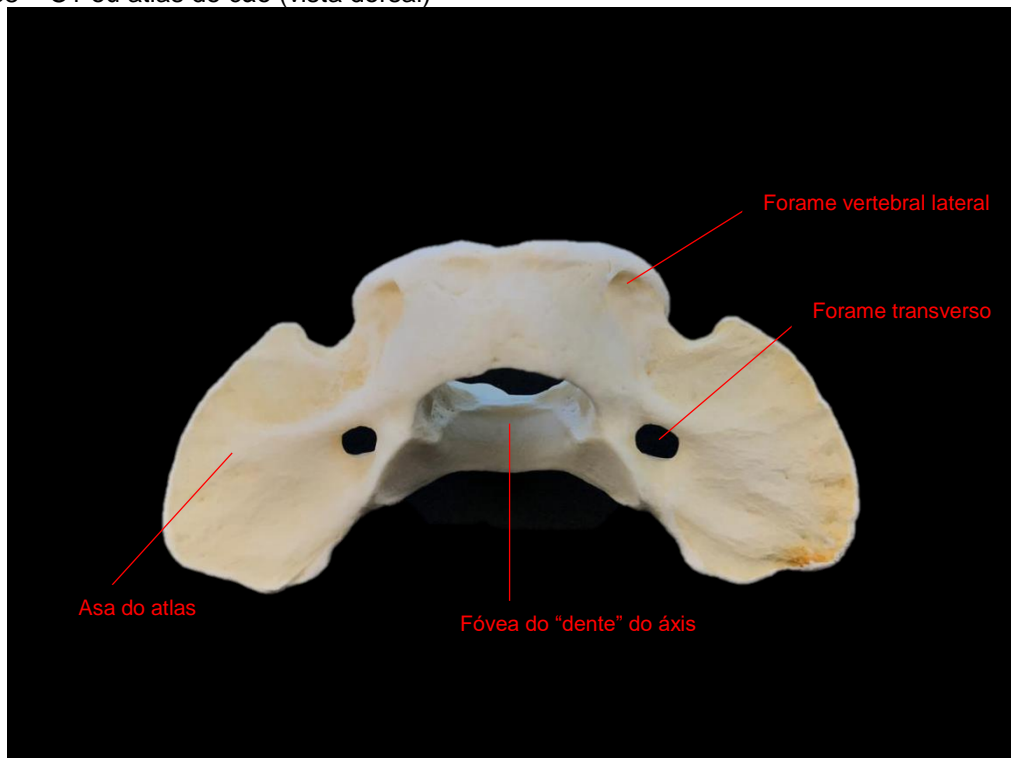
Fonte: Massari (2019).

Na grande maioria dos mamíferos, há sete vértebras cervicais. As duas primeiras, o atlas e o eixo, são muito modificadas para movimentar a cabeça.

O atlas (C1) é a primeira vértebra cervical (Figura 38), conecta o crânio ao eixo. A articulação cranial ao atlas é com os côndilos occipitais, que ajudam na flexão/extensão do pescoço e cabeça. Seu movimento de rotação com o dente do eixo é limitado pelos ligamentos alares, que ligam o dente à borda do forame magno.

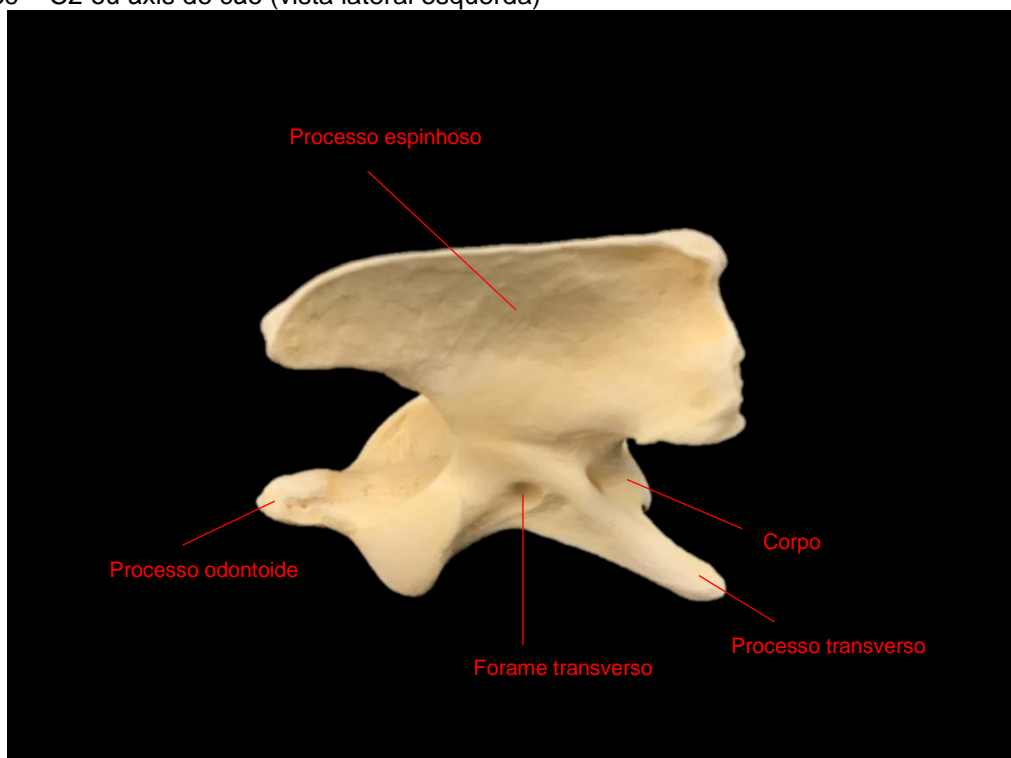
Já o eixo (C2) é a segunda vértebra cervical (Figura 39), sendo a vértebra mais longa, serve de eixo para a rotação do atlas com o crânio que ele carrega. Possui um processo odontóide (dente do eixo) e um ligamento transversal que segura este dente. Do processo espinhoso do eixo (C2) até o processo espinhoso da primeira vértebra torácica (T1) no canino, há o ligamento nuchal que sustenta o pescoço. A origem e a inserção do ligamento nuchal varia entre as espécies animais.

Figura 38 – C1 ou atlas de cão (vista dorsal)



Fonte: Massari (2019).

Figura 39 – C2 ou eixo de cão (vista lateral esquerda)

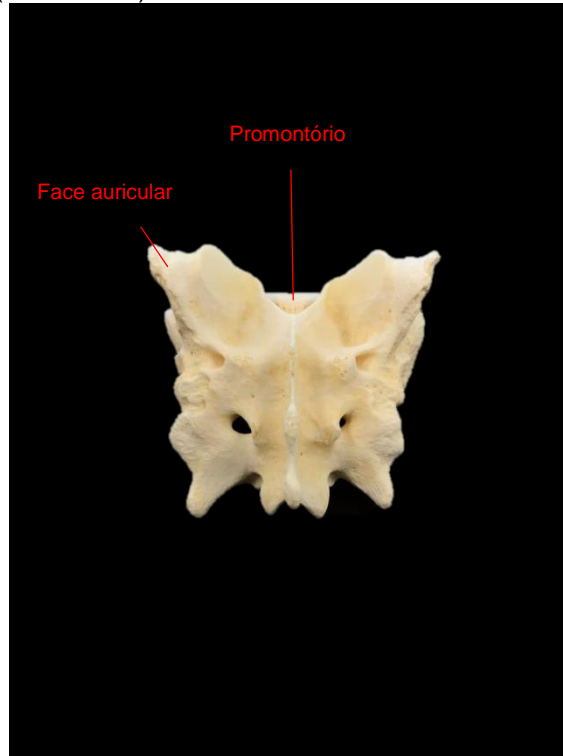


Fonte: Massari (2019).

As vértebras torácicas destacam-se por apresentar longos processos espinhosos enquanto as vértebras lombares apresentam longos processos transversos. Já as vértebras sacrais, fundem-se em uma estrutura denominada

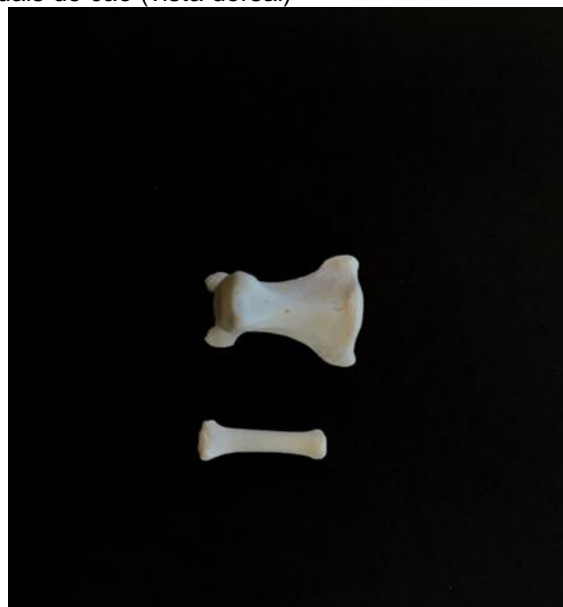
sacro (Figura 40) e, finalmente, as vértebras caudais (Figura 41) são vão sendo simplificadas até terem aspecto de pequenos bastões ósseos.

Figura 40 – Sacro de cão (vista dorsal)



Fonte: Massari (2019).

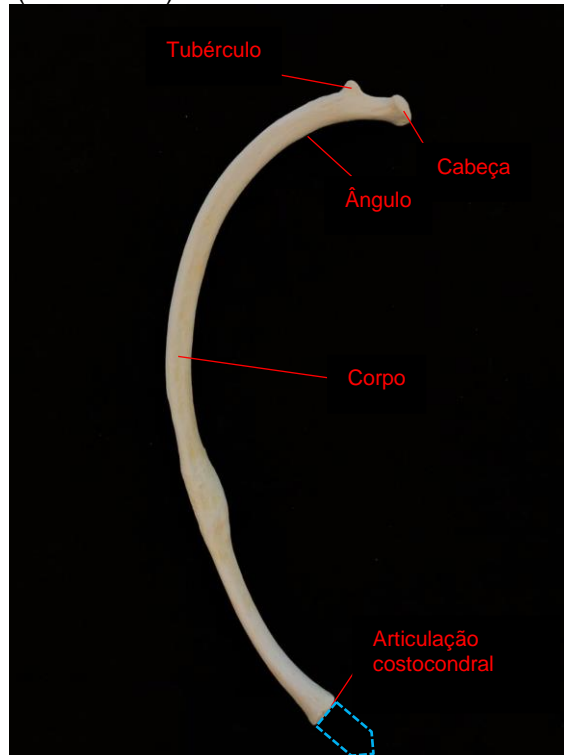
Figura 41 – Vértebras caudais de cão (vista dorsal)



Fonte: Massari (2019).

As costelas (Figura 42) são dispostas em pares e articulam-se dorsalmente com duas vértebras sucessivas (a caudal apresenta a mesma designação numérica que a costela). Cada uma das costelas possui dorsalmente uma parte óssea (costela propriamente dita) e ventralmente uma parte cartilaginosa (cartilagem costal), ambas as partes se unem na articulação costocondral.

Figura 42 – Costela de cão (vista caudal)

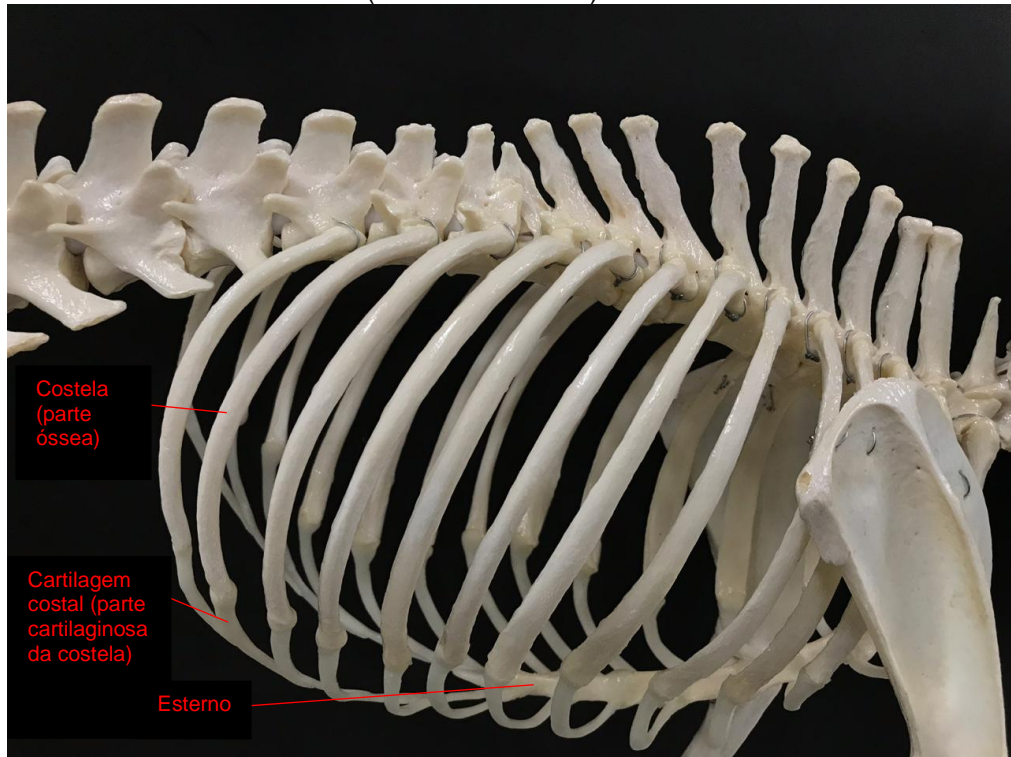


Fonte: Massari (2019).

Nota-se a cartilagem costal representada em pontilhado azul; ela articula-se dorsalmente com a costela propriamente dita e ventralmente com o esterno.

O esterno (Figura 43) é composto de três partes: manúbrio (mais cranial, em formato de bastão em cães), esternébras (diversos segmentos ósseos, que nos animais jovens são unidas por cartilagem e nos adultos formam um único osso) e cartilagem xifoide (escora a parte mais cranial do assoalho abdominal e dá fixação à linha alba).

Figura 43 – Costelas e esterno de cão (vista lateral direita)

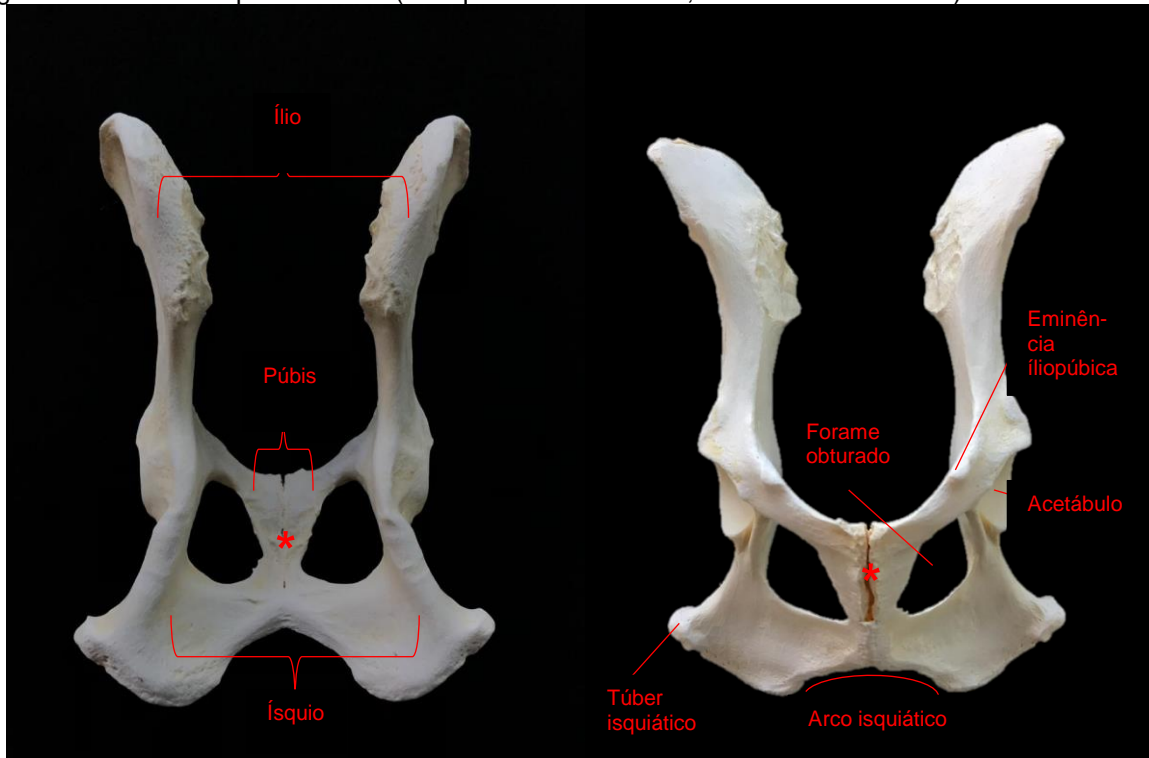


Fonte: Massari (2019).

O cingulo pélvico (Figura 44) é composto por metades simétricas de ossos coxais e pelo sacro. Cada coxal, por sua vez, compreende três ossos unidos: ílio (craniodorsal), púbis (medial) e ísquio (caudal). Assim, coxal direito e esquerdo unem-se na sínfise pélvica, uma articulação cartilaginosa entre ísquio e púbis nos cães, que tende a ossificar com o avanço da idade do animal.

Lateralmente, cada coxal apresenta um acetábulo, isto é, uma cavidade articular profunda, formada por contribuição dos três ossos (ílio, púbis e ísquio) e que acopla a cabeça do fêmur.

Figura 44 – Ossos da pelve de cão (à esquerda: vista dorsal; à direita: vista ventral)



Fonte: Massari (2019).

Nota-se que os coxais direito e esquerdo articulam-se através da sínfise pélvica (*) entre os púbis e os ísquios colaterais.

O esqueleto da cabeça compreende os ossos que compõe o crânio, a mandíbula, o aparelho hioide e os ossículos da orelha média. Também engloba as cartilagens da orelha externa, das narinas e da laringe.

O crânio é um mosaico de diversos ossos (Figura 45). A maioria desses ossos é pareada, mas alguns são medianos e não pareados.

Figura 45 – Crânio de cão (*acima*: vista lateral; *abaixo*: vistas dorsal e ventral)



Fonte: Massari (2019).

Legenda: Ns, osso nasal; 2, In; 3, Mx; Lc, osso lacrimal; Fr, osso frontal; Pr, osso parietal; Oc, osso occipital; Tm, osso temporal; Zg, osso zigomático; Pa, osso palatino; Bs, osso basisfenoide; Vm, vômer. Detalhes: BT, bula timpânica, CO, côndilo occipital, FM, forame magno.

A distinção da cabeça em duas partes já é evidente desde o período fetal, conforme mostra a Figura 46. Embora componham a face, o que delimita essas duas partes são as órbitas, as fossas que contêm os bulbos dos olhos.

Figura 46 – Representação de feto de cão mesocéfalo aos 30 dias gestacionais



Fonte: Adaptada de Evans e Lahunta (2016).

Geralmente, o crânio de canino descrito nos tratados e ilustrado nos atlas é de um animal adulto e com conformação regular da cabeça, ou seja, um mesocéfalo. No entanto, existem diferenças raciais notáveis apresentadas no formato do crânio de cães de cabeça curta (braquicéfalos) e cães de cabeça longa com predominância do eixo rostrocaudal (dolicocefalos) quando comparados aos que apresentam equilíbrio entre os eixos medidos (mesocéfalos) (Figura 47).

Figura 47 – Vistas rostral, lateral esquerda, ventral e dorsal de cão braquicéfalo (acima), mesocéfalo (meio) e dolicocefalo (abaixo)

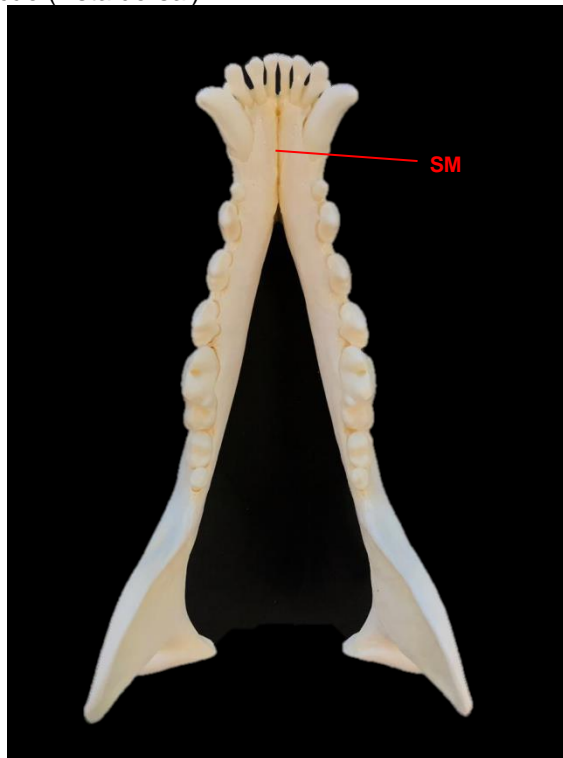


Fonte: Massari (2019).

Na região do crânio, existe um conjunto de forames que permite a passagem de vasos sanguíneos e nervos cranianos. Dentre estes, encontra-se o forame magno, uma grande abertura através do osso occipital, localizado no centro da fossa caudal do neurocrânio (Figura 38); é o maior dos forames do crânio e serve de comunicação entre a cavidade craniana e o canal vertebral.

A mandíbula (Figuras 48 e 49) é composta de duas partes: corpo (parte horizontal) e ramo (parte vertical). O corpo contém os alvéolos da arcada dentária inferior. Rostralmente, na superfície lateral do corpo existem os forames mentuais, por onde emergem os ramos mentuais do nervo e dos vasos alveolares ventrais. Já no ramo, dorsalmente, existem as seguintes elevações ósseas: processo coronoide (para fixação do músculo temporal), processo condilar (para articulação com o osso temporal) e processo angular (para fixação dos músculos masseter e pterigoide medial). Medialmente, o ramo também apresenta o forame mandibular (por onde passam o nervo e os vasos alveolares).

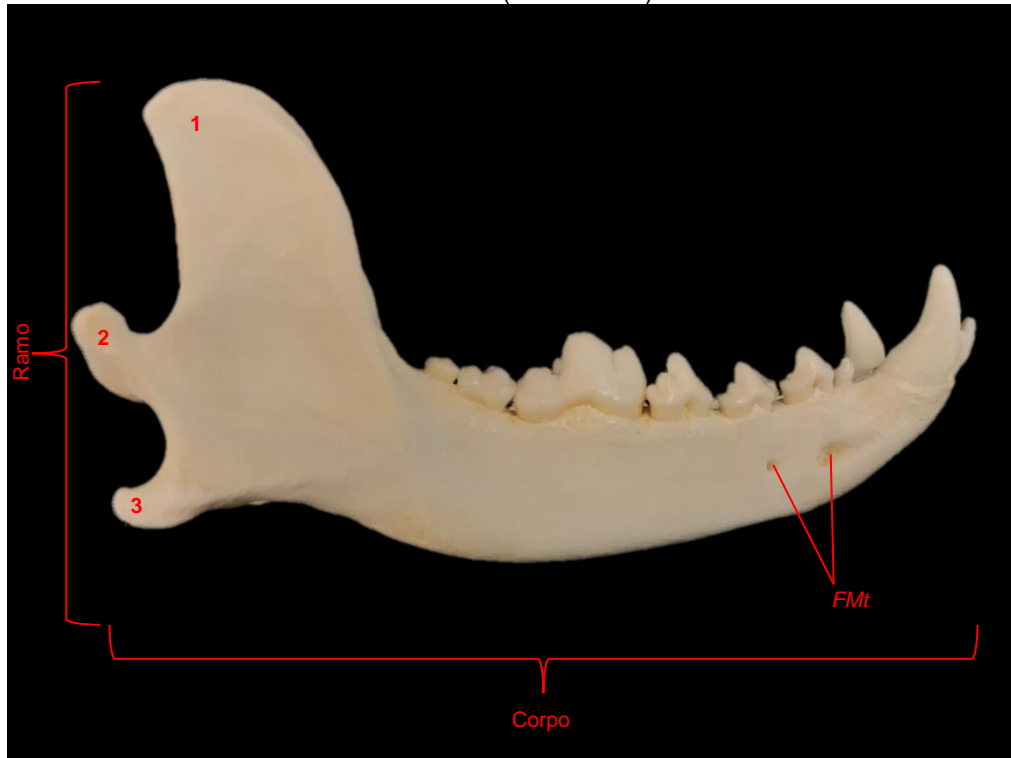
Figura 48 – Mandíbula de cão (vista dorsal)



Fonte: Massari (2019).

Legenda: SM, sínfise mandibular.

Figura 49 – Antímero direito da mandíbula de cão (vista lateral)

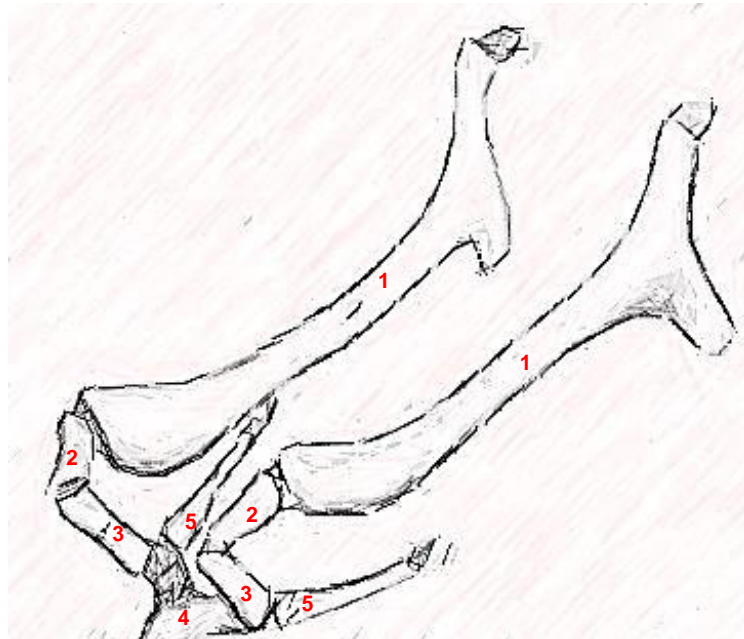


Fonte: Massari (2019).

Nota-se que a parte vertical (ramo) encontra a parte horizontal (corpo) em um ângulo. 1, processo coronoide; 2, processo condilar; 3, processo angular; *FMt*, forames mentuais.

O aparelho hioide (Figura 50) é constituído por hastes ósseas unidas, que sustentam a língua e a laringe.

Figura 50 – Ossos que compõem o aparelho hioide suspensos a partir da região temporal do crânio de cão

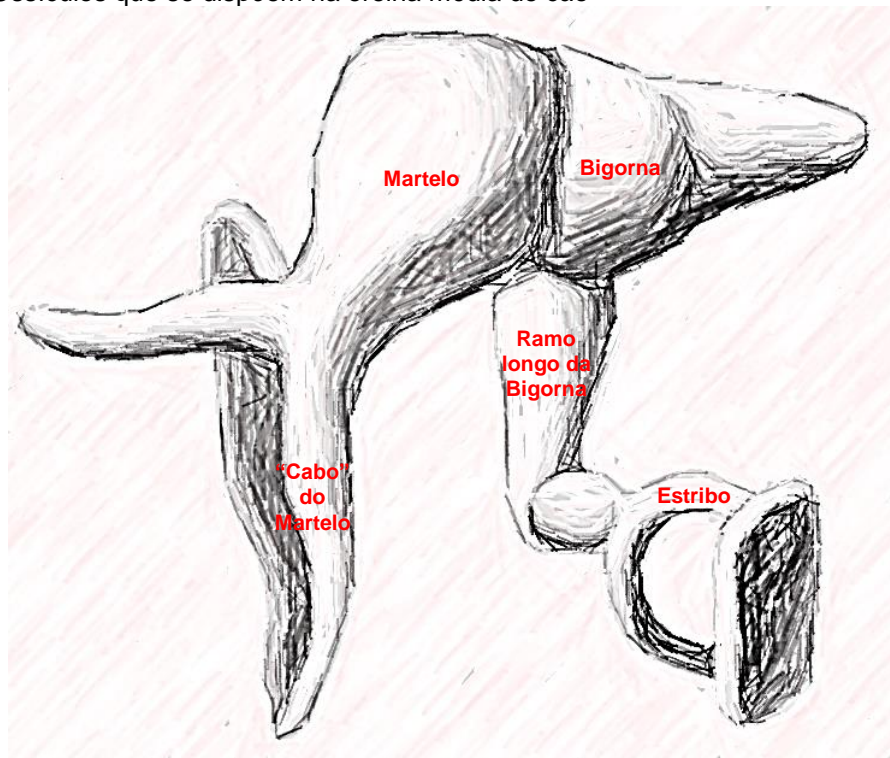


Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, Estilo-hioide; 2, Epi-hioide; 3, Cerato-hioide; 4, Basi-hioide; 5, Tireo-hioide.

A orelha média ou cavidade timpânica é um espaço oco localizado no interior do osso temporal, preenchido por ar. Dentro dessa cavidade, existem três ossículos articulados entre si (Figura 51), cujos nomes descrevem seus formatos: martelo, bigorna e estribo. Curiosamente, estes são os menores ossos do corpo animal. A função dessas três peças ósseas é vibrar transmitindo tais vibrações sonoras, percebidas como sons, da membrana do tímpano até a orelha interna do animal.

Figura 51 – Ossículos que se dispõem na orelha média de cão

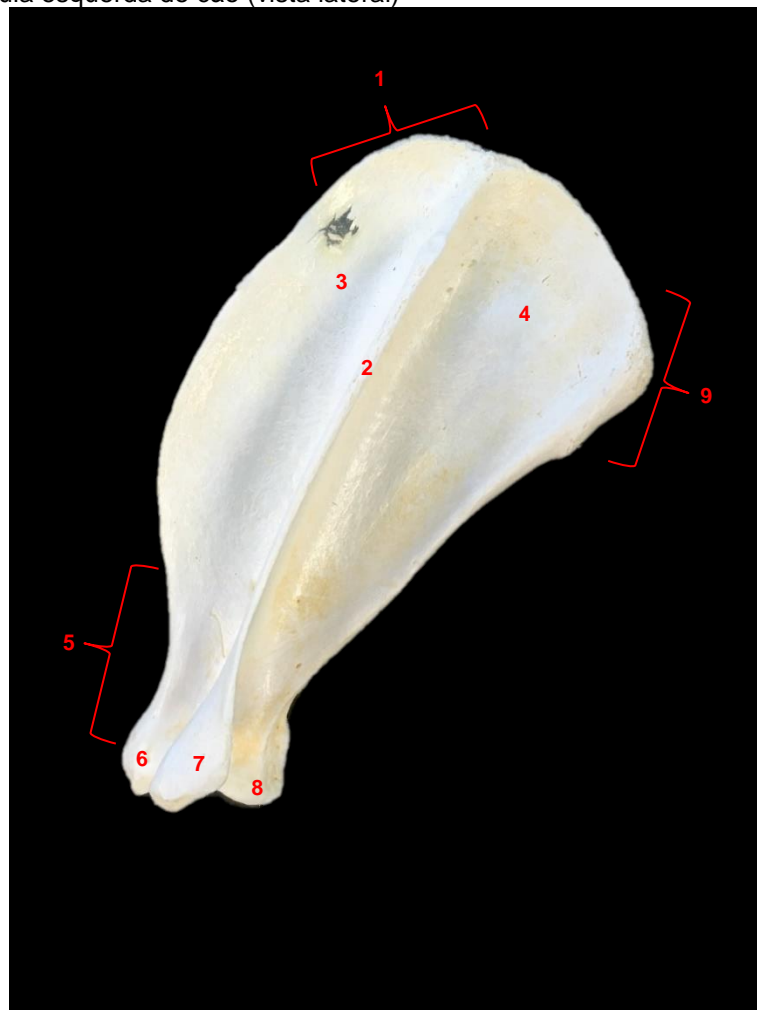


Fonte: Massari (2019).

O esqueleto do membro torácico é composto, em ordem proximal à distal, pelos seguintes ossos: escápula, úmero, rádio, ulna, carpo, metacarpo e falanges. Existem ainda ossos sesamoides sob os quais deslizam os tendões de alguns músculos. Adverte-se que os animais domésticos possuem a clavícula como uma breve interseção fibrosa no músculo braquiocefálico, e não como um osso igual ao dos primatas.

A escápula (Figuras 52, 53 e 54) é um osso plano localizado sobre a parte craniodorsal, lateralmente comprimida ao tórax.

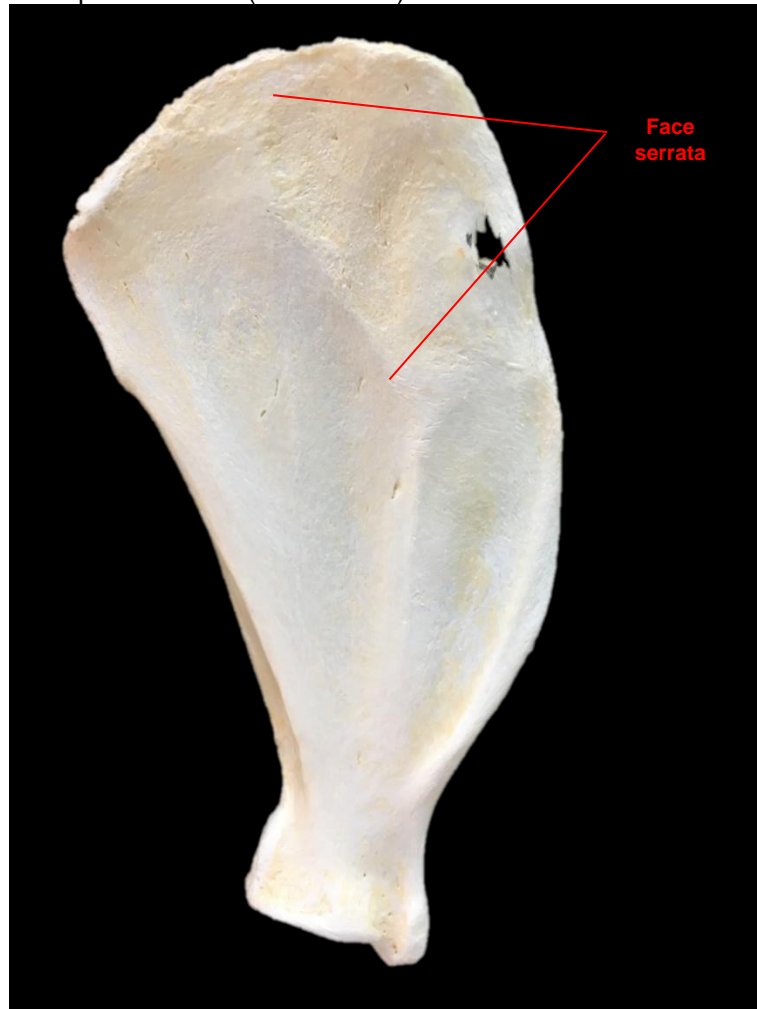
Figura 52 – Escápula esquerda de cão (vista lateral)



Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, ângulo cranial; 2, espinha; 3, fossa supraespinhosa; 4, fossa infraespinhosa; 5, colo; 6, tubérculo supraglenoide; 7, acrômio; 8, tubérculo infraglenoide; 9, ângulo caudal. Nota-se pequeno defeito gerado durante osteotécnica.

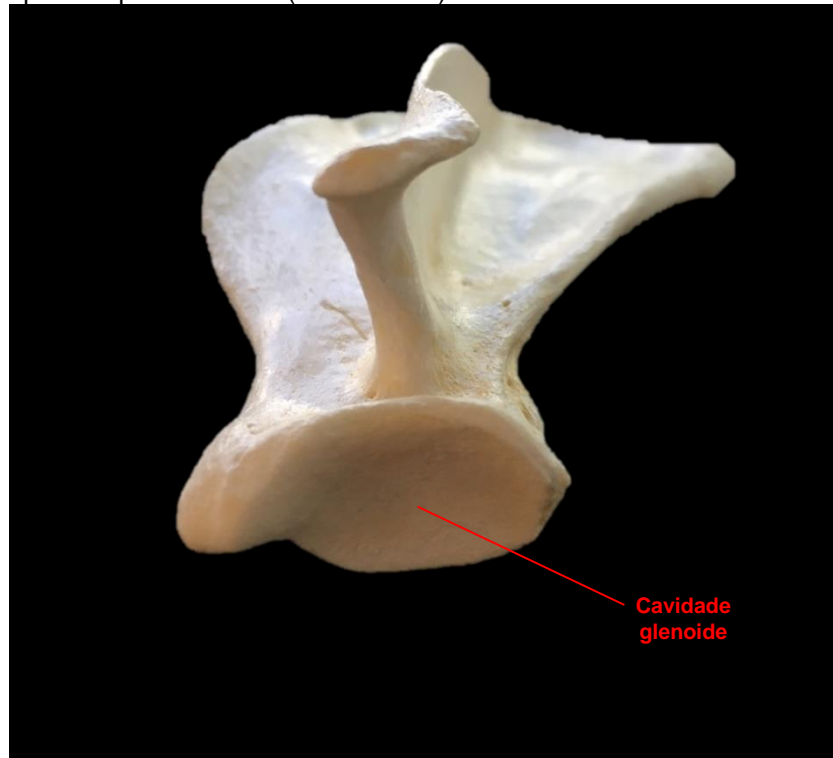
Figura 53 – Escápula esquerda de cão (vista medial)



Fonte: Massari (2019).

Legenda: *Face serrata*, onde se fixa o músculo serrátil ventral. Nota-se pequeno defeito gerado durante osteotécnica.

Figura 54 – Escápula esquerda de cão (vista ventral)

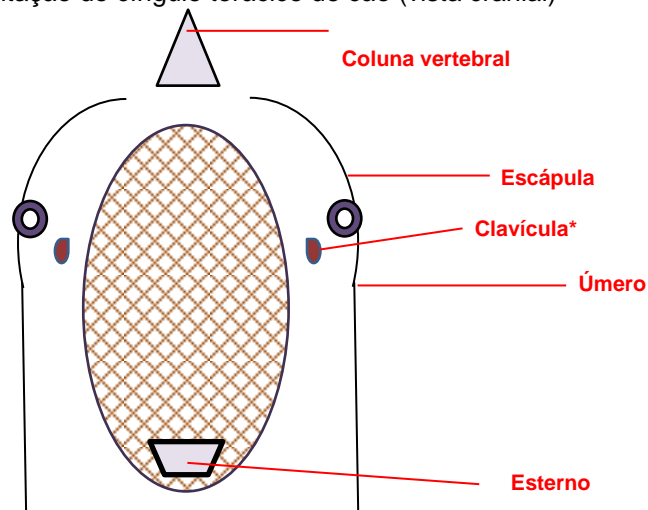


Fonte: Massari (2019).

Nota-se a cavidade glenoide, que acoplará a cabeça do úmero.

As duas escápulas, direita e esquerda, ajudam a formar o cingulo torácico, conforme a Figura 55.

Figura 55 – Representação do cingulo torácico de cão (vista cranial)

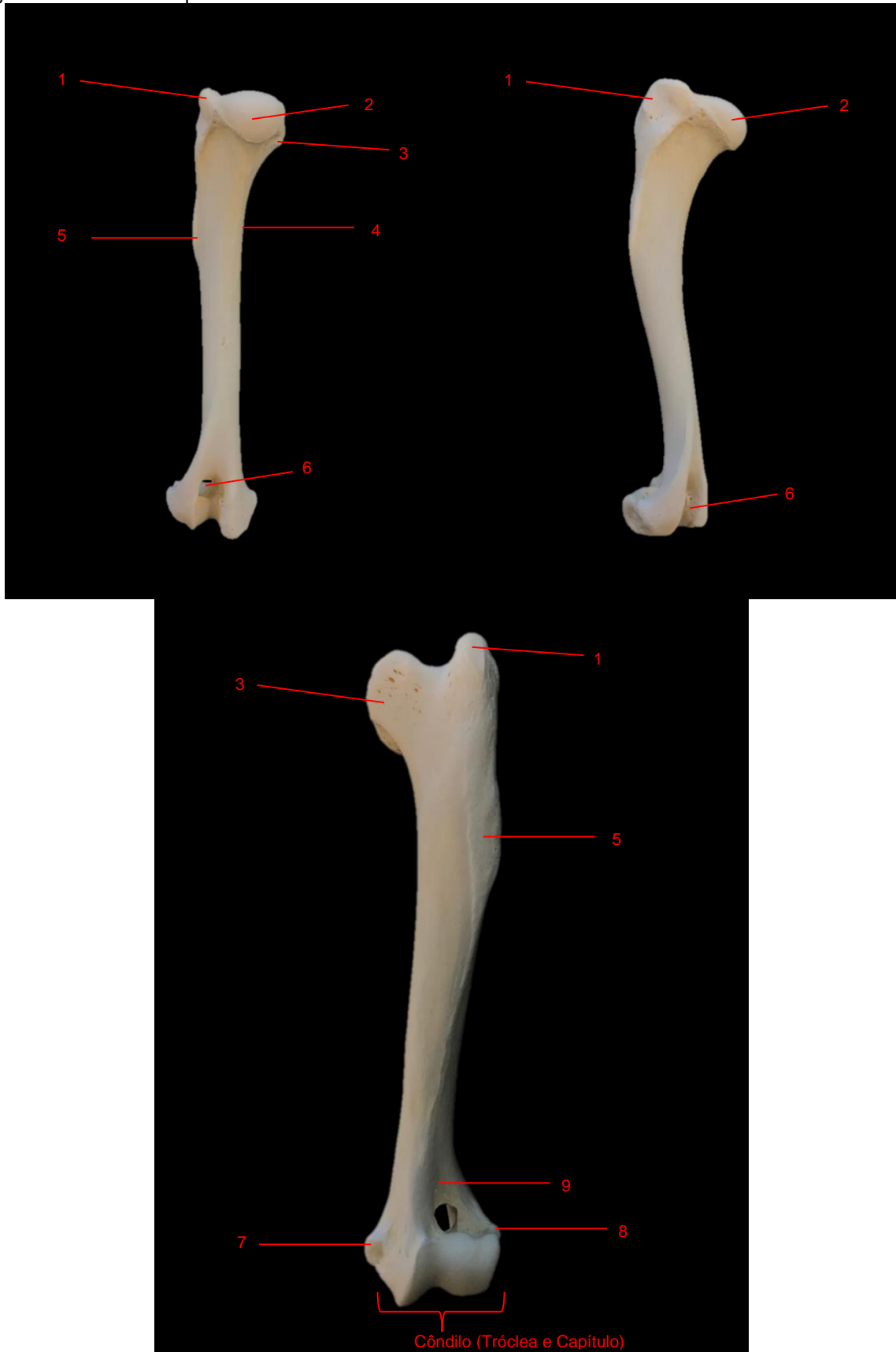


Fonte: Massari (2019).

Nota-se que como os carnívoros não possuem o osso clavícula, esta região (*) está representada por tecido conjuntivo fibroso entremeado na musculatura braquiocefálica (entre as partes cleidobraquial e cleidocervical).

O úmero (Figura 56) é um osso longo que forma o esqueleto do braço.

Figura 56 – Úmero esquerdo de cão



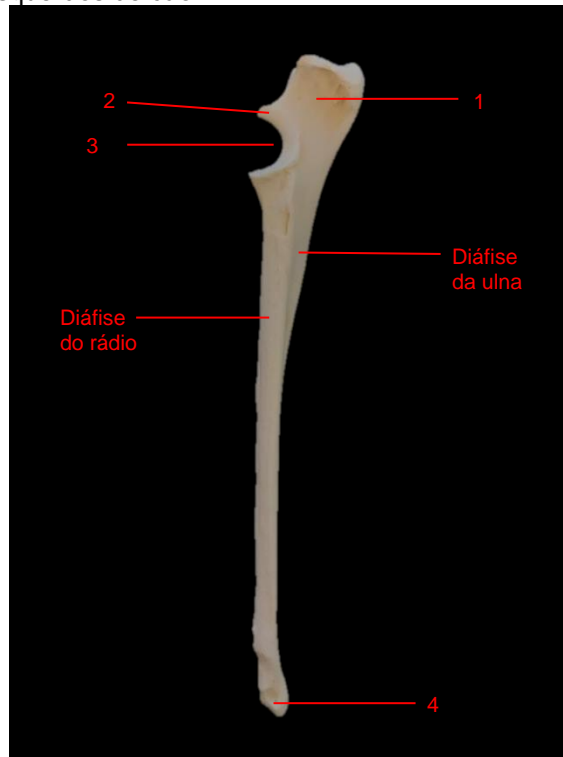
Fonte: Massari (2019).

Legenda: Vistas caudal (acima à esquerda), lateral esquerda (acima à direita) e cranial (abaixo). 1, tubérculo maior; 2, cabeça; 3, tubérculo menor; 4, tuberosidade redonda; 5, tuberosidade deltoide; 6,

fossa do olécrano (com forame supratroclear no cão); 7, epicôndilo medial; 8, epicôndilo lateral; 9, fossa radial.

O esqueleto do antebraço é formado por dois ossos, o rádio e a ulna (Figura 57). Na posição de estação, a ulna é caudal ao rádio na parte proximal do antebraço, mas lateral na parte distal.

Figura 57 – Ulna e rádio esquerdos de cão



Fonte: Massari (2019).

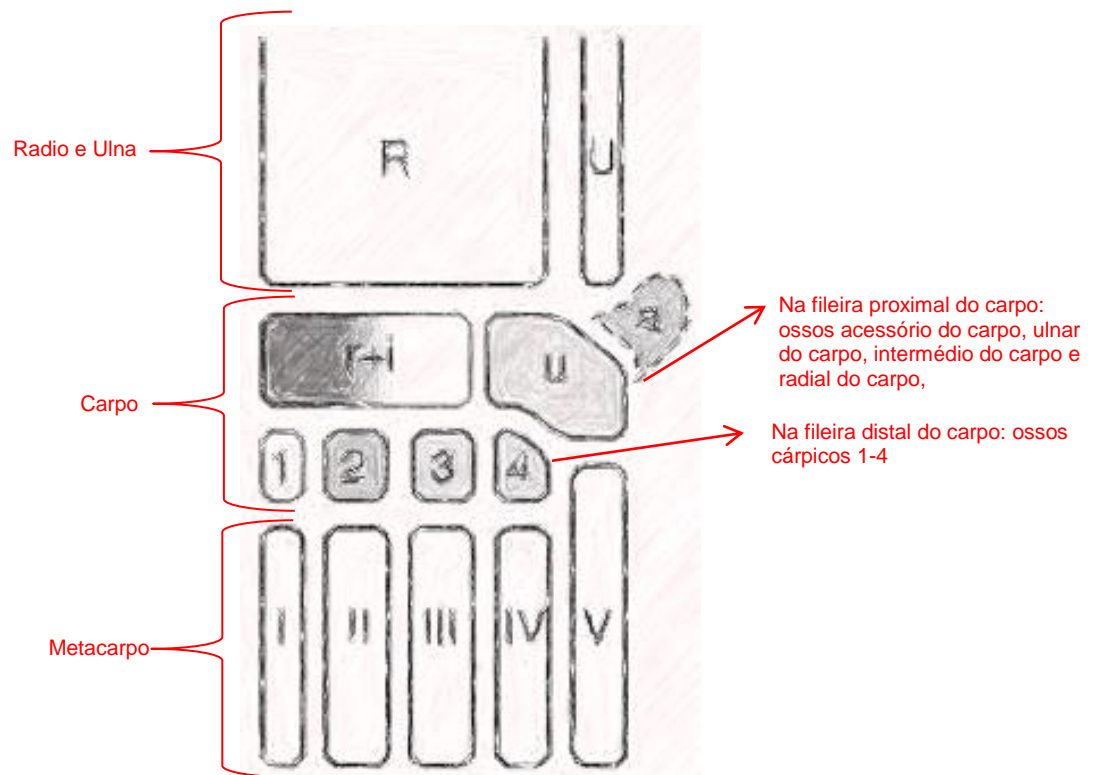
Legenda: 1, olécrano; 2, processo ancôneo; 3, incisura troclear; 4, processo estiloide lateral.

Enquanto o rádio é um osso em formato de haste simples, a ulna tem uma aparência incomum já que sua diáfise é bastante reduzida e sua extremidade proximal é prolongada além da superfície articular para formar o elevado olécrano, a ponta do cotovelo. Esse processo, que constitui um ponto de referência muito saliente, fornece fixação ao tríceps. Naturalmente, a fusão da ulna com o rádio impede os movimentos de supinação e pronação em mamíferos domésticos que não cães e gatos.

O carpo é composto por um conjunto de ossos curtos dispostos em duas fileiras (Figura 58). A fileira proximal é composta (em sequência mediolateral) dos ossos radial, intermédio, ulnar e acessório. Os elementos da fileira distal são numerados de um a quatro (novamente em sequência mediolateral). As diferentes espécies animais possuem fórmulas do carpo específicas de acordo com suas

adaptações evolutivas para locomoção.

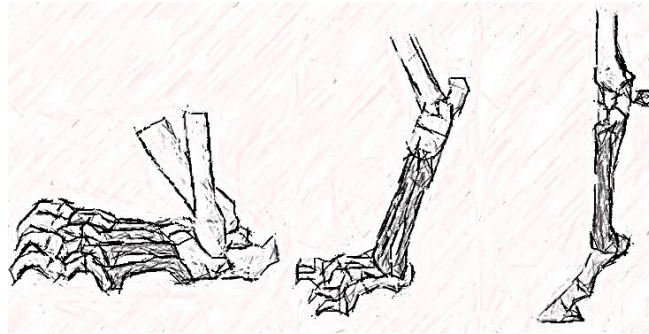
Figura 58 – Os ossos do esqueleto do carpo de cão



Fonte: Adaptada de Singh (2019).

O padrão primitivo do esqueleto da mão dos mamíferos exibe cinco raios mais ou menos equivalentes, cada um composto de um metacarpo e falanges proximal, média e distal dispostas em linha. Esse padrão foi modificado, em todas as espécies domésticas e todas elas incluindo a suína, apresentam, em algum grau, uma especialização para a corrida (Figura 59). A especialização para a corrida envolve a elevação da mão (e do pé) de uma postura “pé chato” (plantígrada) primitiva, apresentada pelos ursos. Um estágio intermediário, a postura digitígrada, é observado em cães, que se sustentam somente sobre os dígitos. Seu ápice é a postura unglígrada, observada em ruminantes, suínos e equinos, nos quais apenas a ponta dos dígitos, protegida por cascos (úngulas), confere a sustentação. Esse processo faz com que os dígitos abaxiais percam, a princípio, o contato permanente com o solo; o desenvolvimento compensatório dos demais dígitos permite a sustentação de uma proporção maior do peso. O processo não progrediu muito em cães e gatos, nos quais somente o dígito mais medial perdeu o contato com o solo e é conservado como um dígito rudimentar não funcional. Os quatro dígitos funcionais são bastante semelhantes, e o eixo da mão passa entre o terceiro e o quarto dígitos.

Figura 59 – Ilustração das posturas plantígrada (esquerda), digitígrada (intermediária) e unglígrada (direita)

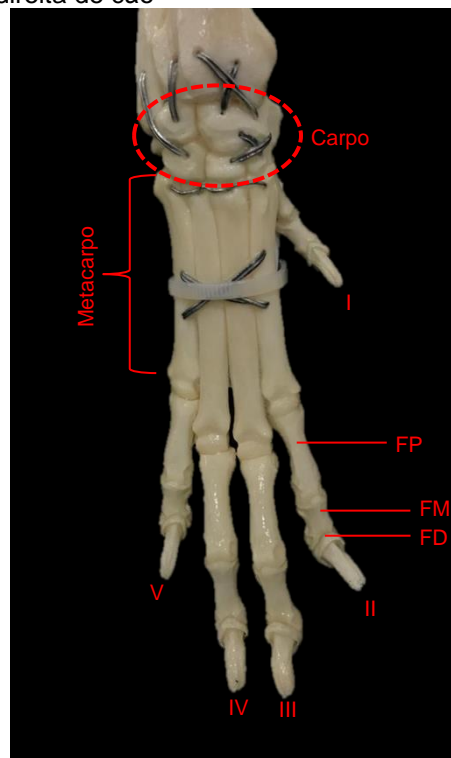


Fonte: Adaptada de Singh (2019).

O esqueleto metacárpico é comprimido no sentido dorsopalmar sendo que cada osso metacárpico apresenta uma extremidade proximal (base), uma diáfise (corpo) e uma extremidade distal (cabeça). Por fim, as falanges (proximal, média e distal) são ossos que formam os dígitos (Figura 60).

Nos cães, existem ainda os pares de ossos sesamoides proximais na face palmar da articulação metacarpofalângica e uma estrutura cartilaginosa distal na face palmar da articulação interfalângica distal. Também, há ossos sesamoides no interior dos tendões extensores sobre a face dorsal das articulações metacarpofalângicas.

Figura 60 – Esqueleto da mão direita de cão



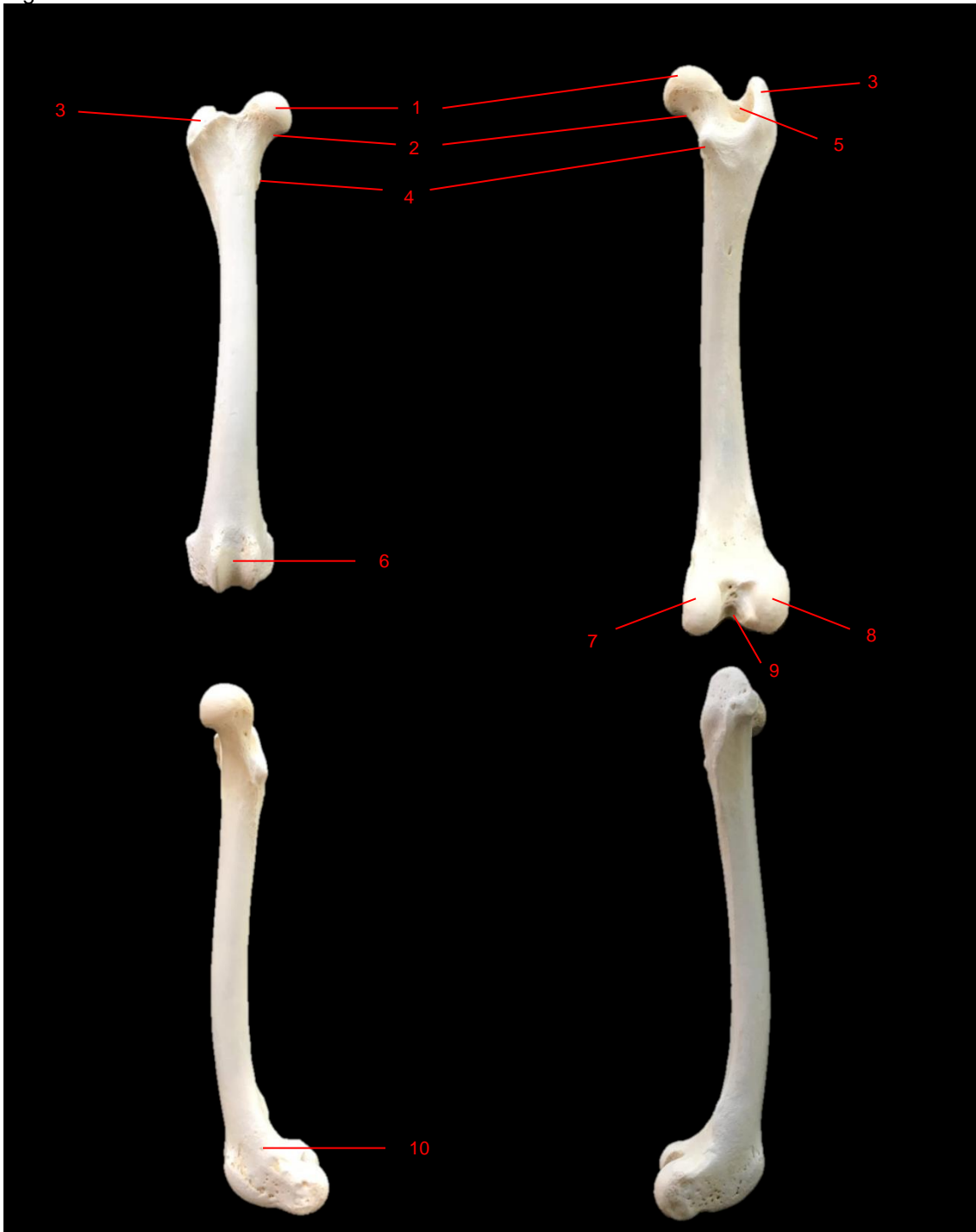
Fonte: Massari (2019).

Legenda: Vista dorsal, os algarismos romanos identificam os ossos dígitos de I a V. *FP*, *FM* e *FD*, falanges proximal, média e distal.

O esqueleto do membro pélvico é composto, em ordem proximal à distal, pelos seguintes ossos: fêmur, patela, tíbia, fíbula, tarso, metatarso e falanges. Há ainda ossos sesamoides, inclusive o maior dessa classificação, que é a patela, além dos pequenos ossos sesamoides do tendão do músculo gastrocnêmio (caudalmente ao joelho).

O fêmur (Figura 61), que forma o esqueleto da coxa, é o maior dentre os ossos longos. Apresenta diáfise marcada por linhas ásperas que indicam a inserção de grandes massas musculares.

Figura 61– Fêmur direito de cão

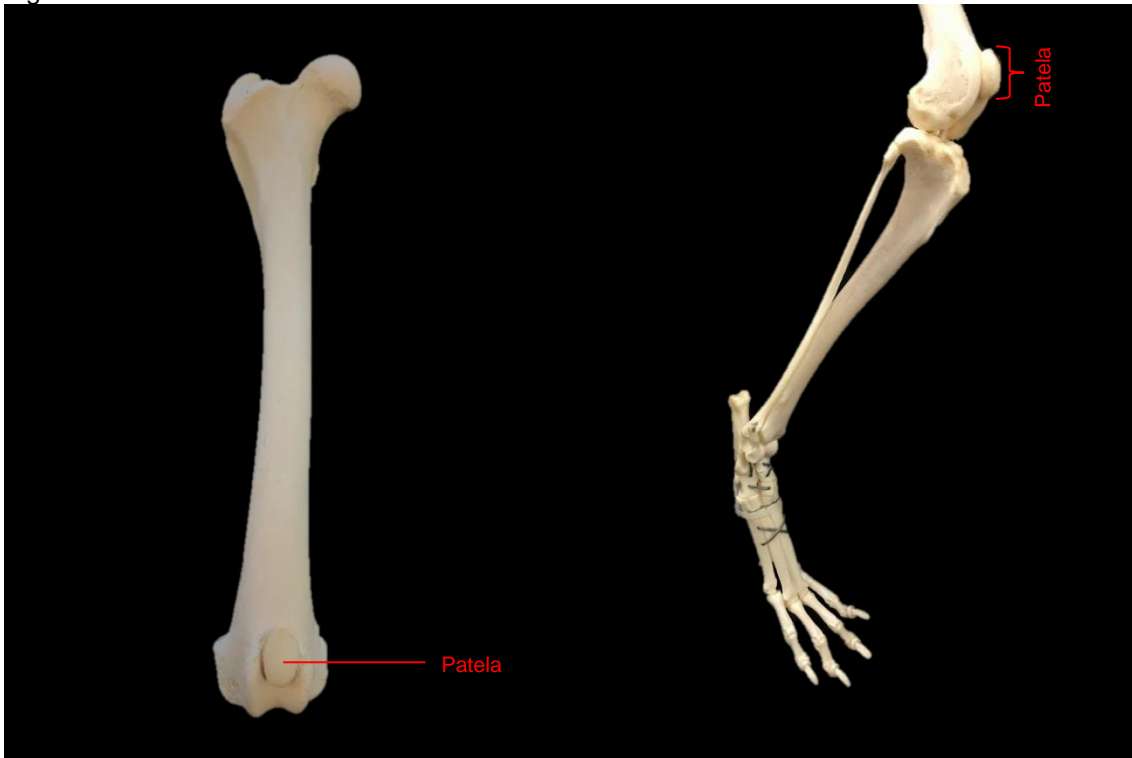


Fonte: Massari (2019).

Legenda: Vistas cranial (acima à esquerda), caudal (acima à direita), medial (abaixo à esquerda) e lateral (abaixo à direita). 1, cabeça (com a fóvea no centro); 2, colo; 3, trocânter maior; 4, trocânter menor; 5, fossa trocantérica; 6, tróclea; 7, côndilo medial; 8, côndilo lateral; 9, fossa intercondilar; 10, tuberosidades supracondilares.

A patela (Figura 62) é um sesamoide desenvolvido na inserção do músculo quadríceps femoral, o principal extensor do joelho. É ovoide em cães.

Figura 62 – Patela de cão

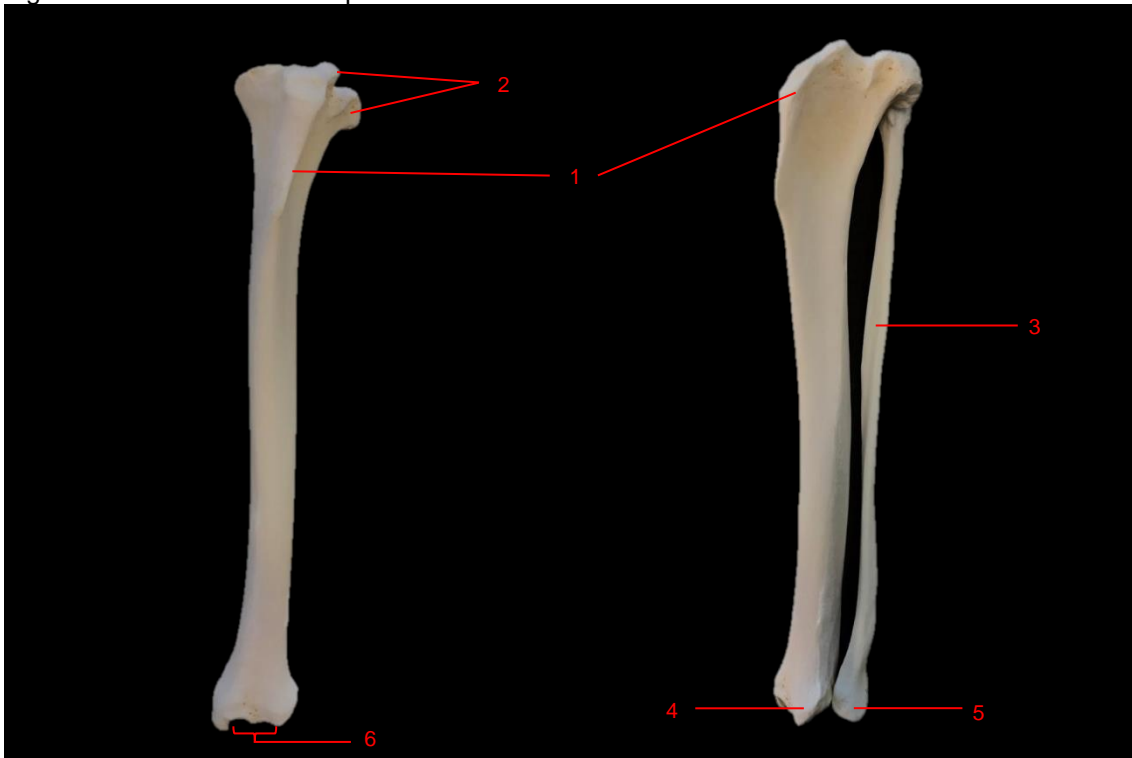


Fonte: Massari (2019).

Legenda: Vista cranial (à esquerda) e vista lateral (à direita)

O esqueleto da perna é composto da tíbia e da fíbula (Figura 63). O osso medial, a tíbia, é sempre o maior dentre esses dois. A fíbula é excluída da articulação com o fêmur.

Figura 63 – Tíbia e fíbula esquerdas de cão

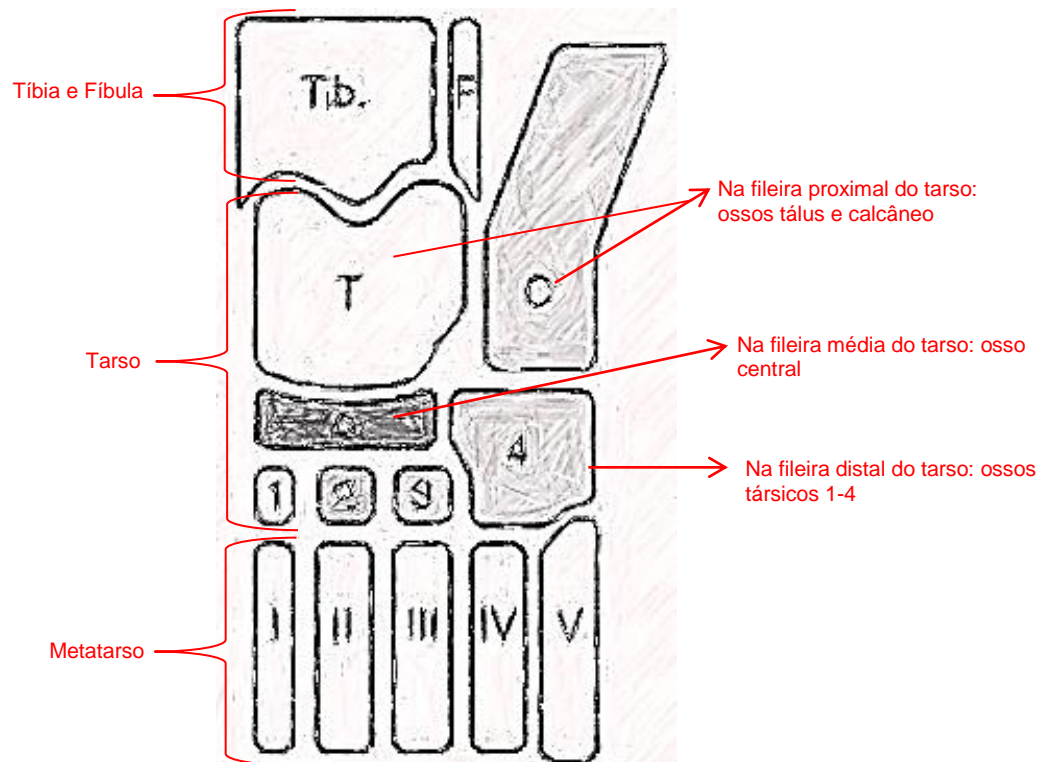


Fonte: Massari (2019).

Vista cranial (à esquerda) e lateral (à direita). 1, tuberosidade da tíbia; 2, côndilos tibiais (lateral e medial); 3, fíbula; 4, maléolo medial; 5, maléolo lateral (representando a extremidade distal da fíbula); 6, cóclea.

Os ossos do tarso são dispostos em três fileiras (Figura 64). Nos cães, a fileira proximal é composta de dois ossos relativamente grandes: o tálus (medialmente) e o calcâneo (lateralmente); a fileira média é formada por um único osso, o tarso central e, finalmente, a distal é composta de até quatro ossos (numerados em sequência mediolateral).

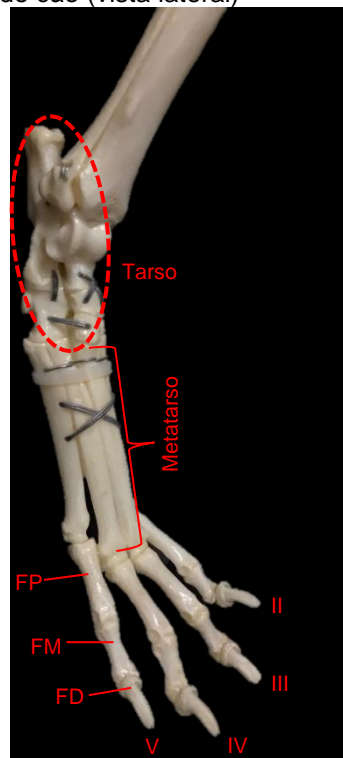
Figura 64 – Os ossos do esqueleto do tarso de cão



Fonte: Adaptada de Singh (2019).

Em relação ao metatarso (Figura 65), o primeiro osso metatársico é rudimentar em cães, visto que poucas raças apresentam, de forma consistente, um dígito vestigial no membro pélvico. Por fim, as falanges (proximal, média e distal) são ossos curtos que formam os dígitos.

Figura 65 – Esqueleto do pé direito de cão (vista lateral)



Fonte: Massari (2019).

4.2.1 Glossário aplicado à Osteologia Veterinária⁷

Acetábulo – do latim, *acetum* = vinagre, *abulum* = pequeno recipiente. Na Roma antiga, a palavra era empregada para uma vasilha pequena, de boca larga, contendo geralmente vinho ou vinagre. Também era uma medida de capacidade líquida, equivalente hoje a aproximadamente uma xícara de chá. Em Anatomia, designa a cavidade de cada lado do quadril em que se encaixa a cabeça femoral.

Acrômio – do grego, *akromium* = extremidade do ombro; *akros* = ponto mais saliente; *omos* = ombro. É a extremidade distal da escápula encontrada nas espécies domésticas, com exceção dos equinos.

Atlas – do grego, *atlao* = eu suporte, sustento. Na mitologia grega, conta-se sobre um gigante de força descomunal que, após a derrota dos titãs para os deuses, foi condenado por Júpiter a carrear o mundo nas costas. Na Anatomia, é a primeira vértebra cervical, a qual por analogia sustenta a cabeça.

Áxis – do latim, *axis* = eixo, pivô. É a segunda vertebra cervical devido à primeira girar sobre esta como em um eixo.

Calcâneo – do latim, *calx* = calcanhar. É um dos ossos que compõem o tarso.

⁷ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

Carpo – do grego, *karpos*= punho. É uma região do membro torácico, composta por duas fileiras de ossos curtos.

Coanas – do grego, *choane* = funil. É a passagem afunilada entre ossos das cavidades nasal e oral (região da nasofaringe).

Costela – do latim, *costa* = costela. De acordo com a Bíblia Sagrada, a mulher teria sido feita a partir de uma costela de Adão, significando que ela é companheira, ou seja, está ao lado do homem no qual as costelas se posicionam lado a lado. Por isso, não foi utilizado um osso inferior nem superior, mas sim um osso lateral a outro.

Cribiforme – do grego, *cribum* = peneira; *formis* = em forma de. É parte do osso etmoide a chamada lâmina cribiforme ou crivosa devido aos crivos (orifícios) que possui. Apresenta dois canais olfatórios, onde se alojam os bulbos olfatórios e pelos diversos outros orifícios passam os filetes nervosos do primeiro par de nervos cranianos.

Epífise – do grego, *epi* = sobre; *physis* = sulco, crescimento. É a extremidade de um osso longo.

Escápula – do latim, *escapulae* = espáduas, ombros. É o osso mais proximal pertencente ao membro torácico.

Esqueleto – do grego, *skeletos* = seco, duro. O conjunto de ossos articulados é que forma o esqueleto do corpo animal.

Falange – do grego, *phalax* = fileira de soldados. Os ossos dos dedos estão organizados em fileiras de falanges proximal, média e distal.

Fêmur – do latim, *femur* = coxa. É o osso da coxa do corpo animal.

Fíbula – do latim, *fibula* = alfinete. É o osso da perna em formato pontiagudo.

Forame – do latim, *foramen* = buraco, furo. É o termo usado para as aberturas nos ossos por onde transpassam vasos sanguíneos e nervos.

Hioide – do grego, *hyu* = letra U; *oides* = em forma de. É o conjunto de ossos localizados na parte ventral do pescoço, que dá suporte à base da língua.

Ílio – do latim, *ilium* = quadril, anca; do grego, *Ilion* = Troia. O contorno interno do osso assemelha-se ao mapa de Troia na Grécia antiga.

Ísquio – do grego, *ischion* = anca, pelve. É um dos ossos que compõe o coxal.

Linfa – do latim, *lympa* = água. É o fluido claro circulante nos vasos linfáticos.

Magno – do latim, *magnus* = grande, imenso. O forame magno, circundado pelo osso occipital, é o maior dos forâmens do crânio.

Mandíbula – do latim, *mandibula* = maxila ventral, queixo. É o osso do crânio que

acopla a arcada dentária inferior dos animais.

Manúbrio – do latim, *manubrium* = empunhadura ou cabo de espada. É o osso mais cranial que compõe o esterno.

Metáfise – do grego, *meta* = entre; *physis* = crescimento. É a região entre a epífise e a diáfise de um osso longo, responsável pelo aumento do comprimento deste, ou seja, pelo crescimento em altura do animal.

Occipital – do latim, *occipitium* = occipício. É o osso mais caudal do crânio animal.

Ossos – do latim, *os* = osso; do grego, *osteon* = osso. Osteônio (ou canal de Harvers) é a unidade anatômica e funcional do tecido ósseo característica do osso compacto.

Parietal – do latim, *parietem* = parede. Os ossos parietais formam as paredes do crânio.

Patela – do latim, *patela* = prato raso. É o maior osso sesamoide do corpo animal, localizado na região do joelho, por onde desliza o tendão do músculo quadríceps femoral.

Pelve – do latim, *pelvis* = bacia, caldeirão; do grego, *pyelos* = tigela. Na Roma antiga, *pelvis* designava um grande vaso fundo com bordas retorcidas como um caldeirão.

Púbis – do latim, *pubes* = púbere, puberdade. Osso que compõe o coxal e localiza-se na região ventral da cavidade pélvica, próximo aos órgãos genitais.

Quadril – do latim, *quadrus* = esquadro, quadrado.

Rádio – do latim, *radius* = raio de uma roda. É um dos ossos que compõem o antebraço.

Sacro – do latim, *sacrum* = sagrado. É o osso que forma o teto da cavidade pélvica, esta que aloja o órgão sagrado feminino, o útero.

Sesamoide – do grego, *sesamem*: sésamo, gergelim; *oide* = em forma de. Pequenos ossos que funcionam como polias para evitar o desgaste de tendões, têm o formato semelhante à semente de gergelim.

Temporal – do latim, *temporalis* = relativo à passagem do tempo. Os ossos temporais, localizados no crânio, localizam-se na região lateral da cabeça, em que no ser humano é possível observar as marcas da senilidade com o surgimento dos cabelos brancos sobre o couro cabeludo desse local.

Trocânter – do grego, *trochanter* = corredor; *trochos* = roda. Os trocânteres são elevações ósseas na epífise proximal do fêmur; têm função de alavancar os músculos que rotacionam o fêmur no movimento de corrida.

Tróclea – do grego, *trochilea*; do latim, *trochlea* = roldana. A *trochlea* romana era um dispositivo mecânico com a função de erguer pesos que giravam em um eixo horizontal.

Úlna – do latim, *ulna* = antebraço; do grego, *olene* = cotovelo. É um dos ossos que forma o antebraço do corpo animal.

Úmero – do latim, *humerus* = ombros, espáduas. É o osso que forma o braço do corpo animal.

Vértebra – do latim, *vertebra* = espinha dorsal. São os ossos que compõem a coluna vertebral do corpo animal.

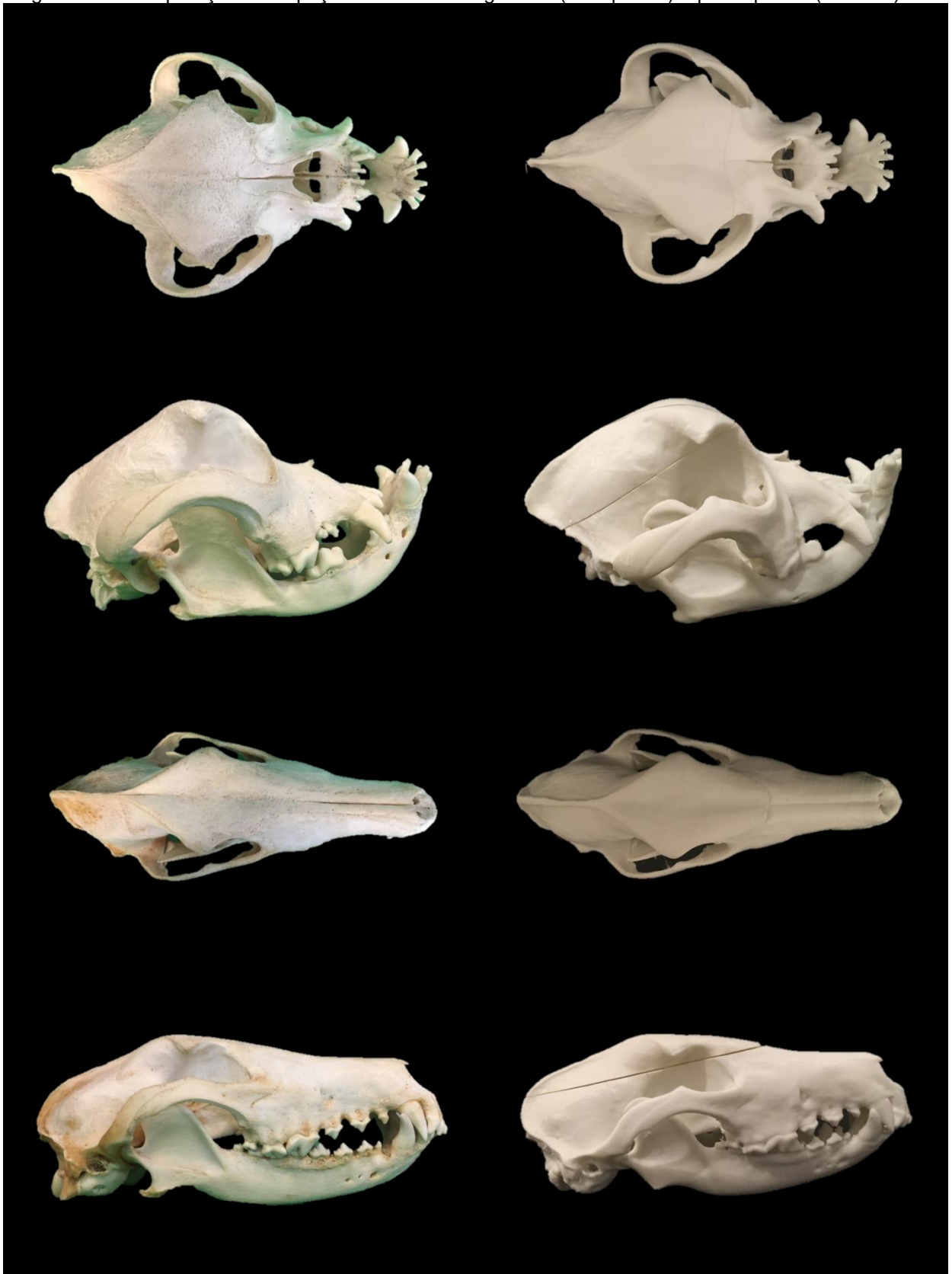
Xifoide – do grego, *xiphos* = punhal, adaga; *oide* = em forma de. É o processo ósseo mais caudal do esterno, apresenta forma de uma pequena espada.

Zigomático – do grego, *zygomatikos* = unido, ligado; *zygon* = par. O arco zigomático é composto pela união entre os ossos zigomático e temporal.

4.2.2 Impressão 3D para Osteologia Veterinária

As peças anatômicas sintéticas foram prototipadas através do *software* InVesalius[®], a partir das imagens escaneadas por tomografia computadorizada ao examinar as peças originais, e produzidas em impressora 3D (Figura 66). Através da abertura da calota craniana feita por impressão 3D, é possível a visualização da placa cribiforme e demais estruturas internas do crânio desses cães.

Figura 66 – Comparação entre peças anatômicas orgânicas (à esquerda) e prototipadas (à direita)



Fonte: Massari (2019).

4.2.3 Osteologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem⁸

A especialidade de ortopedia vem crescendo dentro da Medicina Veterinária e as cirurgias ortopédicas, incluindo os reparos cirúrgicos de fraturas, são realizadas rotineiramente nas clínicas e hospitais veterinários.

Enquanto as principais cirurgias ortopédicas do esqueleto axial incluem correções em ossos da cabeça, da coluna vertebral, das costelas, do esterno e da pelve, as do esqueleto apendicular incluem as intervenções cirúrgicas em ossos que compõem os membros torácicos e pélvicos. Desse modo, o esqueleto apendicular é formado principalmente por ossos longos divididos anatomicamente em diferentes regiões: epífises, metáfises e diáfise. A placa de crescimento epifisária está localizada na metáfise. A cartilagem articular recobre as superfícies articulares em cada extremidade do osso longo.

O osso de um animal adulto é composto pelo tecido ósseo compacto (maciço ou cortical) e o tecido ósseo esponjoso (poroso ou trabecular). Ao mesmo tempo em que o tecido ósseo compacto constitui a camada externa de quase todos os ossos e forma o canal medular na diáfise, o tecido ósseo esponjoso é encontrado principalmente nas epífises e nas metáfises dos ossos longos.

Assim, uma fratura ocorre quando a força externa aplicada ao osso é bem maior que a resistência biomecânica desta estrutura, levando ao rompimento da continuidade do tecido ósseo ou do tecido cartilaginoso. Portanto, as fraturas são lesões nos ossos que causam a interrupção da continuidade dessas estruturas anatômicas sendo então definidas como uma solução ou quebra de um osso. Podem ser resultado de um traumatismo ou ocorrer devido ao enfraquecimento do osso causado por alguma doença (fratura patológica).

Como diferentes tipos de forças podem afetar os aspectos biomecânicos dos ossos, as fraturas podem ser classificadas de acordo com a Figura 67.

⁸ Cf.: Whittick (1990), Bojrab (2005), Kealy, McAllister e Graham (2012), Tobias e Johnston (2013), DeCamp et al. (2015), Fossum (2015), Zachary e McGavin (2016) e Fang (2018).

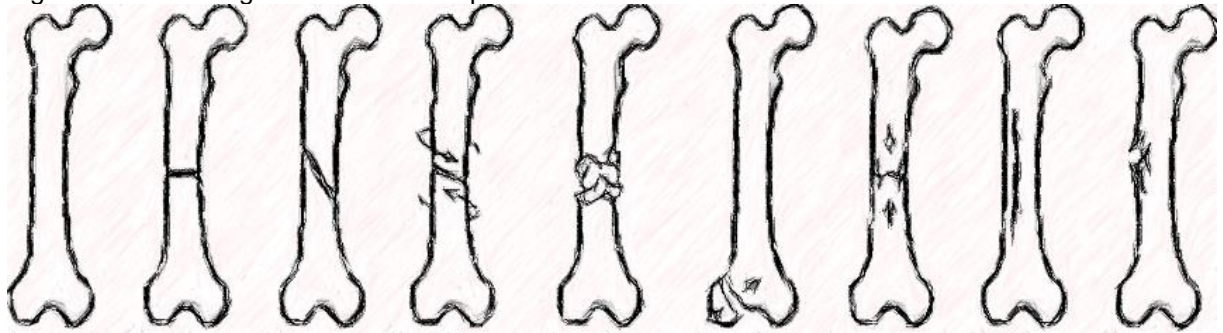
Figura 67 – Quadro descritivo dos tipos de fraturas encontradas nos pacientes veterinários

<p style="text-align: center;">Completa ou incompleta</p> <p>Em uma fratura completa há ruptura de toda a substância óssea. Na fratura incompleta, há certa continuidade entre as extremidades fraturadas, como ocorre em uma fissura ou fratura em galho-verde. Uma fratura em galho-verde é aquela que ocorre no córtex do lado convexo de um osso que foi arqueado enquanto o córtex oposto permanece intacto. Uma fratura em relevo ocorre no córtex do lado côncavo de um osso que foi arqueado. Em uma fissura ou fratura em fio de cabelo, há uma fina linha de fratura sem qualquer separação notável das extremidades dessa fratura; a espessura do osso não está envolvida.</p>
<p style="text-align: center;">Fechada ou aberta</p> <p>Uma fratura fechada não possui comunicação com o exterior. Uma fratura aberta (composta) está associada a um ferimento e está, dessa forma, em comunicação com o exterior (exposta). Nas radiografias, as sombras aéreas geralmente podem ser visualizadas nos tecidos moles no local de uma fratura composta.</p>
<p style="text-align: center;">Simples ou cominutiva</p> <p>Uma fratura simples possui somente dois fragmentos de fratura; uma fratura cominutiva ou múltipla possui três ou mais fragmentos associados. Um fragmento “em borboleta” é um pedaço de osso em forma de cunha no local da fratura. Uma fratura segmentar possui duas linhas de fratura que resultam na separação de um segmento ósseo entre essas linhas.</p>
<p style="text-align: center;">Transversa, oblíqua ou espiralada</p> <p>Em uma fratura transversa, a linha de fratura está em ângulo reto em relação ao eixo longo do osso. Em uma fratura oblíqua, a linha de fratura possui angulação em relação ao eixo longo do osso. Em uma fratura espiralada, a linha de fratura gira em torno do eixo maior do osso.</p>
<p style="text-align: center;">Avulsiva ou lascada</p> <p>Em uma fratura avulsiva, um fragmento ósseo é removido do osso no local da fixação de um tendão ou ligamento. Uma fratura lascada é uma separação de um pequeno pedaço de osso sem interrupção de sua continuidade geral. Fraturas lascadas ocorrem nas margens articulares ou próximas a elas.</p>
<p style="text-align: center;">Comprimida</p> <p>Uma fratura comprimida possui fragmentos de fratura sobrepostos, como resultado da compressão. Ela é geralmente identificada nos corpos das vértebras. Em uma fratura lascada, os fragmentos permanecem parcialmente um ao lado do outro.</p>
<p style="text-align: center;">Patológica ou por estresse</p> <p>Uma fratura patológica ocorre no local onde um processo de doença enfraqueceu o osso. Uma fratura patológica incompleta é conhecida como fratura em dobradiça, pois o osso parece dobrar-se. Uma fratura por estresse resulta de um traumatismo continuado secundário em um osso, quando o processo de reparação, durante um período de tempo, é incapaz de manter o mesmo ritmo dos danos repetitivos.</p>
<p style="text-align: center;">Diafisal ou epifiseal</p> <p>Uma fratura diafisal ocorre na haste de um osso logo. Uma fratura epifiseal ou, talvez mais corretamente, uma separação epifiseal (entre a metáfise e a epífise), ocorre quando a epífise de um osso é deslocada da sua posição normal. O movimento ocorre na cartilagem epifiseal.</p>

Fonte: Massari (2019).

É importante classificar as fraturas para determinar suas características, planejar o tratamento adequado e também definir o prognóstico. Logo, a classificação das fraturas pode ser baseada na direção das diferentes forças que foram aplicadas ao osso, o que gera distintos padrões da linha de fratura, conforme mostra a Figura 68.

Figura 68 – Morfologia dos diferentes tipos de fraturas em animais



Fonte: Massari (2019).

Da esquerda à direita: osso hígido (intacto); fratura transversa; fratura oblíqua; fratura espiralada; fratura cominutiva; fratura avulsiva; fratura comprimida; fratura diafisal; fratura patológica.

A radiografia é a ferramenta mais comumente usada para diagnosticar lesões ortopédicas, incluindo as fraturas. No entanto, ressalta-se que o histórico, a anamnese e o exame físico do paciente antes da realização do exame de imagem são cruciais na eleição da área afetada do corpo animal a ser radiografada. Em geral, pelo menos duas projeções radiológicas com 90° entre si (em ângulos retos uma em relação à outra para compor um panorama tridimensional do problema) devem ser realizadas para uma avaliação em conjunto. O exame deve incluir sempre as articulações proximal e distal ao local onde há suspeita de fratura. As Figuras 69, 70 e 71 mostram algumas fraturas diagnosticadas em pequenos animais.

Figura 69 – Fratura completa oblíqua em diáfise de fêmur direito de cão em incidência ventrodorsal



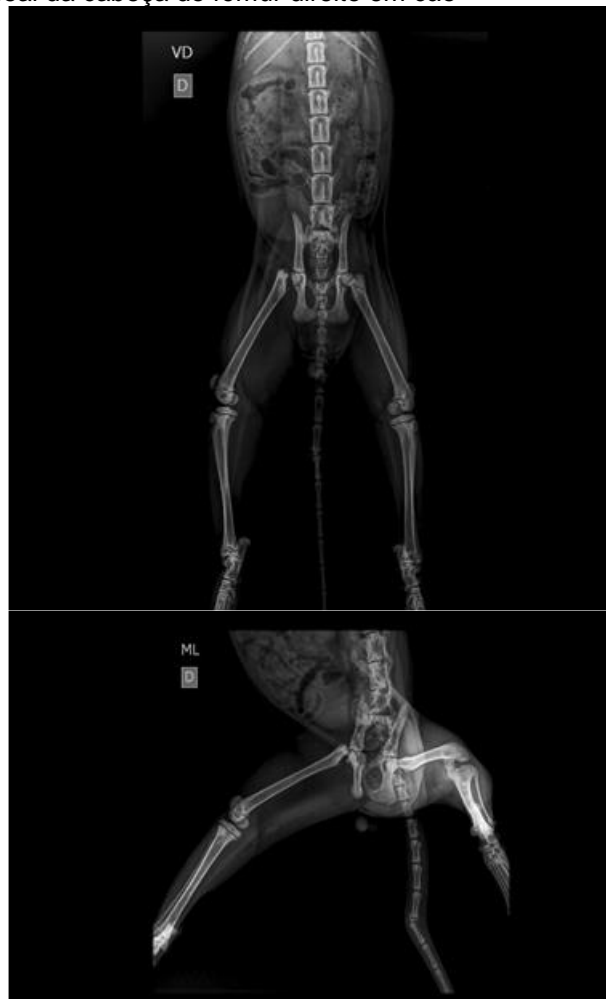
Fonte: Massari (2019).

Figura 70 – Fratura completa cominutiva em diáfise de fêmur esquerdo de cão. Incidência ventrodorsal



Fonte: Massari (2019).

Figura 71 – Fratura epifiseal da cabeça do fêmur direito em cão



Fonte: Massari (2019).

Acima: projeção ventrodorsal; abaixo: incidência mediolateral do membro pélvico.

Nota-se que a linha da fratura aparece como uma risca de radiotransparência entre os fragmentos ósseos. Na maioria dos casos, as fraturas recentes possuem um edema de tecido mole associado.

Com tudo isso, no estudo das fraturas, a radiografia pode ser necessária por uma ou mais das seguintes razões: a) para confirmar um diagnóstico clínico; b) para demonstrar a posição, a relação e a natureza dos fragmentos ósseos fraturados, com o intuito de decidir o melhor método de tratamento; c) para determinar a idade de fratura; d) para medir o comprimento de um osso e a espessura da cavidade medular, com o intuito de selecionar o tamanho correto da prótese (frequentemente, isso é realizado por meio de uma radiografia do osso intacto correspondente do membro oposto); e) para visualizar uma fratura suspeita não demonstrável clinicamente; f) para avaliar o grau de reparo.

4.2.4 Osteologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais⁹

O osso pode ser afetado por diversas alterações na composição do sangue. Assim, graves anormalidades nos processos metabólicos do corpo animal poderão ser refletidas no esqueleto. Quando o conteúdo de cálcio no osso se reduz a cerca de 50% do valor de referência, as alterações radiográficas já se tornam evidentes. Em casos de osteodistrofia fibrosa secundária à doença renal crônica, tem-se o envolvimento de rins insuficientes, glândulas paratireoides aumentadas de volume e ossos enfraquecidos devido à perda da densidade óssea.

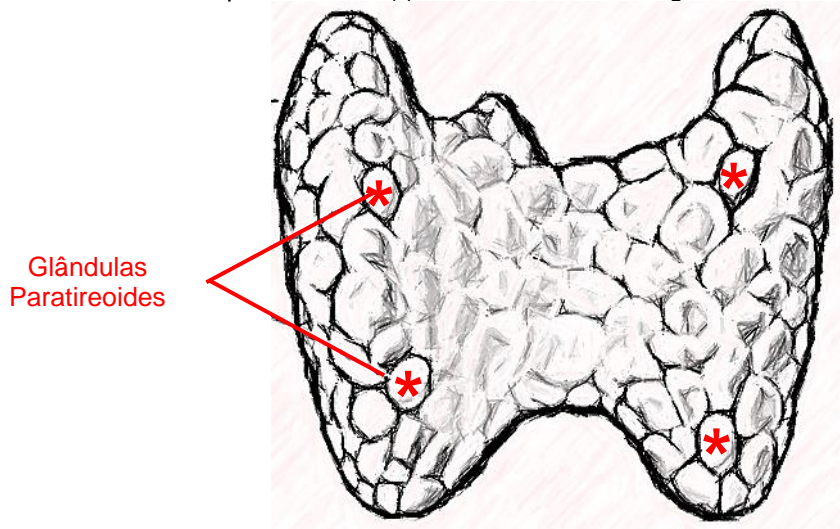
Os rins são responsáveis pela filtração glomerular do sangue. A falência renal causa retenção de fosfato (hiperfosfatemia) que, por sua vez, diminui a concentração sérica de cálcio ionizado sérico (hipocalcemia), além do déficit de vitamina D. Esse desequilíbrio entre as concentrações de cálcio e fósforo estimula a secreção do paratormônio (PTH) consequentemente à hiperplasia da glândula paratireoide nos animais, na tentativa de remover cálcio do tecido ósseo ofertando-o à corrente sanguínea.

O hiperparatireoidismo é, então, o aumento na secreção do paratormônio (PTH). As células principais da glândula paratireoide (Figura 72) secretam o PTH que é um hormônio peptídico com a função de controlar continuamente o nível de

⁹ Cf.: Veiga e Veiga (2006), Castro et al. (2007), Kealy, McAllister e Graham (2012), Alves, Crivellenti e Carvalho (2014), Jericó, Andrade Neto e Kogika (2015), Nelson e Couto (2015), Parker, Gilor e Chew (2015), Almeida Freitas et al. (2017), Almeida Freitas et al. (2017).

cálcio ionizado no sangue e no líquido extracelular. A osteodistrofia fibrosa ou osteodistrofia renal é, então, uma complicação decorrente do hiperparatireoidismo secundário à doença renal crônica em estágio avançado. Caracteriza-se como um distúrbio osteopênico com proliferação do tecido conjuntivo fibroso, mais evidente nos ossos mandibulares e maxilares, acometendo com maior frequência os animais jovens.

Figura 72 – Glândulas paratireoides (*) de cão, inseridas na glândula tireoide



Fonte: Massari (2019).

Clinicamente, os pacientes apresentam ossos doloridos à palpação e fraturas são comuns. Uma manifestação clínica denominada de “mandíbula de borracha” é caracterizada pelo aumento da reabsorção óssea (descalcificação óssea) no osso mandíbula, fazendo com que tal osso se entorte pela simples compressão manual ao exame físico (torna-se elástico como uma borracha). Também o edema facial, popularmente chamado de “cara inchada”, ocorre devido a grande quantidade de tecido conjuntivo fibroso na mandíbula substituindo o tecido ósseo. Muitas vezes, a deformidade facial, que ocorre pela proliferação de tecido conjuntivo, é uma das primeiras queixas do tutor na consulta veterinária.

O diagnóstico laboratorial do hiperparatireoidismo renal secundário inclui a realização de hemograma, bioquímica sérica, exame de urina e exames de imagem. Através das radiografias, observam-se os seguintes sinais: desmineralização esquelética generalizada (osteoporose) na qual o contraste entre os ossos e os tecidos moldes está drasticamente reduzido e os córtices dos ossos estão extremamente delgados; zona delgada de opacidade aumentada ao longo das

margens das metáfises; as trabéculas tornam-se ásperas e proeminentes. As fraturas patológicas são regularmente visualizadas. Elas são, com frequência, do tipo em relevo ou em galho verde. Não há praticamente qualquer separação das extremidades fraturadas, mas os ossos estão arqueados e um dos córtices geralmente permanece intacto.

4.3 MÓDULO III: ARTROLOGIA VETERINÁRIA¹⁰


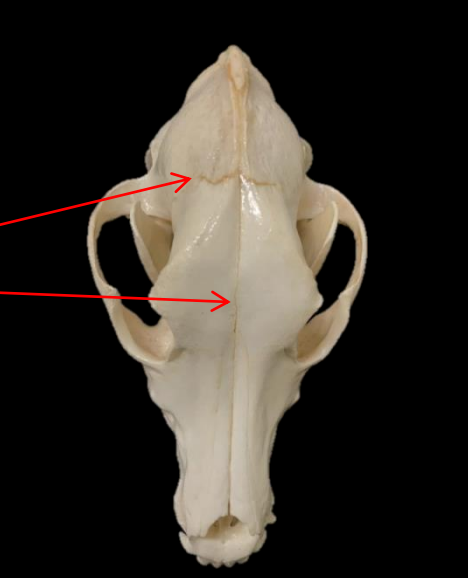
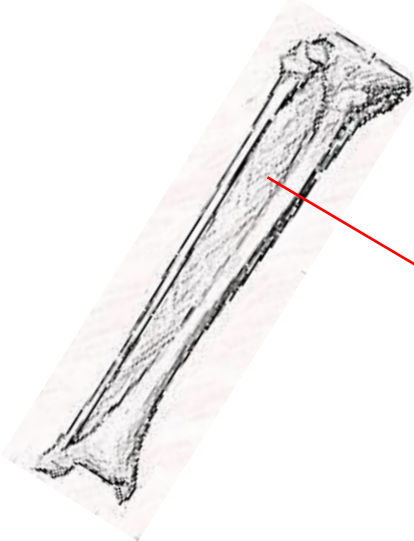
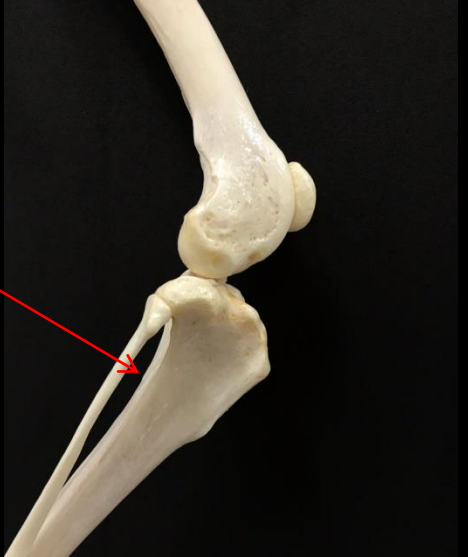
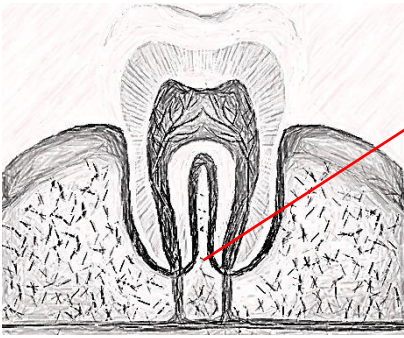
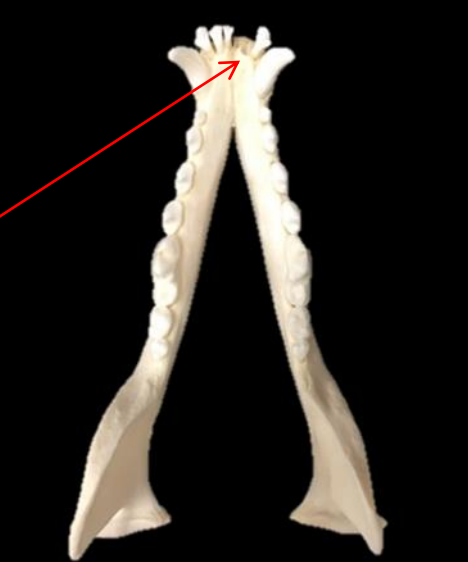
Os ossos aproximam-se formando as articulações. Algumas delas têm a função de permitir a livre movimentação enquanto outras, por sua vez, servem exatamente para o contrário, ou seja, unir firmemente os ossos.

As articulações podem ser classificadas, de acordo com o tecido que une os ossos, em:

- a) Fibrosas: quando os ossos são unidos por tecido conjuntivo fibroso denso. De acordo com a Figura 73, este tipo de articulação ainda pode ser subdividido em:
 - i. Sutura: articulações que permitem o crescimento craniano nos animais jovens.
 - ii. Sindesmose: articulações unidas por ligamentos.
 - iii. Gonfose: junção entre um dente e seu respectivo alvéolo ósseo.

¹⁰ Cf.: Getty et al. (1986), Colville e Bassert (2010) e Singh (2019).

Figura 73 – Quadro de subtipos de articulações fibrosas

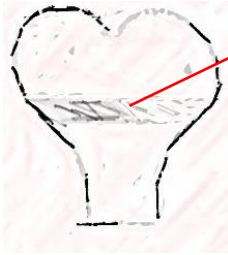

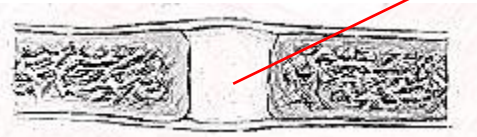
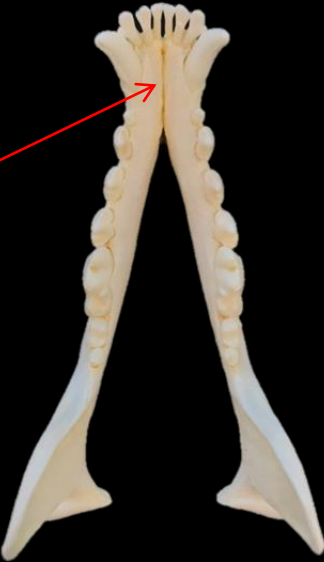
Classificação	Esquema em desenho técnico	Exemplo
Sutura		
Sindesmose		
Gonfose		

Fonte: Massari (2019).

b) Cartilaginosas: quando os ossos unidos são unidos por tecido conjuntivo cartilaginoso. De acordo com a Figura 74, este tipo de articulação ainda pode ser subdividido em:

- i. Sincondrose: entre a epífise e a diáfise de um osso longo de animal jovem (em crescimento).
- ii. Sínfise: entre as mandíbulas direita e esquerda, entre os ílios e púbis direito e esquerdo, entre os corpos das vertebrae sucessivas.

Figura 74 – Quadro de subtipos de articulações cartilaginosas

Classificação	Esquema de desenho técnico	Exemplo
Sincondrose		
Sínfise		

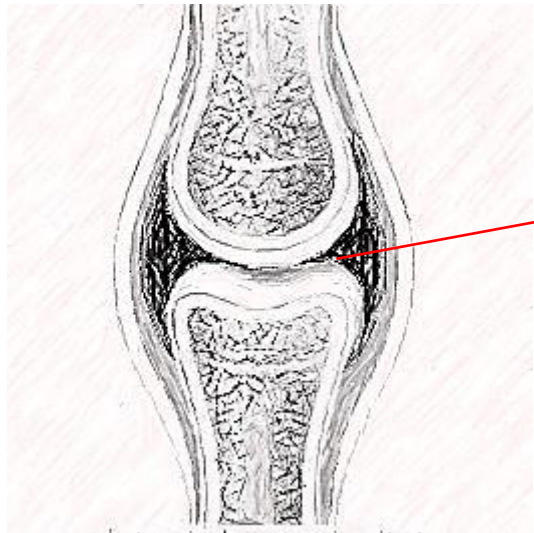
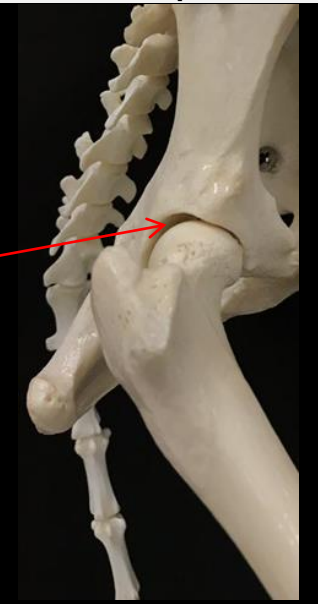
Fonte: Massari (2019).

c) Sinoviais: ossos banhados pelo líquido sinovial no interior de uma cavidade articular. A Figura 75 representa o esquema básico deste tipo de articulação. No entanto, de acordo com suas formas geométricas, ainda podem ser representados por sete subtipos (Figura 76):

- i. Plana
- ii. Em dobradiça
- iii. Em pivô
- iv. Condilar
- v. Elipsoidea
- vi. Selar
- vii. Esferoidea




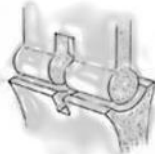



O líquido sinovial, ou sinóvia, possui funções lubrificantes e nutritivas para a cartilagem articular, para qualquer estrutura intra-articular e para a camada superficial da própria membrana sinovial. Algumas das articulações sinoviais, possuem intracapsularmente discos (como na articulação temporomandibular) ou meniscos (como na articulação do joelho). Essas estruturas cartilaginosas aprimoram a incongruência de superfícies articulares discordantes, decompondo movimentos complexos em ações biomecânicas muito mais simples.

Figura 75 – Articulação sinovial

Classificação	Esquema de desenho técnico	Exemplo
Sinovial		

Fonte: Massari (2019).

Figura 76 – Quadro de subtipos de articulações sinoviais

Classificação	Esquema em desenho técnico	Exemplo
Sinovial plana		Articulação entre os processos articulares das vértebras
Sinovial em dobradiça		Articulação metacarpofalângica
Sinovial em pivô		Articulação atlantoaxial
Sinovial condilar		Articulação femorotibial
Sinovial elipsoidea		Articulação mediocarpal
Sinovial selar		Articulação interfalângica
Sinovial esferoidea		Articulação coxofemoral

Fonte: Massari (2019).

As articulações do tronco abrangem as articulações da coluna vertebral (Figura 77), articulações da parede torácica (Figura 78) bem como e as articulações e os ligamentos do cingulo pélvico (Figura 79).

Figura 77 – Quadro das articulações da coluna vertebral

Articulação atlantoccipital	Entre os côndilos do osso occipital (crânio) e o atlas (tipo: sinovial)
Articulação atlantoaxial	Entre a fôvea no atlas e o dente do eixo (tipo: sinovial).
Articulações intervertebrais	a) Entre os corpos das vértebras vizinhas (tipo: sinovial) b) Entre os processos articulares de vértebras vizinhas (tipo: sínfise)

Fonte: Massari (2019).

As vértebras formam ao mesmo tempo dois conjuntos de articulações: um

cartilaginosa (entre os corpos vertebrais) e outro sinovial (entre as facetas dos arcos vertebrais). Somente as duas articulações mais craniais são descritas separadamente, as restantes seguem um padrão comum. Entre os corpos das vértebras existem discos intervertebrais. Cada disco é constituído por um disco fibroso periférico, composto por tecido fibrocartilaginosa chamado anel fibroso, e uma substância interna, elástica e macia, chamada núcleo pulposo. Os discos formam fortes articulações, permitindo vários movimentos da coluna vertebral e absorvendo os impactos.

Figura 78 – Quadro das articulações da parede torácica

Articulação costovertebral	Entre a cabeça da costela e a vértebra cranial a esta (tipo: sinovial esferoidea)
Articulação costotransversária	Entre o tubérculo da costela e a vértebra caudal a esta (tipo: sinovial plana)
Articulação costochondral	Entre a costela propriamente dita (tecido ósseo) e sua cartilagem costal (tecido cartilaginosa) (tipo: cartilaginosa sincondrose)
Articulações costosternais	Entre a costela e o esterno (tipo: sinoviais pivotante – trocoide)
Articulações interesternais	Entre os ossos do esterno (tipo: sincondroses)

Fonte: Massari (2019).

Figura 79 – Quadro das articulações e ligamentos do cingulo pélvico

Símfise pélvica	Entre ílio e púbis direitos e esquerdos (articulação cartilaginosa, que se dissocia nas fêmeas no momento da parição para afastar os coxais e aumentar o canal do parto; ossifica-se com o avanço da idade do animal)
Articulações sacroilíacas	Entre as asas do sacro (face articular) e os ílios (mesclam uma articulação sinovial com uma fibrosa ao lado)

Fonte: Massari (2019).

As articulações da cabeça estão descritas na Figura 80.

Figura 80 – Quadro das articulações da cabeça

Suturas cranianas	Entre os ossos planos do crânio. Após o término do período de crescimento do animal, estas não são mais necessárias e a ossificação se estende ao tecido conjuntivo fibroso, finalmente unindo os ossos. Fibrosa
Articulações temporomandibulares (ATM)	Entre o crânio e cada lado da mandíbula. Tipo: sinovial, condilar. Internamente, contém um pequeno disco articular fibroso ou fibrocartilaginosa que divide a cavidade em dois compartimentos
Símfise mandibular	Entre cada uma das metades da mandíbula. Cartilaginosa
Gonfoses	Entre os dentes e seus respectivos alvéolos dentários onde estão fixados; pouquíssima movimentação amortecendo os impactos da mastigação. Fibrosa

Fonte: Massari (2019).

As articulações do membro torácico estão descritas na Figura 81. Todavia, adverte-se que a união entre a escápula e a parede torácica é mantida por um arranjo de músculos denominado sinsarcose, sem que haja, portanto, a formação de uma articulação convencional do membro torácico com o tronco.

Figura 81 – Quadro das articulações do membro torácico

Escápulo-umeral	Entre a escápula o úmero. Sinovial do tipo esferoidea
Úmero-ulnar	Entre a tróclea do úmero e a incisura troclear da ulna
Úmero-radial	Entre o capitulo do úmero e a cabeça do rádio
Rádio-ulnar proximal	Entre a cabeça do rádio e a incisura radial da ulna
Radiocarpal	Entre radio e carpo
Mediocarpal	Entre as fileiras de ossos do próprio carpo
Carpometacarpal	Entre o carpo e o metacarpo
Metacarpofalângica	Entre o metacarpo e a falange proximal
Interfalângica proximal	Entre as falanges próxima e média
Interfalângica distal	Entre as falanges média e distal

Fonte: Massari (2019).

As articulações do membro pélvico estão descritas na Figura 82.

Figura 82 – Quadro das articulações do membro pélvico

Coxofemoral	Entre o acetábulo e a cabeça do fêmur, é a articulação do quadril. Sinovial do tipo esferoide
Femorotibial	Entre o fêmur e tíbia. Possui dois meniscos fibrocartilagosos interpostos entre os côndilos femoral e tibial a fim de compensar a incongruência das superfícies articulares do joelho
Femoropatelar	Entre o fêmur e a patela. Auxiliada pelo ligamento patelar
Tíbiofibular proximal	Entre as epífises proximais da tíbia e da fíbula
Talocrural	Entre o tálus e o osso central do tarso. Articulação em dobradiça
Tálus-calcânea	Entre o tálus e o calcâneo
Tarsometatarsais	Entre os ossos da fileira distal do tarso e os metatarsos
Intermetatarsais	Entre os próprios metatarsos lateralmente
Metatarsofalângicas	Entre o metatarpo e a falange proximal
Interfalângica proximal	Entre as falanges próxima e média
Interfalângica distal	Entre as falanges média e distal

Fonte: Massari (2019).

O joelho é composto pelas articulações femorotibial, femoropatelar e tibiofibular proximal. No entanto, em cães inclui também as articulações entre o fêmur e o par de sesamoides localizado na origem do músculo gastrocnêmio e entre a tíbia e o sesamoide do tendão poplíteo. Na espécie canina, todas essas articulações compartilham uma cavidade sinovial comum.

Ainda, no membro pélvico, os ligamentos são numerosos. Especialmente no joelho (Figura 83), quatro ligamentos unem o fêmur à tíbia e fíbula.

Figura 83 – Quadro dos ligamentos do joelho de cão

Ligamento colateral medial (tibial)	Entre o epicôndilo femoral e a epífise proximal da tíbia
Ligamento colateral lateral (fibular)	Entre o epicôndilo femoral e a epífise proximal da fíbula
Ligamento cruzado cranial (lateral)	Entre o côndilo lateral do fêmur, na fossa intercondilar seguindo craniodistalmente até se fixar à tíbia
Ligamento cruzado caudal (medial)	Segue em ângulos retos em relação ao cranial e se fixa bem atrás na tíbia, próximo à incisura poplíteia

Fonte: Massari (2019).

4.3.1 Glossário aplicado à Artrologia Veterinária¹¹

Gonfose – do grego, *gomphos* = prego, pino. É a articulação fibrosa entre um dente e seu respectivo alvéolo ósseo.

Menisco – do grego, *meniskos* = lua crescente. Os meniscos são cartilagens presentes na articulação tíbiofemoral (joelho) com o formato de meia lua.

Sínfise – do grego, *syn* = união; *physis* = crescimento. É um tipo de articulação cartilaginosa que tende a ossificar com o término do crescimento do corpo animal.

Sinovial – do grego, *syn* = união; *oon* = ovo. As articulações sinoviais possuem uma cavidade articular repleta de líquido sinovial; este possui aspecto (coloração e consistência) semelhante à clara de ovo.

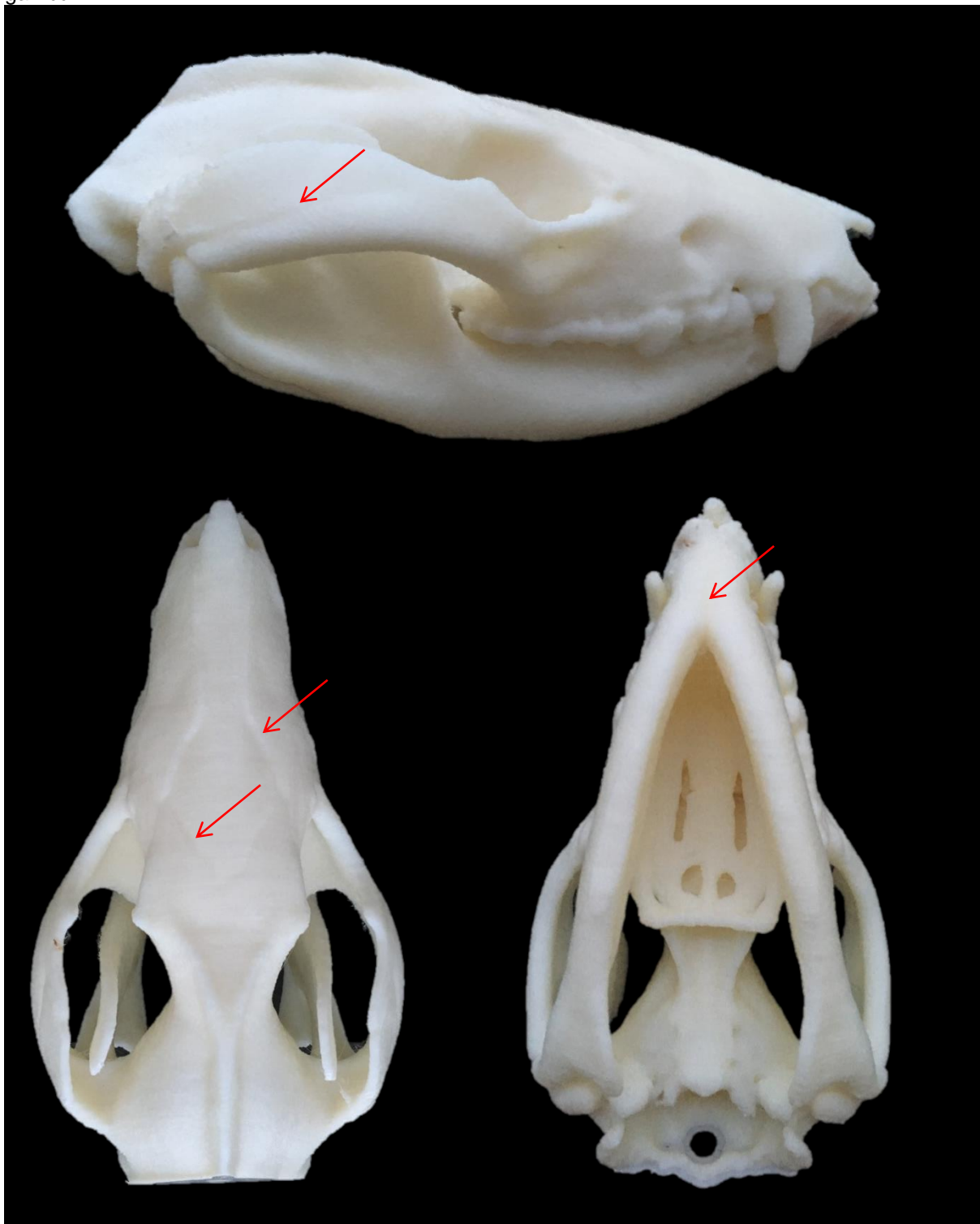
Sutura – do latim, *sutura* = costura. As suturas são articulações fibrosas entre os ossos do crânio, os quais parecem estar alinhavados uns aos outros.

4.3.2 Impressão 3D para Artrologia Veterinária

A peça anatômica sintética foi prototipada através do *software* InVesalius[®], a partir das imagens escaneadas por tomografia computadorizada, ao examinar a peça original. O objetivo nesse biomodelo foi observar as articulações existentes na cabeça de um *Didelphis albiventris* (espécie silvestre de porte muito pequeno, popularmente conhecida como gambá de orelha branca), optando-se por uma ampliação da impressão (Figura 84). Dessa forma, duplicaram-se as mensurações originais, ou seja, o protótipo em ABS apresenta o dobro das dimensões da peça natural.

¹¹ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016), WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

Figura 84 – Peça anatômica 3D impressa em acrilonitrila butadieno estireno a partir da cabeça de gambá



Fonte: Massari (2019).

Nota-se que, para melhor visualização das articulações (setas), criou-se o biomodelo do marsupial em escala 2:1.

4.3.3 Artrologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem¹²

Os exames radiológicos são bastante usados para o diagnóstico de lesões articulares, especialmente a radiografia e a tomografia computadorizada.

As cartilagens articulares, o líquido sinovial e a cápsula articular não são visíveis nas radiografias. O osso subcondral (ou seja, o osso imediatamente abaixo da cartilagem articular) é visível e ele e o córtex das metáfises se fundem suavemente nos animais adultos.

Em ortopedia, luxação é o deslocamento de dois ou mais ossos com relação ao seu ponto de articulação normal (Figura 85). Para o diagnóstico por imagem através de radiografia, pelo menos duas incidências padronizadas, realizadas em ângulo reto uma em relação à outra, são necessárias para uma avaliação apropriada do grau e da direção do deslocamento. As luxações poderão passar facilmente despercebidas se confiar em somente uma incidência. As luxações, como norma, reduzem o alcance normal do movimento de uma articulação. O edema intracapsular irá deslocar os planos fasciais adjacentes.

São, portanto, sinais radiológicos de luxação: superfícies articulares deslocadas (não se articulam apropriadamente) e rompimento dos planos fasciais adjacentes. É aconselhável realizar a comparação com o membro oposto se este estiver hígido.

¹² Cf.: Pelc e Beaulieu (2001), Fishman et al. (2006), Kealy, McAllister e Graham (2012), Bilmont, Mathon e Autefage (2018), Eivers et al. (2018), Griffon et al. (2018).

Figura 85 – Luxação da articulação coxofemoral direita de cão

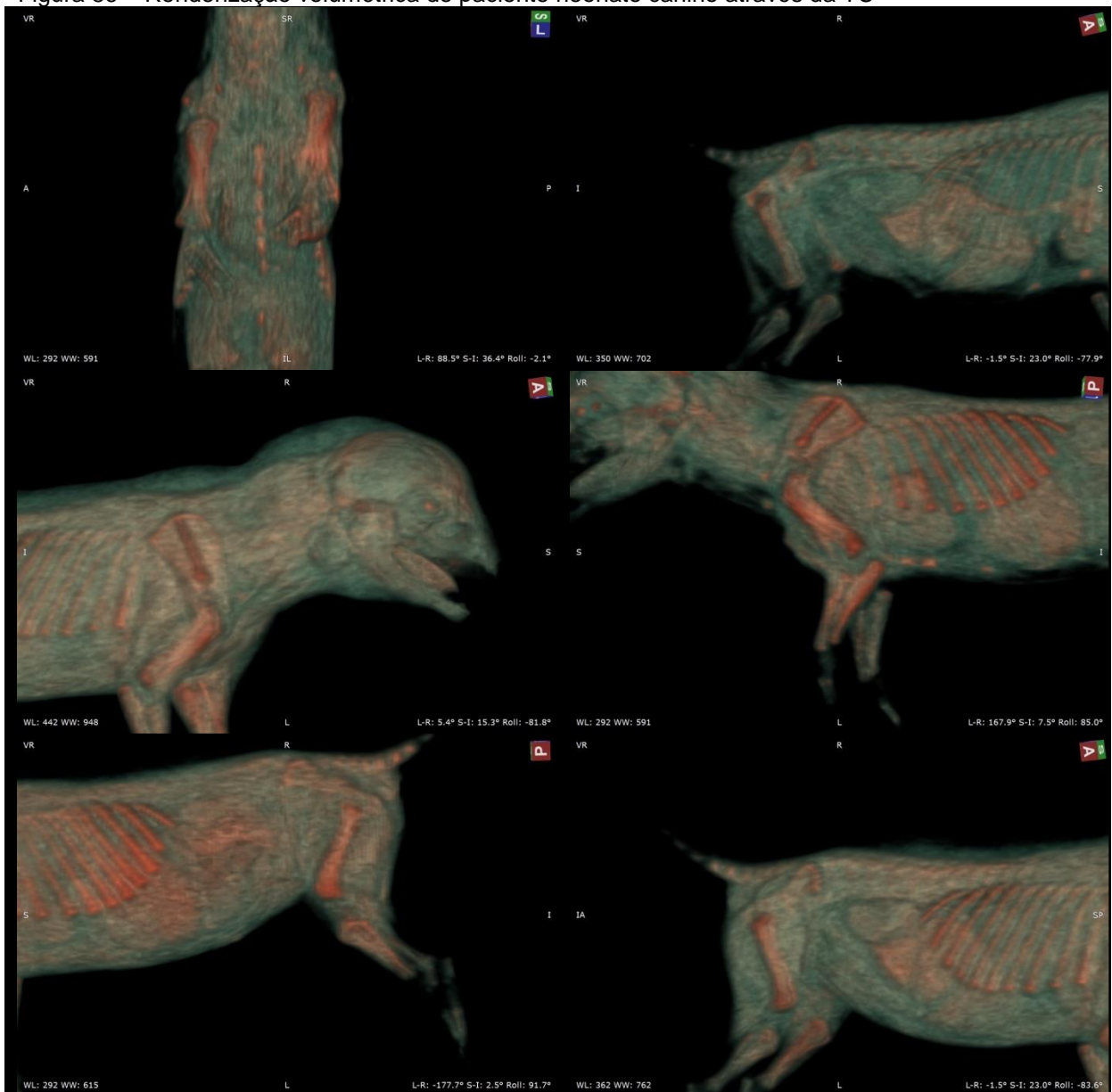


Fonte: Massari (2019).

Nota-se que, na projeção ventrodorsal, a cabeça do fêmur direito está deslocada dorsal e cranialmente da cavidade do acetábulo, resultante de traumatismo.

Já a TC, oferece investigação em artrologia, especialmente através da técnica de renderização volumétrica de ossos, o que possibilita analisar a calcificação do tecido ósseo e a formação das articulações, dentre outras estruturas anatômicas. Logo, a TC tridimensional é mais usada para exibir anatomia óssea, embora se combinando a TC sem contraste com a computação gráfica de renderização de volume, a visualização das relações entre as estruturas ósseas e os tecidos moles (como tendões) também seja possível. A Figura 86 mostra um conjunto de imagens tomográficas escaneadas de um cão da raça Chow Chow relacionadas com a apresentação de informações de volumes de ossos tridimensionalmente.

Figura 86 – Renderização volumétrica de paciente neonato canino através da TC



Fonte: Massari (2019).

Nota-se, em vermelho, a calcificação do tecido ósseo.

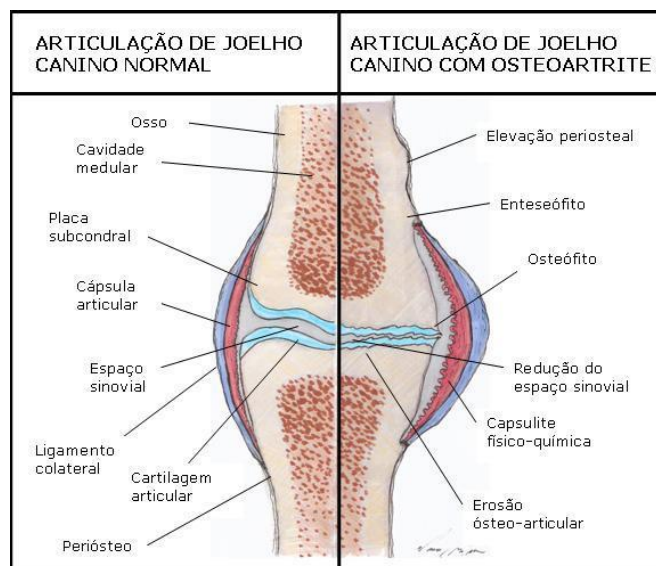
Outras técnicas para a avaliação das articulações são a artrografia e a artroscopia. A artrografia consiste na injeção de meio de contraste no interior de uma articulação sinovial e, posteriormente, a realização do exame radiológico. Já a artroscopia é um procedimento cirúrgico minimamente invasivo através do qual se examina o interior de uma articulação sinovial, ou seja, a cavidade articular e seus componentes, através de um artroscópio (isto é, um tipo de endoscópio inserido dentro da articulação através de uma incisão local).

4.3.4 Artrologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais¹³

A osteoartrite canina é uma doença degenerativa crônica da cartilagem articular que afeta geralmente cães idosos de raças grandes. As causas mais comuns são as secundárias, ou seja, estão relacionadas com senilidade, lesões articulares crônicas, inflamação local e obesidade, dentre outros fatores. Também pode levar à hipertrofia do osso marginal e às alterações na membrana sinovial.

A fisiopatologia da osteoartrite envolve uma combinação de efeitos como danos causados por perda de proteoglicanos, lesões nos condrócitos, alterações no colágeno e atividade de mediadores bioquímicos, que deixam a cartilagem enfraquecida e com menor habilidade para funcionar normalmente provocando, posteriormente, prejuízos físicos a essa articulação (Figura 87).

Figura 87 – Comparação entre a anatomia de uma articulação de joelho canino normal (esquerda) e uma articulação com osteoartrite, evidenciando as alterações patológicas associadas à doença (direita)



Fonte: Massari (2019).

As alterações nas cartilagens, como a degeneração da matriz cartilágnea, resultam em fissuras e fragmentação, bem como em espessamento da cápsula articular, e ainda culminam com alterações ósseas, como a produção de osteófitos periarticulares e o aparecimento de esclerose óssea subcondral.

Como esta doença conduz à degeneração progressiva da cartilagem articular, no cão ela está intimamente relacionada com o sobrepeso. Assim, produz-se um

¹³ Cf.: Millis e Levine (1997), Pedersen et al. (2004), Cabral, Pacheco e Buck (2005), Renberg (2005), Kealy, McAllister e Graham (2012), Davies (2015), DeCamp et al. (2015), Parsons e Murrell (2016) e Budsberg et al. (2018).

círculo vicioso: a osteoartrite faz com que o cão faça menos exercício físico, que por sua vez faz com que ele engorde e seja exercida uma maior pressão sobre as articulações, agravando assim o quadro clínico e fazendo com que o cão se mova infelizmente cada vez menos.

Um cão com osteoartrite apresenta sinais clínicos característicos de dor: claudicação, dificuldade ao se levantar, rigidez ao caminhar, recusa ao subir degraus ou locais habituais, como no sofá, na cama ou no carro.

O diagnóstico é feito mediante exame físico e radiográfico. Os sinais radiológicos observados geralmente são: formação de projeção nas margens articulares, como osteófitos e enteseófitos; esclerose do osso subcondral resultante do aumento da tensão; estreitamento do espaço articular; subluxação; áreas císticas presentes no osso subcondral; remodelação óssea em ambos os lados da articulação afetada; visualização de áreas de opacidades (mineralização) no interior da articulação ou tecidos periarticulares calcificados e distensão da cápsula articular, deslocando os planos fasciais adjacentes, sendo esse deslocamento mais prontamente reconhecido caudalmente à articulação do joelho.

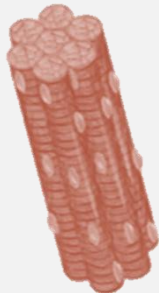


O tratamento é apenas sintomático e objetiva aliviar a dor e melhorar a qualidade de vida do animal. As medidas terapêuticas empregadas compreendem o controle do sobrepeso (no caso do paciente obeso), a administração de medicamentos anti-inflamatórios e analgésicos; a suplementação com fármacos condroprotetores; a fisioterapia e o fornecimento de rações específicas com prescrição veterinária para pacientes com problemas articulares.

Ainda, a intervenção cirúrgica para osteoartrite é uma opção apenas para pacientes em que o problema não afeta a maioria das articulações do corpo, também deixando claro aos proprietários os riscos envolvidos com a anestesia geral e o custo e os cuidados pós-operatórios. Cada caso deve ser considerado individualmente, com base nas expectativas dos proprietários, características do paciente e articulação envolvida. As opções incluem substituição da articulação, artroplastia de excisão, artrodese, cirurgia de realinhamento ósseo (osteotomia) ou artroscopia com procedimentos de debridamento articular. No entanto, o prognóstico é reservado, pois atualmente não existe cura para a osteoartrite canina, mas, sim, tratamentos de suporte que visam reduzir a dor e a inflamação, retardar a progressão da doença, facilitar a reparação dos tecidos lesados e promover maior integridade das articulações.

4.4 MÓDULO IV: MIOLOGIA VETERINÁRIA¹⁴

Aborda-se aqui basicamente o tecido muscular esquelético, que compõe o aparelho locomotor dos animais. No entanto, antes de qualquer coisa, é importante diferenciar os três diferentes tipos de tecidos musculares encontrados no corpo animal, conforme a Figura 88.

Figura 88 – Quadro de características dos três tipos de tecidos musculares

Tipo de músculo	Onde está localizado?	Qual sua ação?	Quem o controla?	Como são suas células ou fibras musculares?
<p>Músculo esquelético</p> 	<p>Fixado aos ossos através de tendões.</p>	<p>Movimenta o esqueleto, consequentemente, gera calor ao corpo animal.</p>	<p>Voluntariamente é controlado pelo Sistema Nervoso Central.</p>	<p>Finas e alongadas, com presença de estrias e múltiplos núcleos em uma mesma célula. União das células por tecido conjuntivo (endomísio, perimísio e epimísio).</p>
<p>Músculo cardíaco</p> 	<p>Localizado na parede do coração (miocárdio).</p>	<p>Bombeia o sangue em fluxo contínuo.</p>	<p>Involuntariamente é controlado pelo sistema de condução do ritmo cardíaco, além do sistema nervoso autônomo.</p>	<p>Fibras musculares bastante ramificadas, com presença de estrias e somente um núcleo em cada célula.</p>
<p>Músculo liso</p> 	<p>Localizado nas paredes das vísceras (olhos, brônquios, esôfago, estômago, intestinos, vesícula urinária, trato reprodutivo).</p>	<p>Movimenta delicadamente as estruturas internas do corpo.</p>	<p>Involuntariamente é controlado pelo sistema nervoso autônomo.</p>	<p>Fibras musculares em forma de fuso (fusiformes). Sem estrias e com um único núcleo em cada célula.</p>

Fonte: Massari (2019).

¹⁴ Cf.: Getty et al. (1986), Colville e Bassert (2010) e Singh (2019).

Para estudar a anatomia macroscópica dos músculos esqueléticos, foram selecionados os de importância clínica ou que podem ser pontos de referência no corpo animal. Assim, neste módulo, os músculos estão divididos entre as principais partes do corpo animal: tronco, cabeça, membros torácicos e membros pélvicos.

A musculatura do tronco subdivide-se em músculo cutâneo do tronco, músculos da coluna vertebral, músculos da parede torácica, músculos da parede abdominal e músculos da saída da pelve.

O músculo cutâneo do tronco é bem fino. Liga-se no tecido conjuntivo (fáscia superficial) abaixo do tegumento do animal, recobrando a lateral do tórax e do abdome com fascículos de curso predominantemente horizontais. É innervado pelo plexo braquial, ou seja, por contribuições dos últimos três nervos cervicais e dois primeiros torácicos (C6-T2). Sua função é promover tensão e contração do tegumento.

Os músculos da coluna vertebral são denominados, de acordo com seus posicionamentos e inervações, em: a) músculos epaxiais (localizados dorsalmente aos dos processos transversos das vértebras e innervados pelos nervos espinhais, movimentando-se juntos para estender o pescoço e o dorso, produzindo também movimentação lateral), e b) músculos hipaxiais (localizados ventralmente aos processos transversos e innervados pelos ramos ventrais desses nervos, inclui ainda os que compõem as paredes torácica e abdominal). A Figura 89 descreve os nomes dos músculos específicos que compõe esses dois conjuntos.

Figura 89 – Quadro de músculos fixados na coluna vertebral

Classificação	Ação	Nome do Músculo
Epaxiais	Estendem a coluna vertebral.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Íliocostal ✓ M. Longuíssimo ✓ M. Transversoespinal
Hipaxiais	Flexionam a coluna vertebral, principalmente a região cervical.	<p>Na região do pescoço:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Longo (do pescoço e da cabeça – esternocéfálico) ✓ M. Escaleno <p>Obs.: Na região das paredes torácica e abdominal, os músculos aqui incluídos serão citados a seguir</p>

Fonte: Massari (2019).

Os músculos que recobrem a cavidade torácica e abdominal estão organizados na Figura 90.

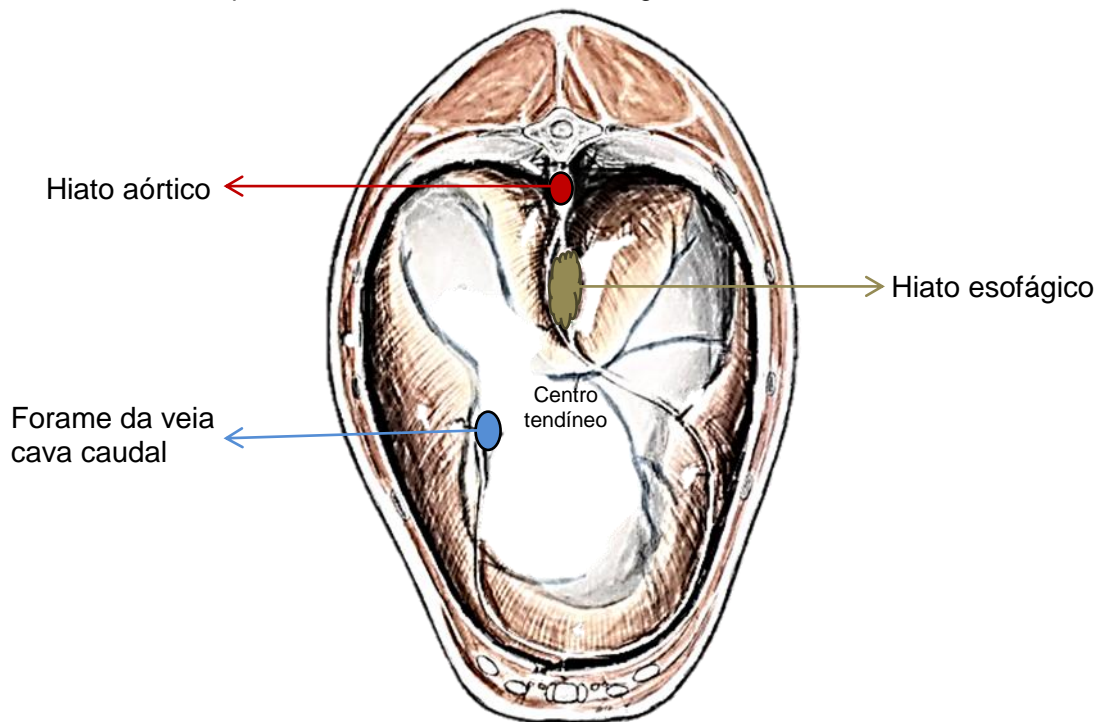
Figura 90 – Quadro dos músculos fixados na coluna vertebral

Localização	Ação	Nome do Músculo
Parede torácica	Propiciam os movimentos de inspiração e expiração durante o ato de respirar.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Intercostal Externo ✓ M. Intercostal Interno ✓ M. Transverso do tórax ✓ M. Reto do tórax ✓ M. Serrátil ✓ M. Escaleno ✓ M. Diafragma
Parede abdominal	No grupo ventrolateral, sustentam o flanco e o assoalho abdominal, sendo importantes em cirurgias de acesso aos órgãos abdominais.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Oblíquo externo do abdome ✓ M. Oblíquo interno do abdome ✓ M. Transverso do abdome ✓ M. Reto do abdome
	No grupo dorsal ou sublombar, formam o teto do abdome (cíngulo pélvico) e estabilizam a coluna vertebral.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Psoas menor ✓ M. Psoas maior e Ilíaco (Íliopsoas) ✓ M. Quadrado lombar

Fonte: Massari (2019).

O músculo diafragma (Figura 91) separa a cavidade torácica da cavidade abdominal. Ele apresenta três aberturas para a passagem de estruturas anatômicas de uma cavidade à outra: a) hiato aórtico (por onde passam artéria aorta, veia ázigo e ducto linfático torácico), b) hiato esofágico (por onde passam esôfago, troncos nervosos e vasos sanguíneos, que suprem o próprio músculo), e c) forame da veia cava caudal (localizado bem no centro tendíneo, por onde passa a veia cava caudal). É suprido pelos nervos frênicos.

Figura 91 – Vista da superfície torácica de músculo diafragma de cão em corte transversal



Fonte: Adaptada de Popesko (2011).

Já a parede abdominal é constituída por três lâminas musculares sobrepostas com orientação em contraste de suas fibras: músculo oblíquo externo do abdome, músculo oblíquo interno do abdome e músculo transverso do abdome. Suas aponeuroses, juntamente com a do músculo reto do abdome que cursa sagitalmente no assoalho abdominal, formam a linha alba.

Aponeuroses são membranas achatadas de constituição semelhante à dos tendões. Possuem coloração branco-nacarada, sendo formadas por tecido conjuntivo denso e pouquíssimo irrigadas. Aderem-se à superfície da região do osso ao qual o músculo se prende, funcionando como um tendão para suporte.

Assim, a linha alba (linha branca) é uma região fibrosa que se estende da cartilagem xifoide à extremidade cranial da sínfise pélvica. Tem importância anatômica por ser um ponto de eleição cirúrgica para realizar incisão mediana em um animal que está sendo operado para acesso às vísceras abdominais.

Outra observação a respeito dos músculos da parede abdominal é que eles constituem parte do canal inguinal, especificamente o músculo cremâster (faixa caudal derivada do músculo oblíquo interno). Durante as primeiras semanas de vida do cão, ocorre a deiscência testicular, isto é, uma abertura natural da parede abdominal na região da virilha do filhote para a descida do testículo para o interior da bolsa escrotal.

Ainda, os músculos da saída da pelve formam o períneo, uma região entre o ânus e a vulva na fêmea ou entre o ânus e a bolsa escrotal no macho por onde passam as estruturas finais dos tratos digestório e urogenital. Também aí, se encontram o músculo coccígeo na cauda e o músculo levantador do ânus que propicia os movimentos espasmódicos no cão para defecação.

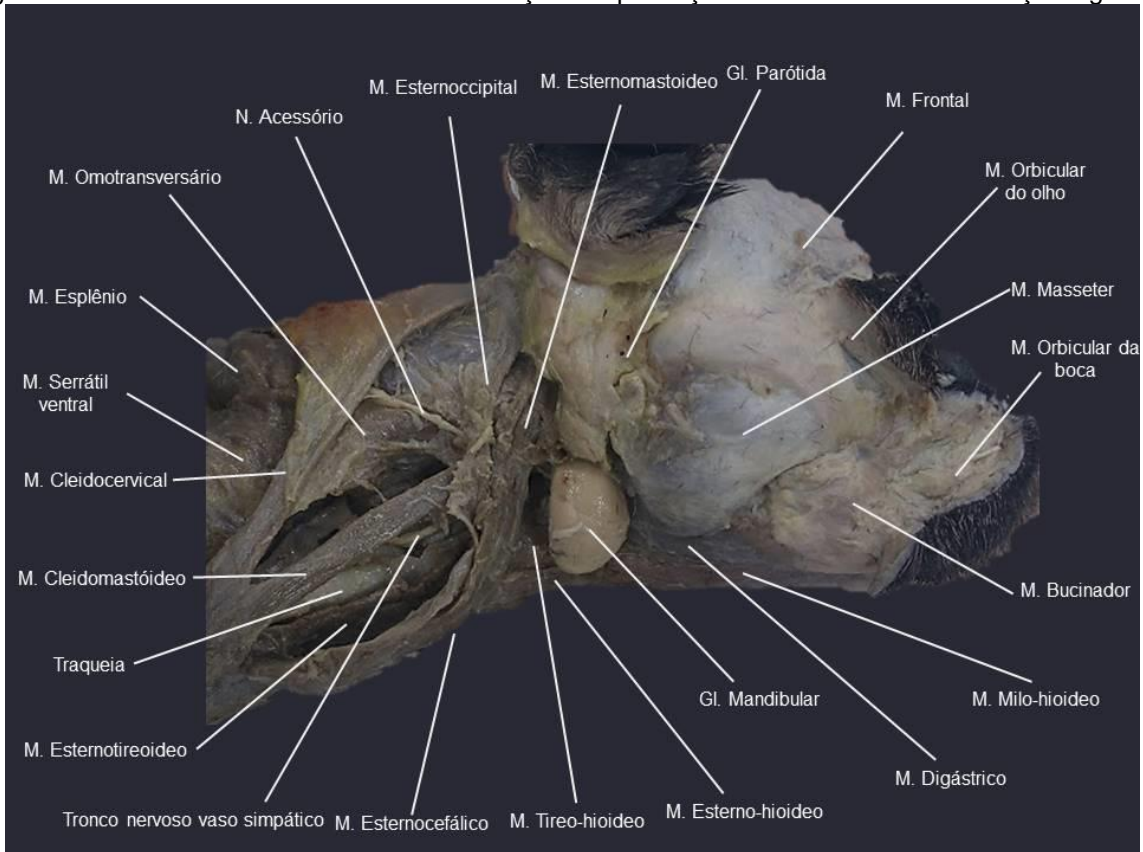
A musculatura da cabeça e da parte ventral do pescoço (Figura 92) subdivide-se em musculatura trigêmea, responsável pela mastigação e suprida pela divisão mandibular do nervo trigêmeo (ex.: músculo digástrico e músculo masséter); musculatura facial, suprida pelo nervo facial (ex.: músculos superficiais como o músculo cutâneo da cabeça e pescoço); musculatura mimética, que propicia as expressões faciais; músculos profundos, fixados ao aparelho hioide e à orelha média; musculatura da faringe e do palato mole; musculatura da laringe; musculatura extrínseca do bulbo do olho; musculatura da língua; e, finalmente, musculatura da parte ventral do pescoço (Figura 93).

Figura 92 – Quadro dos músculos da região de cabeça e cervical ventral

Nos lábios e narinas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Orbicular da boca ✓ M. Canino ✓ M. Bucinador ✓ M. Levantador nasolabial ✓ M. Levantador do lábio superior
Na região caudal do crânio: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Temporal ✓ M. Digástrico ✓ M. Masséter
Nas órbitas oculares: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Orbicular do olho ✓ M. Levantador do ângulo medial do olho ✓ M. Malar
Nas orelhas externas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Parotidoauricular
Na região cervical: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Romboide ✓ M. Trapézio ✓ M. Esplênio ✓ M. Esternocefálico (cleidocervical e cleidobraquial)
No aparelho hioide: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Esternohioideo ✓ M. Esternotireoideo
Na região cranial do tórax: <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Peitoral descendente ✓ M. Peitoral transverso ✓ M. Peitoral profundo

Fonte: Massari (2019).

Figura 93 – Vista lateral dos músculos da cabeça e do pescoço dissecados em cão da raça Pug



Fonte: Massari (2019).

Cada um dos membros torácicos tem sua posição mantida em relação ao tronco através de músculos e ligamentos que compõem o cingulo torácico, sendo que essa forma de união do esqueleto através da musculatura é denominada sinsarcose (Figura 94).

Figura 94 – Quadro dos músculos do cingulo torácico

Superficiais:

- ✓ M. Trapézio
- ✓ M. Omotransverso
- ✓ M. Braquiocefálico
- ✓ M. Grande dorsal
- ✓ M. Peitoral descendente
- ✓ M. Peitoral transverso

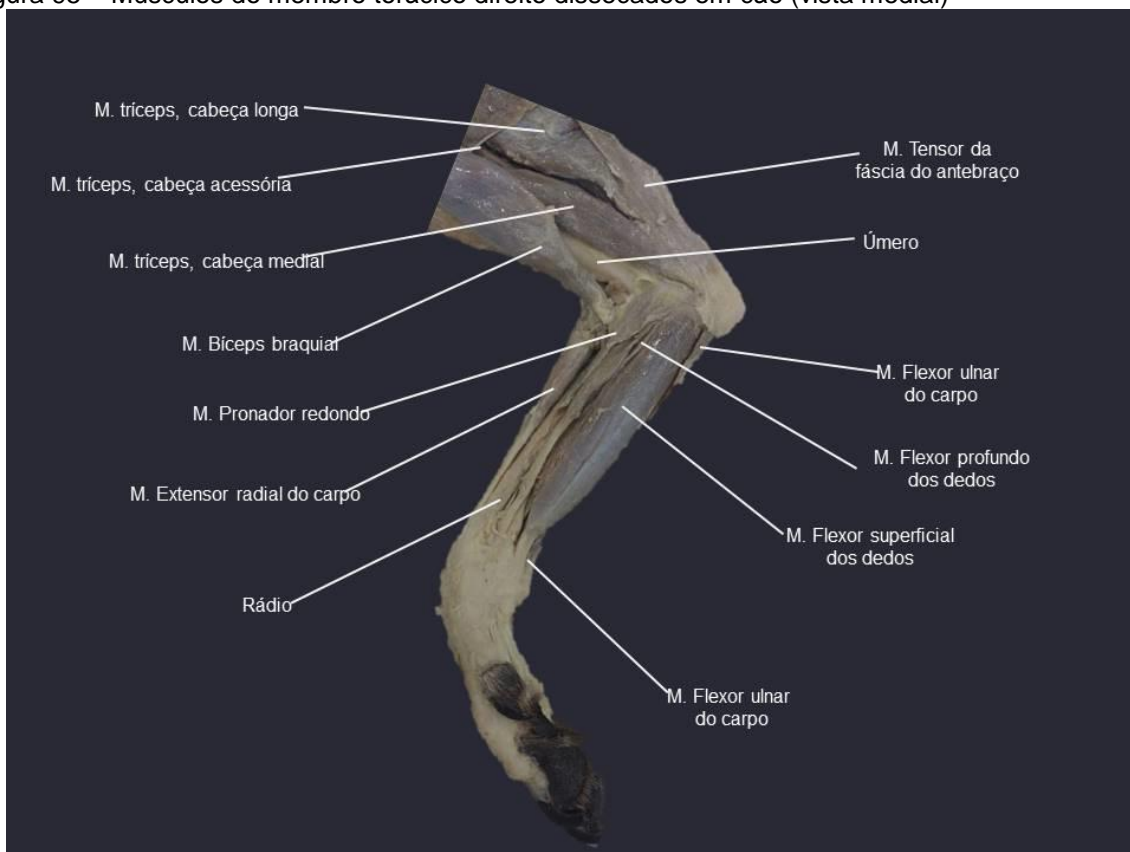
Profundos:

- ✓ M. Romboide
- ✓ M. Serrátil ventral
- ✓ M. Peitoral profundo

Fonte: Massari (2019).

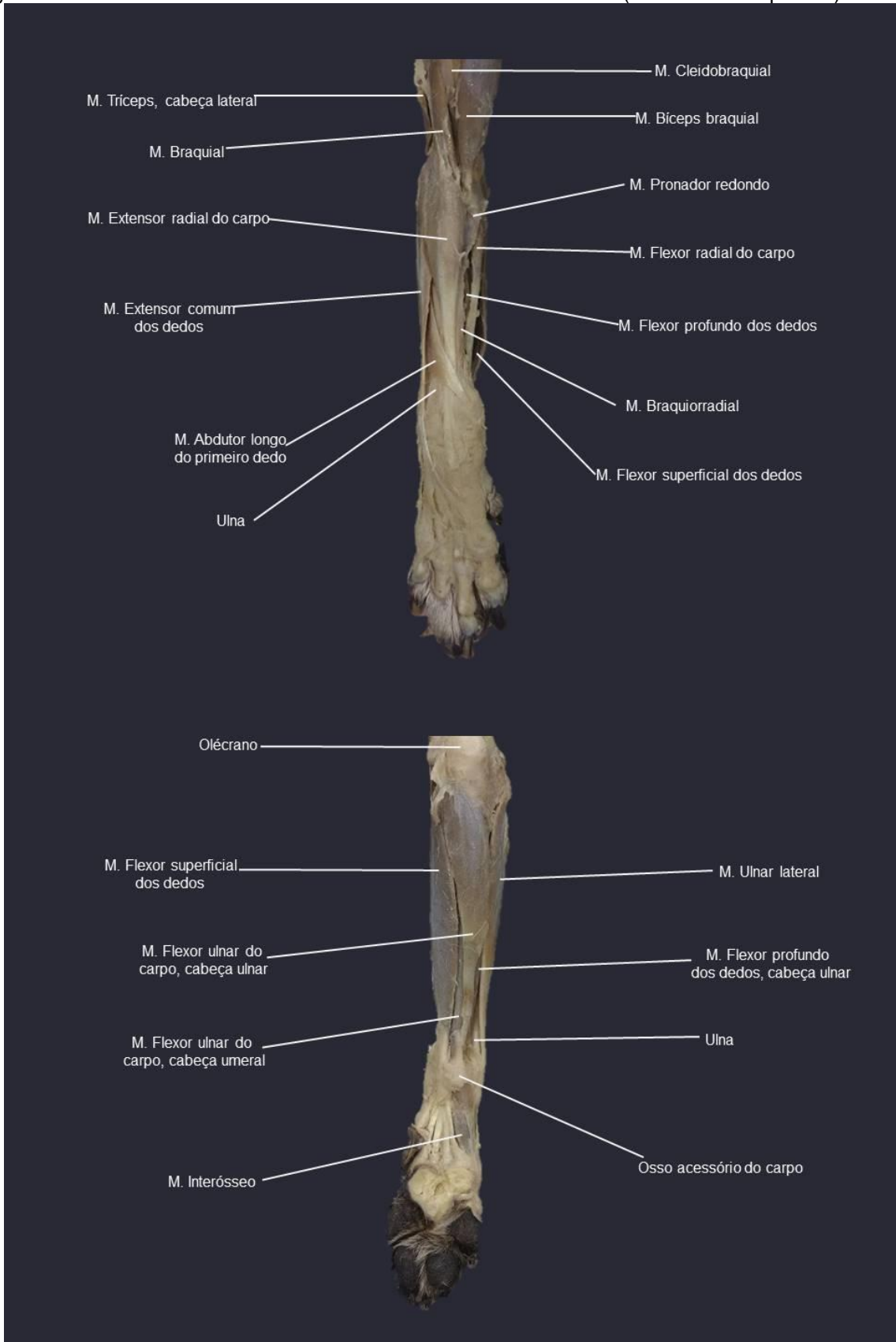
Já a musculatura intrinsecamente relacionada ao membro torácico (Figuras 95 e 96) pode ser organizada em sentido proximal para distal no corpo animal (Figura 97).

Figura 95 – Músculos do membro torácico direito dissecados em cão (vista medial)



Fonte: Massari (2019).

Figura 96 – Músculos do membro torácico direito dissecados em cão (vistas dorsal e palmar)



Fonte: Massari (2019).

Figura 97 – Quadro dos músculos intrínsecos do membro torácico

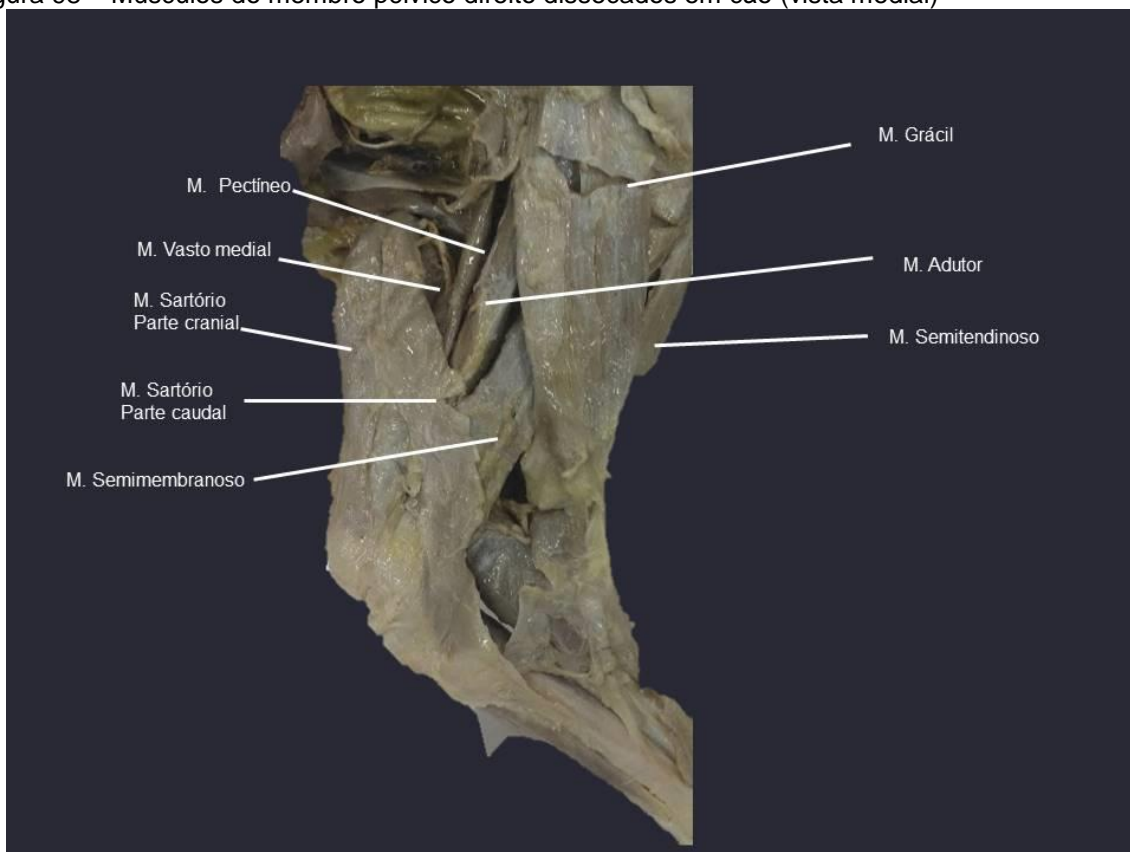
<p>Músculos de atuação primária na articulação do ombro</p> <p>Grupo lateral:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Supraespinhoso ✓ M. Infraespinhoso <p>Grupo medial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Subescapular ✓ M. Coracobraquial <p>Grupo caudal (flexor):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Deltoide ✓ M. Redondo maior ✓ M. Redondo menor
<p>Músculos de atuação primária na articulação do cotovelo</p> <p>Grupo extensor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Tríceps braquial ✓ M. Tensor da fáscia do antebraço ✓ M. Ancôneo <p>Grupo flexor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Bíceps braquial ✓ M. Braquial
<p>Músculos pronadores e supinadores do antebraço, embora tais movimentos sejam limitados em cães</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Braquiorradial ✓ M. Supinador ✓ M. Pronador redondo ✓ M. Pronador quadrado
<p>Músculos de atuação primária nas articulações cárpicas e digitais</p> <p>Extensores do carpo e dos dígitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Extensor radial do carpo ✓ M. Extensor digital comum ✓ M. Extensor digital lateral ✓ M. Ulnar lateral (ou extensor ulnar do carpo) ✓ M. Extensor oblíquo do carpo <p>Flexores do carpo e dos dígitos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Flexor radial do carpo ✓ M. Flexor ulnar do carpo ✓ M. Flexor digital superficial ✓ M. Flexor digital profundo
<p>Músculos Digitais Curtos que sustentam as articulações metacarpofalângicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Interósseos digitais

Fonte: Massari (2019).

Os músculos do cingulo pélvico compõem a parede abdominal e estabilizam a coluna vertebral. São eles os músculos psoas menor, psoas maior, íliaco (íliopsoas) e quadrado lombar.

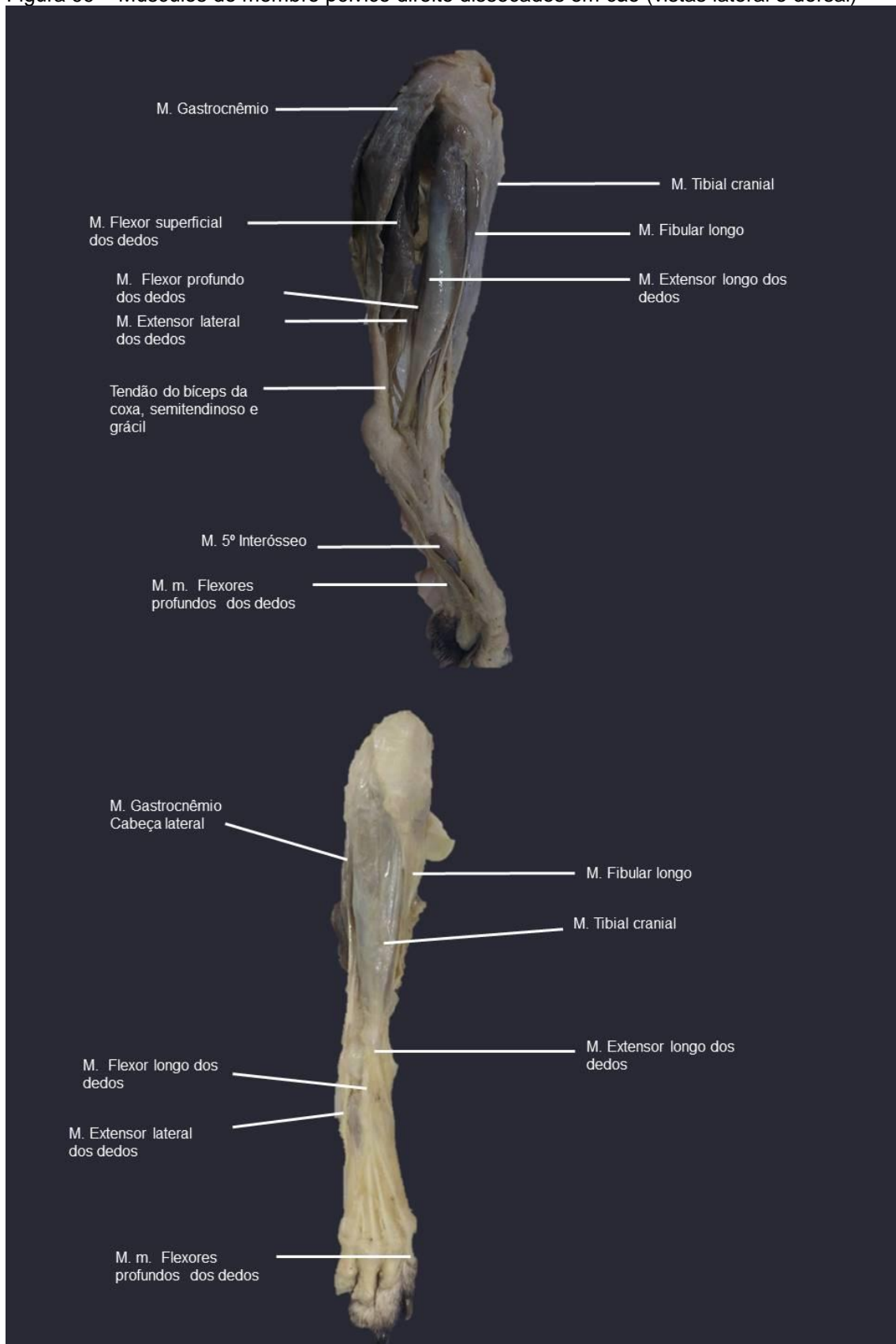
Já a musculatura intrinsecamente relacionada ao membro pélvico (Figuras 98 e 99) pode ser organizada em sentido proximal para distal no corpo animal (Figura 100).

Figura 98 – Músculos do membro pélvico direito dissecados em cão (vista medial)



Fonte: Massari (2019).

Figura 99 – Músculos do membro pélvico direito dissecados em cão (vistas lateral e dorsal)



Fonte: Massari (2019).

Figura 100 – Quadro dos músculos intrínsecos do membro torácico

<p>Músculos de atuação primária na articulação do quadril</p> <p>Grupo glúteo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Glúteo superficial ✓ M. Glúteo médio ✓ M. Glúteo profundo ✓ M. Tensor da fáscia lata <p>Grupo medial:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Grácil ✓ M. Pectíneo ✓ M. Adutor ✓ M. Obturador Externo ✓ M. Sartório <p>Grupo profundo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Obturador interno ✓ M. Gêmeos ✓ M. Quadrado femoral <p>Grupo caudal (tendíneo):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Bíceps femoral ✓ M. Semitendinoso ✓ M. Semimembranoso
<p>Músculos de atuação primária na articulação do joelho</p> <p>Grupo extensor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Quadríceps femoral (<i>4 partes: a) reto femoral, b) vasto medial, c) vasto intermédio, d) vasto lateral</i>) <p>Grupo flexor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Poplíteo
<p>Músculos de atuação primária na articulação do tarso e dos dígitos</p> <p>Grupo craniolateral da perna:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Tibial cranial ✓ M. Fibular longo ✓ M. Fibular curto ✓ M. Extensor digital longo ✓ M. Extensor digital lateral <p>Grupo caudal à tibia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Gastrocnêmio ✓ M. Flexor digital superficial ✓ M. Flexores digitais profundos (<i>a) flexor lateral, b) flexor médio, c) tibial cranial</i>)
<p>Músculos Digitais Curtos que sustentam as articulações metatarsofalângicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ M. Interósseos digitais

Fonte: Massari (2019).

4.4.1 Glossário aplicado à Miologia Veterinária¹⁵

Abdução – do latim, *ab* = longe e *ducere* = conduzir. É o afastamento de um membro do eixo do corpo, ou seja, para longe do plano mediano.

Abducente – do latim, *ab* = longe e *ducere* = conduzir. Refere-se ao VI par de nervos cranianos. Este, ao inervar o músculo reto lateral do olho, abduz o bulbo do olho, desviando lateralmente o centro da pupila. O músculo reto lateral do olho já foi chamado de *musculus amatorius* = músculo dos amantes, porque sua ação produz o olhar de soslaio ou de “canto do olho”, típico das antigas moças apaixonadas.

Abdutor – do latim, *ab* = longe; *ducere* = conduzir e *actor* = agente.

Actina – do grego, *aktīn(o)* = raio, com filamentos e *īn(a)* = substância. É uma proteína contrátil constituinte dos filamentos finos do citoesqueleto das células musculares. Esta proteína forma os microfilamentos finos (miofilamentos) presentes no sarcômero da célula muscular.

Adução – do latim, *ad* = junto; *ducere* = levar, conduzir; *i-īōn(em)* = movimento. É a aproximação de um membro ao eixo do corpo, ou seja, para perto do plano mediano.

Adutor – do latim, *ad* = perto; *ducere* = conduzir; *actor* = agente. Refere-se a qualquer músculo cuja ação aproxima o membro ao plano mediano do corpo.

Alba – do latim, *alba* é feminino de *albus* = branco, claro.

Bíceps – do latim, *bi* = dois, duplo; *caput* = cabeça. Músculos que têm origem em dois ventres distintos.

Bucinador – do latim, *buccinare* = buzinar, soar corneta; *actor* = agente. No exército e nas cerimônias imperiais, o *buccinatorius* era o arauto, aquele que tocava a trombeta (*buccina* = *buzina*) para chamar a atenção dos participantes em cerimônias solenes.

Deltoide – do grego, *delta* = letra d; *oides* = forma de. A letra delta, maiúscula escreve-se Δ (formato de triângulo isósceles). Inicialmente o termo era usado apenas em sentido geográfico, significando a foz do rio Nilo, em forma triangular. É um músculo do cingulo peitoral.

Diafragma – do grego, *dia* = entre, através; *phagma* = parede, cerca. Parede divisória, músculo que separa a cavidade torácica da cavidade abdominopélvica.

¹⁵ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

Digástrico – do grego, *di* = dois, duplo; *gastrikos* = relativo a ventre. É o músculo supra-hioideo, pois possui dois ventres musculares em sua origem.

Epimísio – do grego, *epi* = sobre, em cima; *mys* = músculo.

Esfíncter – do grego, *sphinktèr* = ligadura, atadura; *sphingein*, amarrar.

Fáscia – do latim, *fascia* = faixa, cinta; *fascis* = feixe. Denominava a atadura. O termo fáscia para designar estruturas largas e fibrosas é recente, antes do século XV, todas as expansões de tecido conjuntivo eram chamadas de aponeuroses.

Flexor – do latim, *flectere* = curvatura; *actor* = agente.

Gastrocnêmio – do grego, *gaster* = ventre; *knéme* = perna. Músculo da região caudal do membro pélvico.

Glúteo – do grego, *gloutós* = anca, nádega. Musculatura das nádegas.

Grácil – do latim, *gracilis* = delgado, esguio.

Masséter – do grego, *maseter* = mastigador; *massein*, amassar, triturar.

Miologia – do grego, *myo* = músculo; *logos* = estudo. Parte da anatomia descritiva que estuda os músculos.

Músculo – do latim, *musculus*, diminutivo de *mus* = camundongo. Devido à contração muscular, os antigos viram certa semelhança entre o músculo isolado e um camundongo. A comparação entre camundongos e músculos pode ter sido sugerida pela maneira sutil como os últimos deslizam sob a pele ou pela semelhança de forma (o ventre pareceria o corpo e o tendão a cauda do camundongo). Platão e Aristóteles achavam que os músculos seriam apenas revestimentos para o corpo.

Pectíneo – do latim, *pecten* = pente, relativo a pente.

Poplíteo – do latim, *poplitis* = relativo ao jarrete; *poples* = jarrete. A palavra *poples* designava a região caudal do joelho, ou seja, o jarrete. Também dava nome a uma iguaria de carne suína semelhante ao presunto muito apreciada pelos romanos.

Quadríceps – do latim, *quadri* = quadro; *caput* = cabeça.

Sartório – do latim, *sartor* = alfaiate. O músculo recebeu este nome por causa de sua ação flexora e adutora da perna e, ao mesmo tempo, rotadora lateral, fazendo com que uma perna cruze sobre a outra, na típica posição de costura adotada pelos alfaiates romanos.

Serrátil – do latim, *serratus* = serreado; *serrare* = serrar. O músculo serrátil recebe este nome por causa de sua origem múltipla, com aspecto denteado, como uma serra.

Tendão – do latim, *tendo*, de *tendere* = estender. A raiz grega é *ténon* (esticado, tenso) e dela provieram os derivados em *teno* = tenotomia, tenossinovite, etc. O tendão mais famoso é o tendão comum do calcâneo ou “tendão de Aquiles”. Aquiles foi um herói, personagem da guerra de Troia na mitologia grega. Sua mãe, a ninfa Tetis, tentou torná-lo imortal e levou Aquiles para o rio Estige (um dos rios de Hades, o rio da imortalidade). Mas, Tetis mergulhou Aquiles segurando-o pelo calcanhar, e essa área não entrou em contato com o rio, tornando-se o ponto fraco de Aquiles.

Trapézio – do grego, *trapezion* = pequena mesa quadrada. Músculos com a forma geométrica trapezoidal.

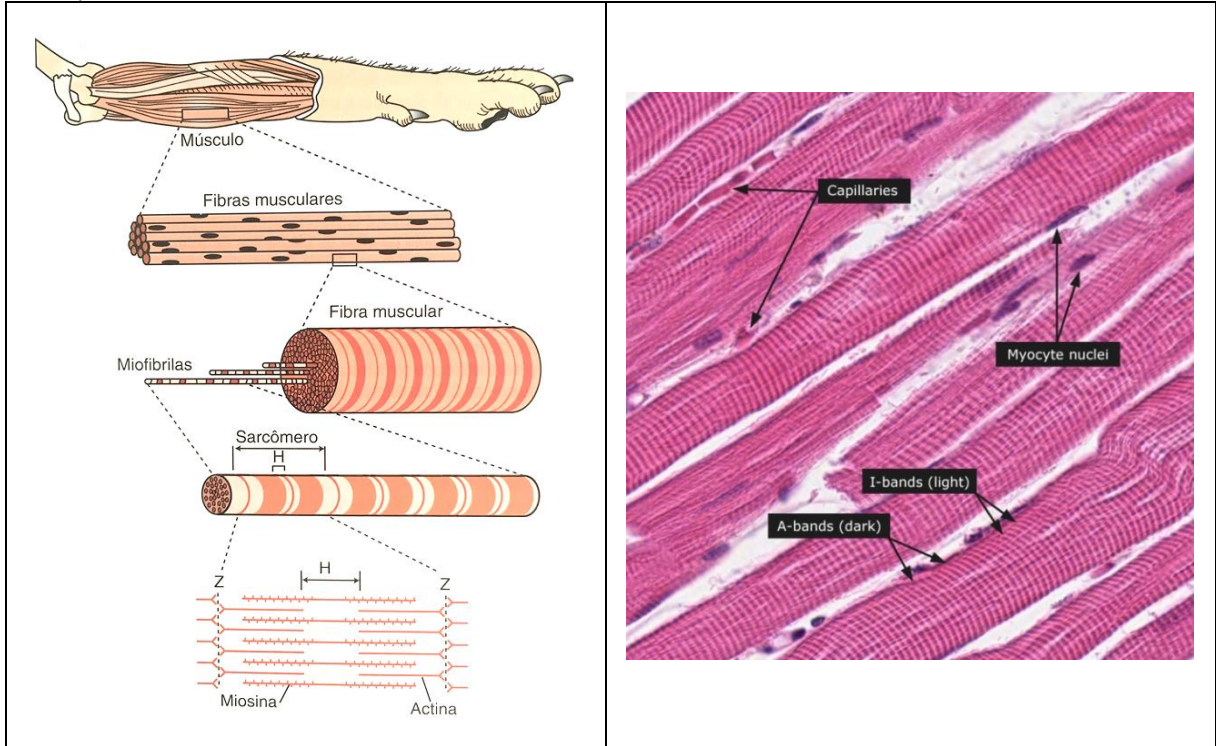
Tríceps – do latim, *tres* = três; *caput* = cabeça.

4.4.2 Miologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem¹⁶

O músculo, como um todo, é recoberto externamente por uma lâmina de tecido conjuntivo denso (epimísio) e, logo abaixo desta, uma lâmina mais frouxa de tecido conjuntivo (perimísio) recobre os pequenos feixes (fascículos) musculares, nos quais as fibras estão agrupadas. Cada fibra, por sua vez, possui sua própria e delicada cobertura (endomísio) (Figura 101). Essas três lâminas de tecido conjuntivo fundem-se em cada extremidade do “ventre” muscular e continuam como tendões pelos quais os músculos esqueléticos fixam-se aos ossos.

¹⁶ Cf.: Pillen et al. (2009), Kealy, McAllister e Graham (2012), Klein (2014), Arruda Mistieri, Pascon e Duarte, (2015), Singh (2019) e Frank et al. (2019).

Figura 101 – Níveis de organização da estrutura microscópica de um músculo esquelético (à esquerda) e sarcômeros delimitados pelas linhas Z em fotomicrografia de músculo esquelético (à direita)



Fonte: Adaptada de Klein (2014).

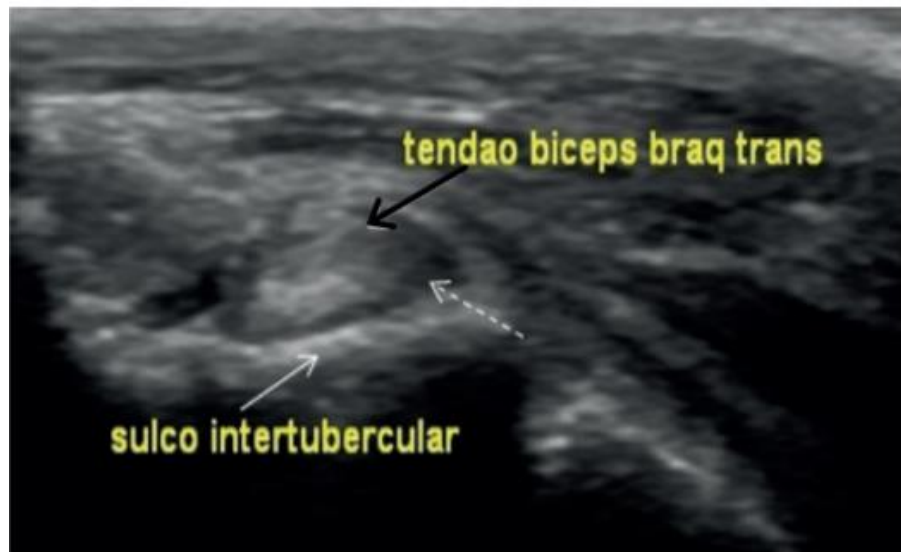
Na ultrassonografia muscular, os ventres musculares esqueléticos, geralmente, possuem uma textura hipoecoica mista, com estriações lineares correndo ao longo do eixo maior do músculo. Como os músculos sobrepõem-se uns aos outros, as diferentes direções das fibras dos vários músculos podem ser avaliadas.

Um possível rompimento de fibras musculares pode ser observado através do diagnóstico por imagem como uma interrupção no alinhamento das fibras. Também, certa quantidade de líquido hemorrágico ou seroso é, às vezes, identificado entre os músculos ou as bainhas dos tendões.

Logo, onde os músculos se transformam em um componente tendinoso ou fibroso, as estriações das fibras se tornam menos marcadas. Já os tendões, como o tendão calcâneo comum e o tendão do músculo bíceps braquial, poderão ser investigados quanto à lesão, inflamação ou mineralização.

A ultrassonografia é um auxílio inestimável para o cirurgião veterinário que deseja avaliar a integridade de uma área antes da reparação cirúrgica (Figura 102).

Figura 102 – Imagem ultrassonográfica (em plano transversal) de tendão normal do músculo bíceps braquial em canino



Fonte: Arruda Mistieri, Pascon e Duarte (2015).

Nota-se o sulco intertubercular representado por uma linha hiperecoica com sombreamento acústico (seta branca sólida) subjacente ao tendão; tendão do músculo bíceps braquial (seta preta) é hiperecoica e mostra ecotextura normal; está ligado por uma fina bainha sinovial (seta tracejada).

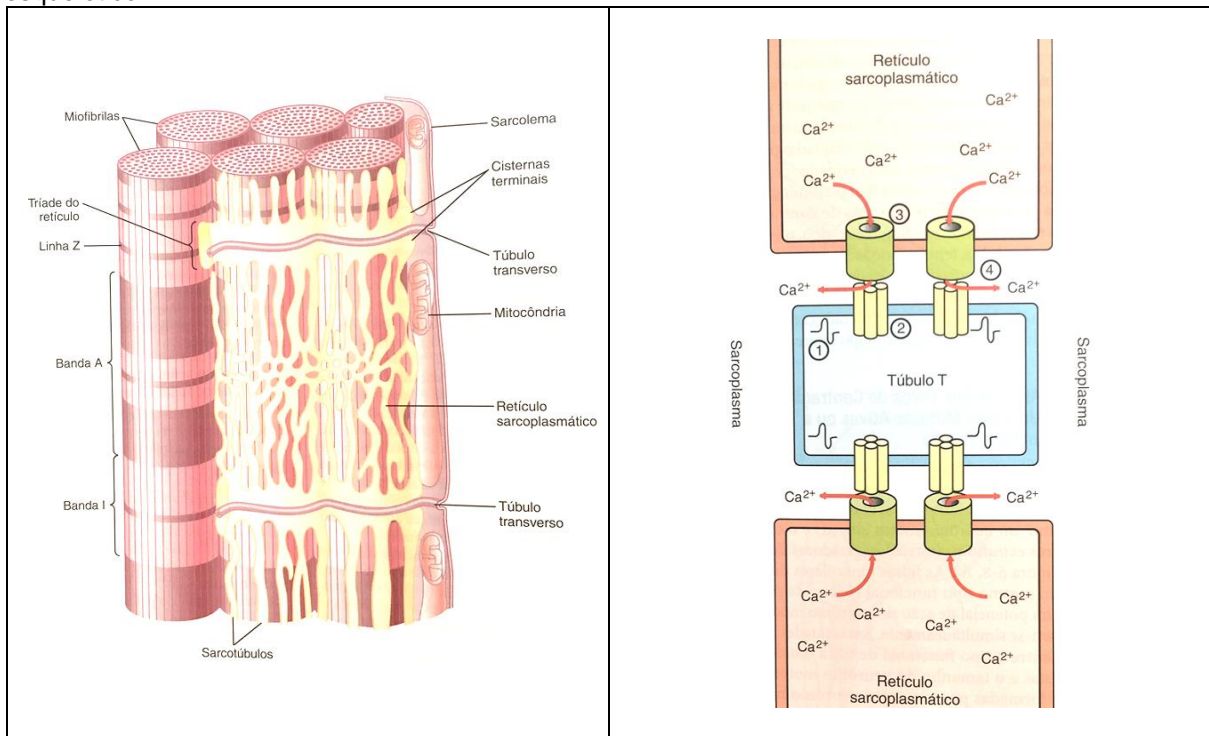
Assim, esse exame tem-se demonstrado uma importante ferramenta diagnóstica capaz de fornecer informações detalhadas de estruturas músculo-tendíneas de forma dinâmica e a baixo custo. Pode auxiliar na determinação da origem de claudicação e dor das estruturas ortopédicas de cães e sua acurácia diagnóstica é similar à da ressonância magnética. Contudo, no Brasil, infelizmente essa técnica, ainda hoje, é subestimada e subutilizada na rotina ortopédica de pequenos animais.

4.4.3 Miologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais¹⁷

Os íons cálcio são fundamentais para a contração muscular (Figura 103).

¹⁷ Cf.: Fraser (1996), Ettinger e Feldman (2004), Jutkowitz (2005), Kustritz (2011), Nelson e Couto (2015), Gonçalves et al. (2016) e Pereira (2019).

Figura 103 – Representação da justaposição entre miofibrilas, túbulos transversos (T) e retículos sarcoplasmáticos (à esquerda) e o que ocorre durante a excitação-contração de um músculo esquelético



Fonte: Adaptada de Klein (2014).

Nota-se que a propagação do potencial de ação produz a despolarização da membrana do túbulo T. Despolarização induz a abertura de canais de cálcio dependentes de voltagem na membrana do túbulo T, abertura dos canais e liberação de cálcio. Cálcio é liberado do retículo sarcoplasmático para o sarcoplasma, onde banhará os sarcômeros para fazer a contração muscular.

A queda na concentração desse íon no sangue é conhecida como hipocalcemia. A hipocalcemia puerperal é uma desordem aguda que pode acontecer no período pós-parto. É caracterizada por convulsões na cadela durante o pico da lactação, ou seja, em torno de uma a três semanas após o parto, principalmente em raça de pequeno porte que aleita uma ninhada numerosa.

Os sinais clínicos que ocorrem em uma cadela com hipocalcemia são primariamente o resultado da tetania neuromuscular aumentada. Essa tetania ocorre devido a disparos repetitivos espontâneos das fibras motoras nervosas. Devido à perda de cálcio estabilizador ligado às membranas plasmáticas, estas se tornam mais permeáveis aos íons requerendo um estímulo menor para se despolarizarem.

Para que ocorra a contração muscular, o músculo depende da disponibilidade dos íons cálcio enquanto o relaxamento muscular depende da ausência ou redução deste íon. O retículo sarcoplasmático é quem regula o fluxo de íons cálcio, para a realização dos ciclos de contração muscular. A despolarização do retículo libera os íons cálcios de forma passiva até os filamentos finos e grossos dos músculos,

ocasionando a contração muscular. Assim, a contração muscular acontece quando ocorre a interação da actina e a miosina, que são mioproteínas contráteis e, essa interação, só pode ocorrer na presença de cálcio intracelular e energia.

As causas podem ser a perda materna de cálcio que foi mobilizado para a formação dos esqueletos fetais, uma dieta nutricionalmente não balanceada para gestante (e, posteriormente, lactante) e até atrofia da glândula paratireoide causada por dieta ou suplementos nutricionais inadequados.

Os sinais clínicos incluem muitas fasciculações musculares, respiração ofegante, tremores generalizados, fraqueza e ataxia. Tais sinais clínicos iniciais rapidamente podem evoluir para a tetania com convulsões tônico-clônicas e opistótono se a cadela não receber tratamento emergencial. Isso pode ser fatal.

Na maioria dos casos, o diagnóstico da hipocalcemia puerperal é baseado no histórico, sinais clínicos e resposta à terapia. O diagnóstico prévio inclui os sinais clínicos correspondentes em uma fêmea em período de máxima lactação, podendo ser confirmado pela mensuração das concentrações séricas de cálcio (abaixo dos valores de referência). A redução da quantidade ativa de cálcio presente no organismo afetará não somente as contrações musculares, como também as funções neurológica e cardiovascular da paciente.

O tratamento intensivo consiste na administração lenta endovenosa de solução 10% de gluconato de cálcio durante a internação da paciente. Esta administração deve levar a uma melhoria dos sinais neurológicos em aproximadamente 15 minutos. No entanto, tanto a dieta da lactante como dos lactentes deve ser suplementada.

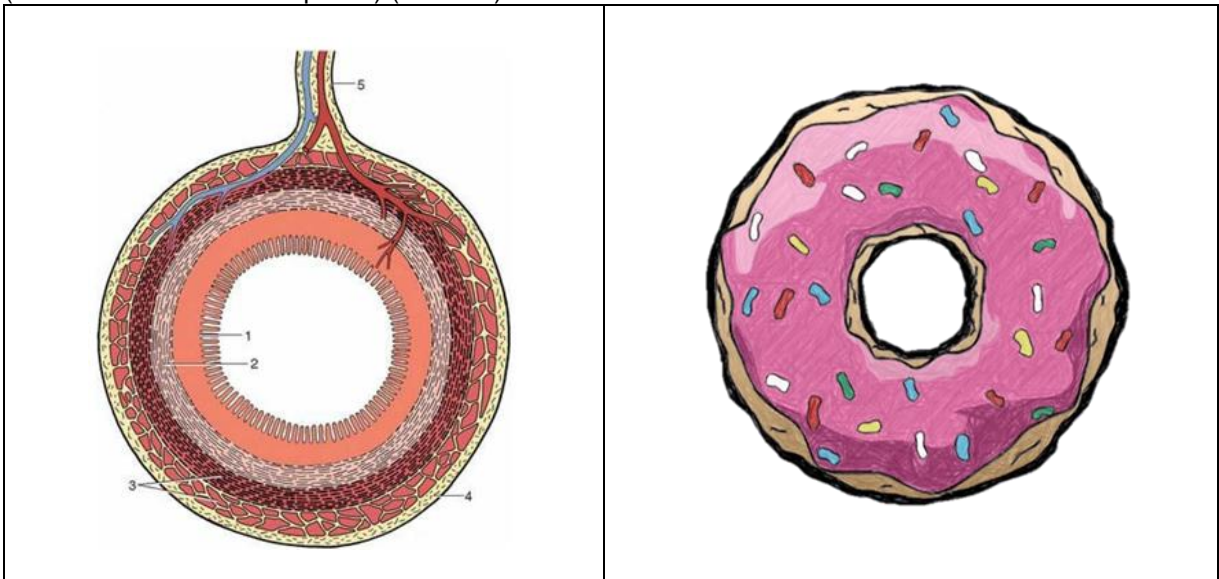
4.5 MÓDULO V: ESPLANCOLOGIA VETERINÁRIA¹⁸

Aparelho Digestório

O aparelho digestório é constituído pelo trato digestório e suas glândulas anexas. O trato digestório, em si, é um tubo que se inicia na boca e termina no ânus do animal com a função desde a apreensão dos alimentos e a absorção dos nutrientes até a excreção das fezes. Nesse trajeto, existem órgãos (anexos) ligados ao trato digestório que possuem papel fundamental para a digestão dos alimentos, são eles: glândulas salivares, fígado e pâncreas.

Basicamente, é preciso compreender que tudo o que estiver dentro do lúmen do trato digestório é considerado fora do organismo. Logo, para algum nutriente penetrar no organismo do animal é necessário passar pelo revestimento epitelial do trato digestório (Figura 104).

Figura 104 – Representação do trato digestório em corte transversal (à esquerda), similar a um *donut* (doce em formato de rosquinha) (à direita)



Fonte: Adaptada de Singh (2019).

Segundo Colville e Bassert (2010), ao se passar o dedo através do orifício do *donut*, não estará dentro dele, pois para entrar no *donut* é preciso perfurar a massa; comparativamente, o que estiver dentro do lúmen do tubo digestório ainda estará fora do organismo, pois para entrar no organismo deve-se haver absorção pelo revestimento epitelial do trato digestório. A artéria e a veia alcançam o intestino via mesentério. 1, mucosa; 2, submucosa; 3, camada muscular; 4, serosa; 5, mesentério.

À anatomia microscópica, o tecido epitelial da mucosa do trato digestório pode ser de dois tipos, dependendo da região estudada. O epitélio escamoso estratificado é mais espesso e mais resistente, estando localizado em boca, faringe,

¹⁸ Cf.: Getty et al. (1986), Colville e Bassert (2010) e Singh (2019).

esôfago e ânus. Já o epitélio colunar simples é mais delicado (mais fino) e, por isso, propicia maior absorção de biomoléculas, estando localizado em estômago, intestino delgado e intestino grosso.

Ao longo do percurso no trato digestório, o alimento passa por diversos segmentos (Figura 105).

Figura 105 – Representação do caminho que o alimento percorre no tubo digestório



Fonte: Massari (2019).

Na cavidade oral, ocorre apreensão, mastigação e insalivação do alimento. A boca também tem papel na defesa do animal emitindo sons (latidos e rosnados pelos cães) e causando dolorosas mordidas no inimigo ou na presa. Além disso, funciona como uma via aérea secundária se a via respiratória principal estiver porventura obstruída.

A boca é composta por cavidade oral e suas paredes (músculo bucinador), lábios (músculos orbicular da boca) e suas comissuras labiais (ângulos), língua, dentes, glândulas salivares e palatos.

A língua é um órgão muscular robusto que realiza movimento preciso para apreensão de alimentos, sucção de líquidos, higiene do corpo, manipulação da ingesta dentro da cavidade oral, além de auxiliar na oralidade. Apresenta raiz fixa ao aparelho hioide e corpo fixo na região da sínfise mandibular. Sua mucosa, região que entra em contato com o alimento, é repleta de papilas tanto mecânicas quanto gustativas.

As glândulas salivares (Figura 106) são classificadas como exócrinas e produzem a saliva que serve para limpeza e lubrificação, além de conter a enzima amilase salivar ou ptialina que inicia na própria cavidade oral uma singela digestão de carboidratos.

Figura 106 – Representação da anatomia topográfica das glândulas salivares, que se distribuem bilateralmente na cabeça canina



Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, glândula parótida; 2, glândula mandibular; 3, glândula sublingual; 4, glândula bucal dorsal ou zigomática; 5 glândula bucal ventral.

O aparelho mastigatório é composto por dentes, gengivas, articulações temporomandibulares, sínfise mandibular e músculos mastigatórios. A dentição está implantada nos alvéolos ósseos através de gonfoses. Logo, há uma dentição decídua (temporária) nos filhotes e uma dentição permanente nos cães adultos (Figura 107).

Figura 107 – Representação das arcadas dentárias superior (à esquerda) e inferior (à direita) da espécie canina



Fonte: Massari (2019).

Notam-se, basicamente, quatro tipos de dentes: I) dentes incisivos que são os mais rostrais e afiados para cortar os alimentos; C) dentes caninos que possuem única cúspide (ponta) aguda para rasgar os alimentos; P) dentes pré-molares que possuem duas cúspides para esmagar e moer os alimentos; e, M) dentes molares com três ou quatro cúspides para triturar os alimentos.

Os cães filhotes possuem 28 dentes decíduos e, quando adultos, 42 dentes permanentes. Em cada dente, existem as seguintes superfícies dentárias: vestibular (labial/bucal), lingual, mesial, distal e oclusal. Alguns cães, principalmente das raças Shith-tzu, Lhasa Apso e Bulldog, devido às influências genéticas podem ser prognatas, apresentando um desalinhamento rostral dos dentes.

A faringe é um segmento que pertence tanto ao trato digestório como respiratório. Enquanto rostralmente, a faringe faz conexão com a cavidade oral e a cavidade nasal, caudalmente ela conecta-se ao esôfago e à laringe. Por isso, divide-se em três porções: orofaringe, nasofaringe e laringofaringe. Ao seu redor, há as tonsilas faríngeas que são massas linfoides importantes para a defesa imunológica do animal.

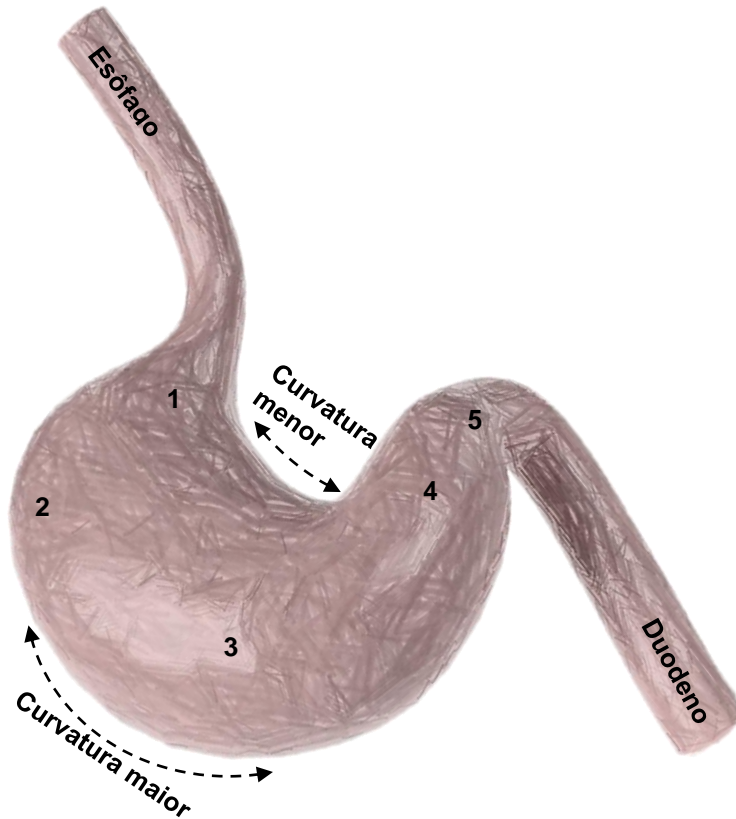
Nessa região, para evitar falsa via, existe a epiglote, ou seja, uma pequena cartilagem que se abaixa como uma “tampa” durante a deglutição para que o alimento não siga para a laringe. Assim, ela fecha a ligação da faringe com a glote durante a deglutição, evitando a comunicação entre os aparelhos digestório e respiratório.

O esôfago conduz alimento da faringe ao estômago. Ele passa pelo diafragma através do hiato esofágico. Há três regiões esofágicas: cervical, torácica e abdominal.

O estômago localiza-se na cavidade abdominal, intercalado entre o esôfago e o intestino delgado. É nele que, realmente, se inicia o processo de digestão. O cão, como qualquer outro carnívoro, apresenta estômago simples (Figura 108) e intestino curto e não complexo, pois se alimenta de uma dieta concentrada facilmente

digerível.

Figura 108 – Representação do estômago unicavitário de canino em vista lateral esquerda



Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, cárdia; 2, fundo; 3, corpo; 4, antro pilórico; 5, píloro.

Microscopicamente, a submucosa do estômago é repleta de glândulas gástricas com células parietais que produzem íons hidrogênio e cloro que formam o ácido clorídrico, células principais que secretam o pepsinogênio (um precursor enzimático da pepsina que será ativa no lúmen gástrico para digestão de proteínas em pH ácido) e células mucosas que produzem muco protetor com mucina e íons bicarbonato para neutralizar a acidez na mucosa e evitar úlceras gástricas.

O suprimento sanguíneo ao estômago é abundante ao longo das duas curvaturas (maior e menor) sendo que o sangue arterial é proveniente de ramos da artéria celíaca derivada da artéria aorta abdominal. Numerosas anastomoses arteriovenosas formam um meio para regular o suprimento sanguíneo da mucosa, pois muito sangue acaba sendo desviado do leito capilar do estômago quando o animal encontra-se em jejum. As veias se combinam em troncos que confluem na

veia porta. Os vasos linfáticos, na submucosa, drenam a linfa para os linfonodos gástricos. A inervação do estômago é gerida pela estimulação vagal através de fibras simpáticas e parassimpáticas.

O intestino se inicia logo após o piloro do estômago e continua até chegar ao ânus. O intestino delgado é dividido em duodeno, jejuno e íleo. Já o intestino grosso é dividido em ceco, cólon e reto.

O duodeno se encontra firmemente fixado ao teto abdominal. É especificamente no duodeno que o fígado, através do ducto biliar, e o pâncreas, através ducto pancreático, drenam suas secreções exócrinas para auxiliar no processo de digestão dos alimentos. Já o jejuno e o íleo, encontram-se menos fixos na posição e suas alças estão sustentadas por mesentério.

O intestino delgado como um todo apresenta microscópicas glândulas intestinais que se abrem para o lúmen entre as bases das vilosidades intestinais. Tais vilosidades, presentes somente no intestino delgado, aumentam a área de absorção de nutrientes. Sua mucosa é rica em nódulos de tecido linfoide (placas de Peyer).

Já o intestino grosso apresenta mucosa lisa, ou seja, sem quaisquer vilosidades. O ceco é um segmento intestinal em formato de “saco cego”, o cólon se subdivide em alças ascendente, transversa e descendente e, o reto é considerado a mais dorsal das vísceras pélvicas.

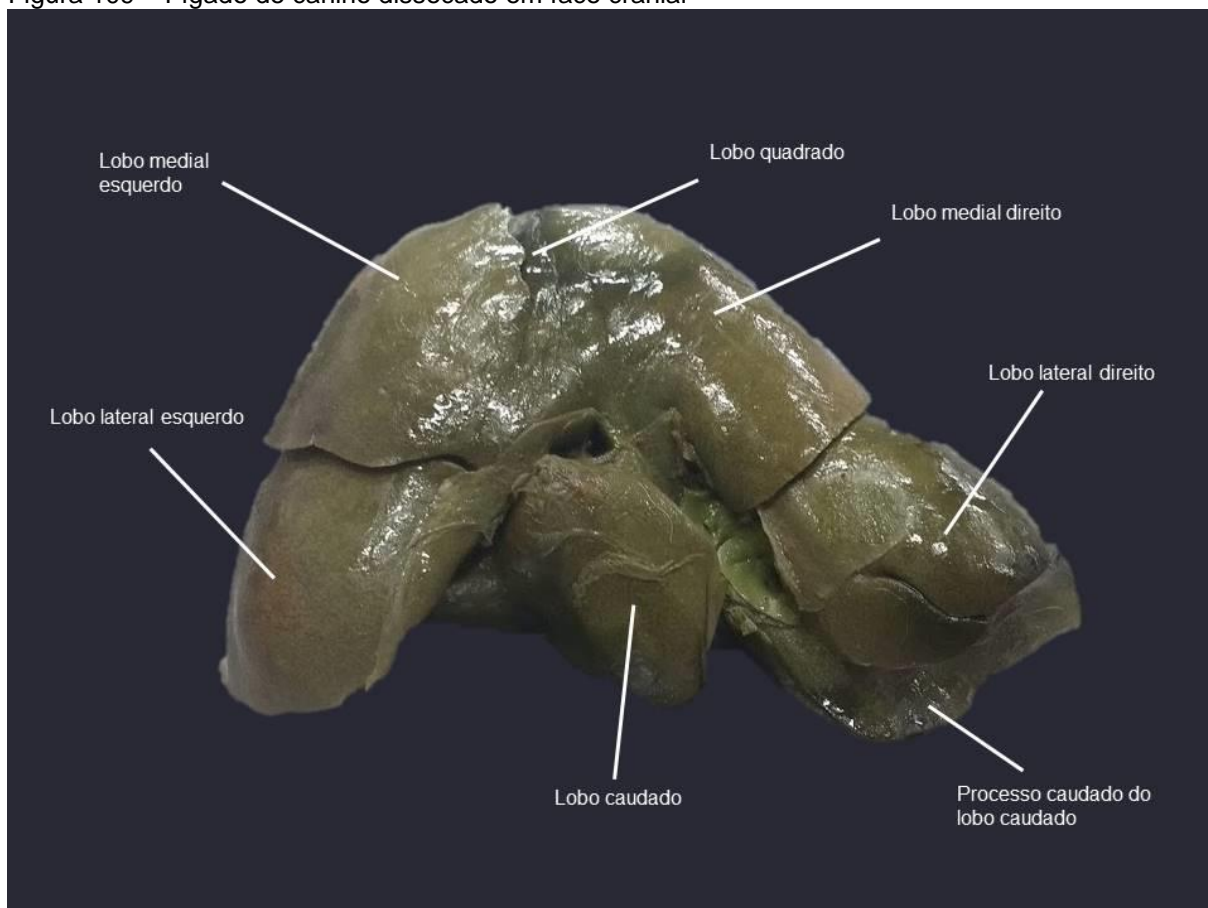
O canal anal une o intestino ao exterior do organismo através de um esfíncter anal. Particularmente nos cães, existem glândulas anais que liberam uma secreção muito fétida pelo ânus quando o animal se encontra em estresse agudo para demarcação territorial.

O suprimento sanguíneo ao intestino é complexo. Sangue arterial é fornecido principalmente pelas artérias mesentéricas cranial e caudal; a parte cranial do duodeno é suprida pelo ramo hepático da artéria celíaca e a parte caudal do reto é suprida pelos ramos retais da artéria pudenda interna. As veias mesentéricas cranial e caudal (junto com a veia esplênica) são as principais tributárias da veia porta. Os linfonodos mesentéricos são abundantes. A inervação do intestino é controlada por fibras simpáticas e fibras parassimpáticas dos nervos vago e pélvico.

Além das glândulas salivares já mencionadas, são também glândulas anexas ao trato digestório o fígado e o pâncreas. O fígado é a maior glândula do corpo animal; está localizado na parte mais cranial do abdome, imediatamente caudal ao

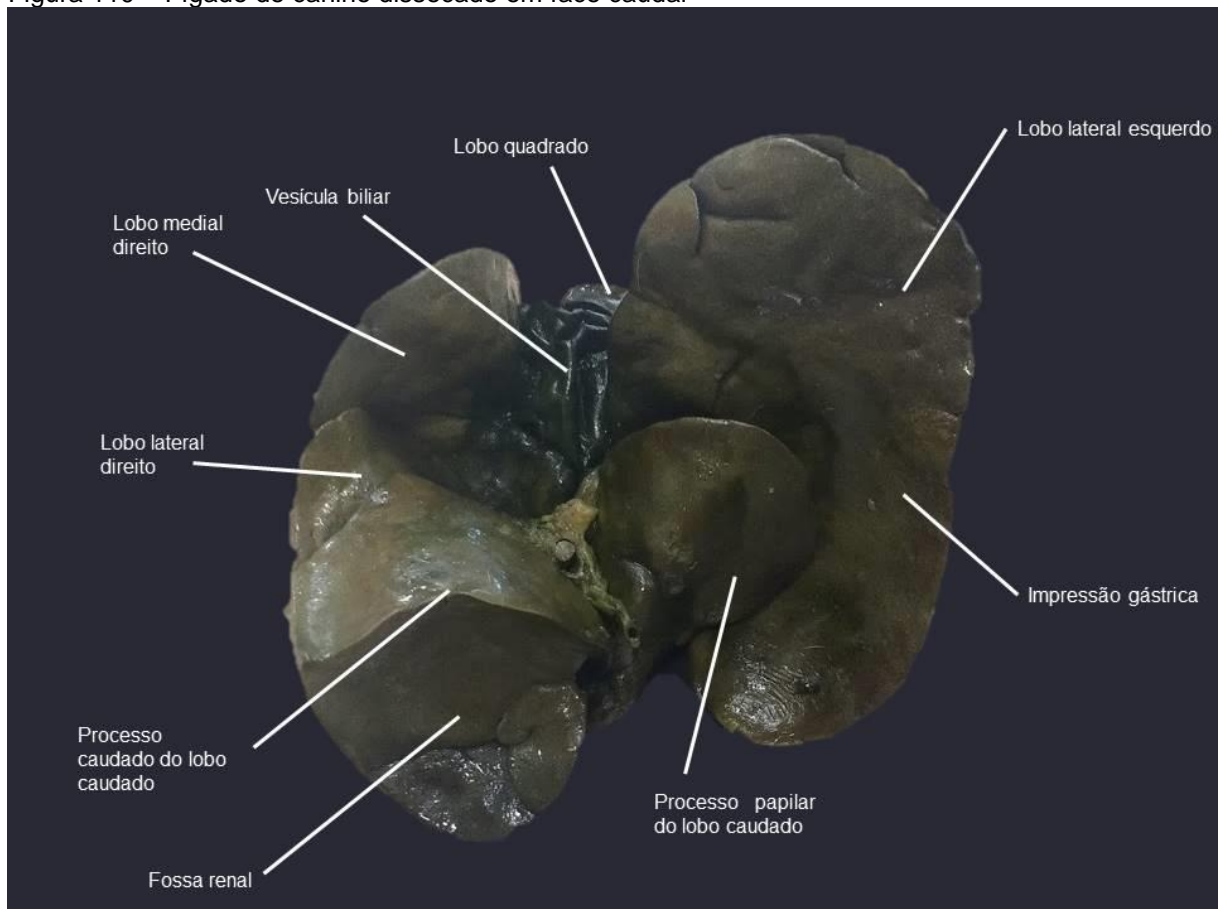
diafragma e deslocado para o antímero direito (Figuras 109 e 110). Já o pâncreas é uma glândula bem menor que está intimamente relacionada com o duodeno na parte dorsal da cavidade abdominal.

Figura 109 – Fígado de canino dissecado em face cranial



Fonte: Massari (2019).

Figura 110 – Fígado de canino dissecado em face caudal

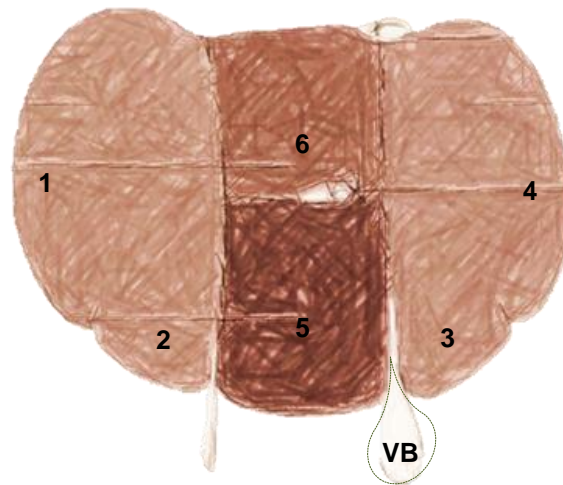


Fonte: Massari (2019).

O fígado possui muitas funções: a) produção de bile; b) metabolismo de proteínas, carboidratos e gorduras; c) filtração do sangue pelo sistema portal hepático; d) síntese de proteínas sanguíneas como a albumina que participa da manutenção correta de fluidos na corrente sanguínea. Quanto ao metabolismo de carboidratos, o fígado realiza a quebra da glicose para produzir energia (glicólise), o armazenamento da glicose na forma de glicogênio (glicogênese), a quebra do glicogênio para liberar a glicose (glicogenólise) e, a produção da glicose a partir de glicerol e aminoácidos (gliconeogênese). Ainda, a vesícula biliar é responsável por estocar e concentrar a bile.

A lobação hepática varia entre as espécies. O fígado de cães é dividido em seis lobos hepáticos: lateral esquerdo, medial esquerdo, lateral direito, medial direito, quadrado e caudado (processos papilar e caudado) (Figura 111). A vesícula biliar se encontra entre os lobos quadrado e medial direito.

Figura 111 – Representação do padrão de lobação hepática de canino



Fonte: Adaptada de König e Liebich (2016).

Legenda: 1, Lobo hepático lateral esquerdo; 2, Lobo hepático medial esquerdo; 3, Lobo hepático lateral direito; 4, Lobo hepático medial direito; 5, Lobo hepático quadrado; 6, Lobo hepático caudado. Nota-se a vesícula biliar (VB) entre os lobos hepáticos quadrado e medial direito.

A bile, secreção digestória produzida pelo fígado, tem origem nos canalículos microscópicos dentro dos lóbulos hepáticos que confluem aos ductos hepáticos, passando à vesícula biliar, então pelo ducto cístico da vesícula biliar, indo, por fim, ao ducto biliar comum (colédoco) que desemboca no duodeno. Sua função é emulsificar as gorduras ingeridas através dos sais biliares que facilitam a ação da lipase pancreática no lúmen do intestino delgado. Apresenta coloração amarelo-esverdeada devido ao seu pigmento bilirrubina.

O suprimento sanguíneo ao fígado é fornecido pela artéria hepática, um ramo da artéria celíaca que fornece o suprimento de oxigênio, e pela veia porta, que une veias tributárias que drenam trato digestório, pâncreas e baço. Já as veias hepáticas desembocam na veia cava caudal. Numerosas anastomoses fazem a comunicação entre os vasos sanguíneos interarterial, intervenosos e arteriovenosos. A inervação do fígado é gerida pelas fibras simpáticas dos plexos periarteriais e parassimpáticas dos troncos vagais.

O pâncreas é considerado uma glândula mista, pois produz tanto secreção endócrina como exócrina. Anatomicamente, uma glândula exócrina é aquela que secreta substância para “fora” do organismo através de ductos, enquanto uma glândula endócrina libera seus hormônios diretamente na corrente sanguínea sem a necessidade de ductos. Assim, o pâncreas desempenha dupla função.

Em relação ao pâncreas exócrino, os ácinos pancreáticos produzem suco pancreático composto por enzimas que decompõem proteínas, carboidratos e

gorduras, sendo lançado no duodeno através de ducto. Também secretam bicarbonato no duodeno que neutraliza o conteúdo ácido proveniente do estômago e ajuda a manter o pH adequado para que as enzimas ali atuem. As enzimas pancreáticas são amilase pancreática, lipase pancreática e protease pancreática. Dentre as proteases, estão: tripsina, quimiotripsina, elastase, aminopeptidase e carboxipeptidase.

Em relação ao pâncreas endócrino, as ilhotas pancreáticas são aglomerados celulares dispersos entre os ácinos exócrinos. Sintetizam hormônios importantíssimos ao metabolismo de carboidratos: a insulina, produzida pelas células beta, transfere a glicose livre no sangue para os tecidos do organismo, enquanto o glucagon, produzido pelas células alfa, mobiliza a glicose do fígado por meio da gliconeogênese e da glicogenólise. Ainda, a somatostatina é sintetizada pelas células delta e o peptídeo pancreático é sintetizado pelas células pp ou f.

O pâncreas canino, anatomicamente, tem o formato curvo como a letra v, com seu ápice localizado junto à flexura cranial do duodeno. O suprimento sanguíneo ao pâncreas é proveniente das artérias pancreaticoduodenais cranial e caudal, a primeira se ramificando a partir da artéria celíaca e, a última, da artéria mesentérica cranial. As veias pancreáticas drenam para a veia porta. A inervação do pâncreas é gerida pelas fibras simpáticas e parassimpáticas.

Aparelho Respiratório

O propósito do aparelho respiratório é realizar a hematose, ou seja, a reoxigenação sanguínea que ocorre nos capilares dos alvéolos dos pulmões. Assim, a difusão nos alvéolos pulmonares se estabelece por diferenças no gradiente de concentração dos capilares, ou seja, enquanto o dióxido de carbono se difunde do sangue venoso em direção ao meio externo durante a expiração, ocorre o mecanismo inverso com as moléculas de oxigênio se difundindo do lúmen alveolar para dentro do capilar durante a inspiração. Logo, o gás oxigênio, em maior concentração externa, ao se difundir no plasma sanguíneo em direção às hemácias, combina-se com a hemoglobina (proteína associada a íons ferro), passando, então, a compor o sangue arterial.

O trato respiratório é um sistema tubular que leva ar do meio externo aos pulmões e vice-versa. Isso ocorre durante dois momentos respiratórios (Figura 112).

Figura 112 – Quadro esquemático da fisiologia do aparelho respiratório durante os dois momentos da ventilação pulmonar

Fisiologia respiratória	Inspiração	Expiração
Músculo diafragma	Contraí	Relaxa
Músculos intercostais	Contraem	Relaxam
Pressão intrapulmonar	Diminui	Aumenta
Pulmões	Expandem	Contraem
Ar	Entra nos pulmões	Sai dos pulmões

Fonte: Massari (2019).

Seguindo um trajeto de passagem do ar do meio externo para o interno, têm-se: plano nasal, cavidade nasal, seios paranasais, nasofaringe, laringofaringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos, ductos alveolares e, enfim, alvéolos pulmonares cercados pelos seus finíssimos capilares sanguíneos.

O plano nasal, popularmente conhecido como “focinho”, é constituído de um tegumento glabro ao redor das narinas dos cães. Essa região da pele é altamente diferenciada, sendo designada glabra uma vez que não apresenta tricomas, ou seja, pelos. Em cães, uma risca profunda, denominada filtro, marca com uma linha mediana o plano nasal até o lábio superior.

As narinas fazem parte do vestíbulo nasal que leva o ar até a cavidade nasal, onde o ducto nasolacrimal, trazendo o filme lacrimal drenado dos olhos, é responsável pela umidificação do ar inspirado. Na cavidade nasal, ocorre a modificação do ar inspirado antes dele ser encaminhado para as passagens das vias respiratórias caudais. Isso ocorre pelo aquecimento do ar após contato com a mucosa nasal bastante vascularizada, umedecimento do ar após a vaporização das lágrimas e o contato com secreção nasal serosa, e a purificação parcial do ar pelo contato com as secreções de numerosas glândulas mucosas dispersas na cavidade nasal. Dentre tantas funções, a cavidade nasal também realiza a olfação através de terminações nervosas presentes em seu epitélio sensorial que levam o impulso nervoso ao nervo olfatório, que é o I par de nervos cranianos, e, conseqüentemente, ao bulbo olfatório que é a porção mais rostral do cérebro.

Os seios paranasais são escavações por onde circula o ar no interior dos ossos frontais e maxilares que são bilateralmente pneumáticos no crânio dos mamíferos. Em cães, esses são, respectivamente, os seios frontais e os recessos maxilares. As funções dos seios paranasais são oferecer certa proteção térmica e mecânica para a órbita e para as cavidades nasal e craniana, aumentando também as superfícies do crânio disponíveis para fixação muscular sem, com isso, aumentar excessivamente seu peso e auxiliar na ressonância da voz.

Na faringe, o ar segue pela nasofaringe e pela laringofaringe. Nessa região, ar e alimento se inter cruzam, cada qual seguindo seu caminho para aparelho respiratório ou aparelho digestório. É na porção caudal da faringe, que a epiglote direciona o fluxo de ar ou de ingesta, evitando assim que o alimento siga pelo “trajeto errado” e o animal acabe se engasgando.

A laringe é a conexão entre a faringe e a árvore traqueobrônquica, sendo formada pelas seguintes cartilagens laríngeas: epiglótica, aritenoideas, tireoidea e cricoidea. É conhecida popularmente em inglês como *voice box*, pois permite a fonação através da vibração das pregas vocais.

A traqueia é um tubo de condução de ar intercalada entre a laringe e os brônquios. Sua constituição previne o colapso traqueal, pois apresenta um conjunto de anéis incompletos de cartilagem responsável por manter o lúmen traqueal sempre expandido. O músculo traqueal liso preenche a lacuna unindo externamente o semianel da traqueia de cães, sendo então responsável por regular a variação do diâmetro da traqueia. Nessa região, glândulas mucosas produzem uma cobertura protetora de muco que é continuamente movido em direção à laringe pela ação ciliar do epitélio. Desse modo, o muco é continuamente deglutido e, quando em excesso, a tosse é acionada para limpar a via aérea.

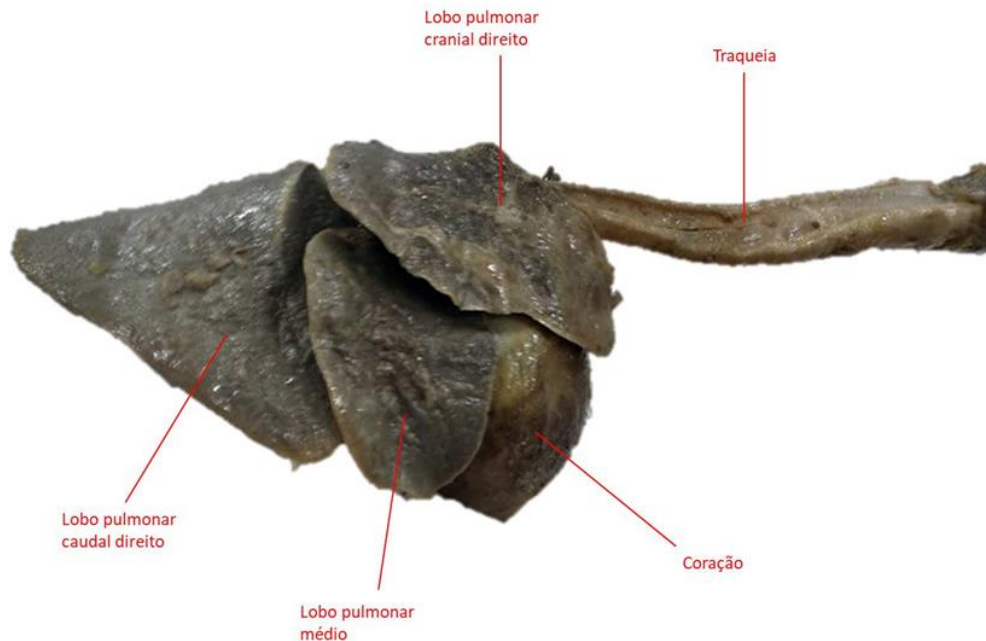
Os dois brônquios principais em cães são constituídos de semianéis cartilagosos mais delicados que os da traqueia. Assim, os brônquios principais, direito e esquerdo, originam-se caudalmente à carina da traqueia para entrar nos pulmões correspondentes.

Conforme os brônquios vão reduzindo o calibre, seus semianéis cartilagosos são gradualmente substituídos por placas irregulares de tecido cartilaginoso até haver a completa perda dessas placas na região de transição broncobronquiolar. Conseqüentemente, os bronquíolos apresentam diâmetro muito menor do que os brônquios e ausência de estruturas cartilagosas em suas paredes.

Os bronquíolos se conectam aos ductos alveolares que, por sua vez, abrem-se nos alvéolos pulmonares. Bronquíolos, ductos alveolares e alvéolos compõem, então, o parênquima pulmonar.

Os dois pulmões formam uma estrutura cônica e estão localizados cranialmente ao diafragma. O pulmão direito (Figura 113) é mais lobado e maior que o esquerdo, devido ao fato do coração estar ligeiramente inclinado à esquerda.

Figura 113 – Pulmão dissecado de cão em vista lateral direita



Fonte: Massari (2019).

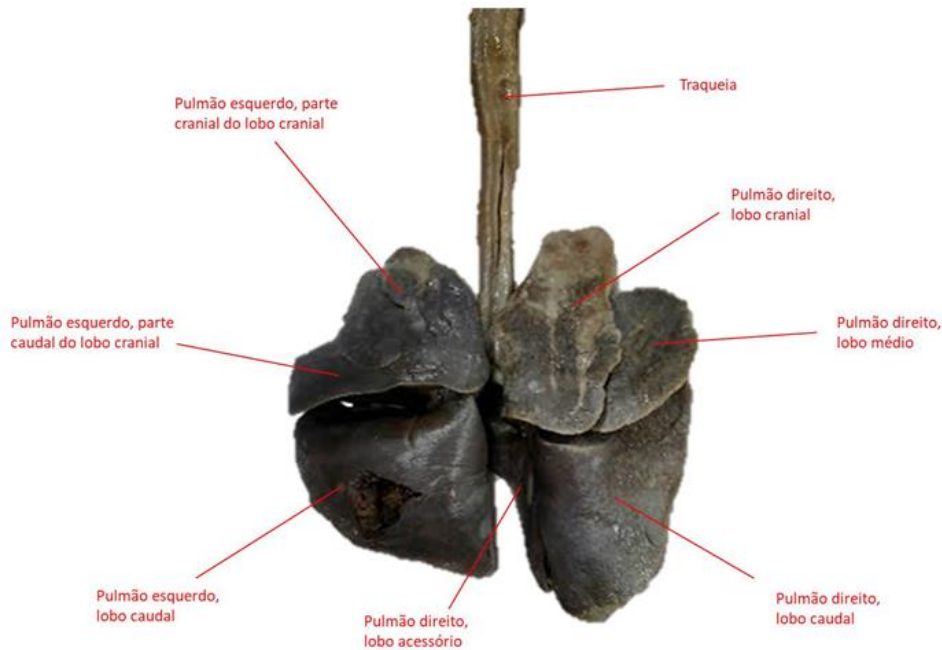
Nota-se o aspecto de cone formado pelos dois pulmões.

A pleura é uma membrana serosa que envolve os pulmões. Entre as duas membranas pleurais em forma de saco invaginado fechado, há um espaço denominado mediastino no qual alguns órgãos como timo (nos animais jovens) e coração estão situados. A parte da pleura que reveste os pulmões é chamada pleura pulmonar ou visceral, já a pleura parietal reveste a parede da cavidade torácica nas superfícies costal e diafragmática. Os sacos pleurais, em condições fisiológicas, apresentam internamente pressão negativa.

A inspiração se dá por controle voluntário e involuntário. Os músculos intercostais externos atuam na inspiração, enquanto os músculos abdominais e intercostais internos agem na expiração. O diafragma é uma lâmina muscular tendínea em forma de cúpula inervado pelo nervo frênico, sendo o principal músculo respiratório.

A lobação pulmonar varia entre as espécies. Em cães, o pulmão esquerdo é dividido em lobos cranial e caudal, já o pulmão direito é dividido em lobos cranial, caudal, médio e acessório (Figura 114). Detalhe é que, no pulmão direito, o lobo cranial possui porção cranial e caudal.

Figura 114 – Pulmão dissecado de cão em vista dorsal



Fonte: Massari (2019).

Internamente nos pulmões, encontram-se os bronquíolos que são ramificações dos brônquios que adentram no parênquima pulmonar. Os bronquíolos se ramificam progressivamente até que passam a se chamar ductos alveolares, que finalizam nos sacos alveolares compostos por um conjunto de alvéolos pulmonares.

Os alvéolos são espaços onde a troca gasosa, a hematose, ocorre através de um delicado epitélio pavimentoso intimamente relacionado com os capilares pulmonares. Os alvéolos são as estruturas morfofuncionais dos pulmões e, para isso, são imensamente vascularizados.

São os alvéolos que dão a textura esponjosa de pequenas bolhas de ar aos pulmões. Suas paredes internas são revestidas por surfactante pulmonar, uma mistura lipoproteica com propriedades tensoativas produzida pelos pneumócitos tipo II. As proteínas e os lipídios desta mistura reduzem a tensão superficial na interface entre o fluido presente na cavidade alveolar e o ar, evitando, com isso, o colapamento das paredes internas dos alvéolos pulmonares.

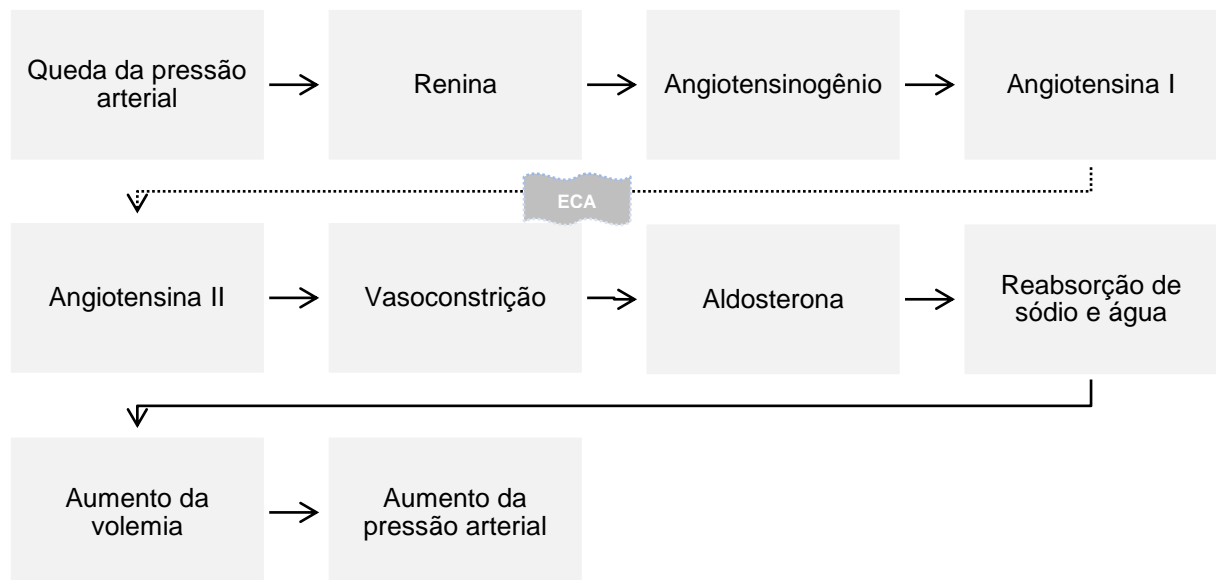
Aparelho Urogenital: órgãos urinários

Seguindo o caminho desde a formação até a excreção da urina, estão os órgãos urinários: rins que formam a urina a partir da filtração do sangue, ureteres que conduzem a urina a partir dos rins, vesícula urinária que armazena a urina até o

momento da micção e, por fim, uretra por onde, finalmente, a urina é eliminada ao meio exterior.

Os rins realizam importantes funções atuando na manutenção do meio interno do corpo, ou seja, na filtração do plasma. Desse modo, os catabólitos são concentrados para sua eliminação através da urina e, assim, é possível o ajuste do volume sanguíneo atuando na conservação de água suficiente para manter a composição do plasma dentro de valores apropriados. Os rins também sintetizam dois hormônios: a renina que é responsável pela regulação da pressão sanguínea (Figura 115) e, a eritropoietina que estimula a formação dos eritrócitos pela medula óssea.

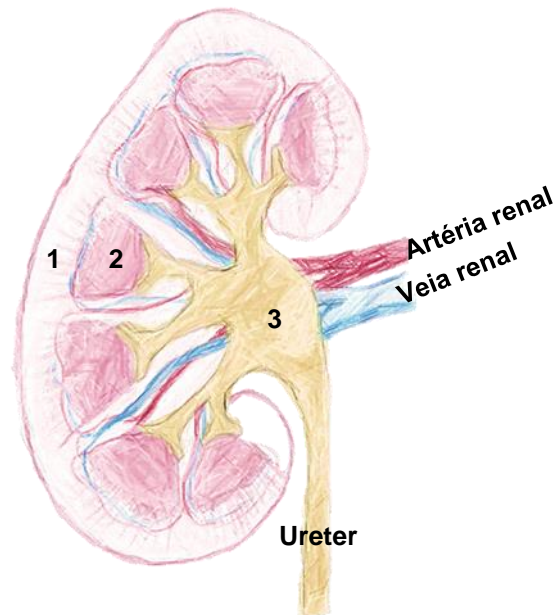
Figura 115 – Fluxograma dos eventos relacionados à ativação do SRAA



Fonte: Massari (2019).

O hilo renal é a área onde o ureter deixa o rim, bem como os principais vasos sanguíneos (artéria renal e veia renal), vasos linfáticos e nervos se conectam ao órgão (Figura 116). O parênquima renal se encontra dentro de uma cápsula fibrosa, denominada cápsula renal, que restringe a capacidade de expansão do rim.

Figura 116 – Representação de rim de canino seccionado sagitalmente



Fonte: Desenho gentilmente cedido pelo aluno Israel Cicero de Freitas para Massari (2019).
 Legenda: 1, córtex renal; 2, pirâmide renal na medula renal; 3, pelve renal.

A forma e o posicionamento dos rins variam de acordo com a espécie animal. Em cães, os rins unilobados apresentam aspecto reniforme, isto é, em forma de feijão.

As unidades funcionais dos rins são chamadas néfrons. Microscopicamente, existem milhares de néfrons em cada rim, pois são responsáveis pela produção de urina a partir de um sistema de túbulos contorcidos contínuos dentro do rim.

Quanto ao suprimento sanguíneo, cada rim é irrigado por uma artéria renal, qual é uma ramificação da artéria aorta abdominal. No hilo renal, a artéria renal se ramifica em diversas artérias menores até gerar as arteríolas glomerulares aferentes que adentram nos glomérulos e emergem como arteríolas glomerulares eferentes. O plexo capilar ao redor dos túbulos renais origina as vênulas que se confluem na veia renal, que desembocará na veia cava caudal.

Dentre tantas funções (Figura 117), os rins realizam o propósito de formação da urina, já os demais segmentos urinários, atuam como vias de passagem e áreas de armazenamento desse líquido orgânico que contém substâncias metabólicas a serem eliminadas do organismo. Desse modo, a pelve renal é como um funil para a urina fluir do rim para o ureter.

Figura 117 – Quadro das funções dos rins

✓	Excreção de resíduos e substâncias estranhas
✓	Liberção de hormônios
✓	Manutenção da osmolaridade do sangue
✓	Regulação da composição iônica do sangue
✓	Regulação da pressão arterial
✓	Regulação do nível de glicose no sangue
✓	Regulação do pH do sangue
✓	Regulação da volemia

Fonte: Massari (2019).

Nota-se, a partir de todas elas, a finalidade da homeostase dos líquidos do corpo através da filtração do sangue nos glomérulos, reabsorção e secreção renal.

O ureter conduz a urina em fluxo contínuo, da pelve renal para a vesícula urinária. Ele se insere na parede vesical de forma oblíqua para evitar o refluxo da urina para o ureter, quando a pressão se eleva dentro da vesícula urinária.

A vesícula urinária é um reservatório dilatável que, quando fica repleto de urina, apresenta aumento de volume e adquire o formato de uma pera. Apresenta seu ápice cranial, corpo intermediário e colo caudal. Sua parede é composta pelo músculo detrusor da bexiga, capaz de contrair no momento da micção para esvaziar a vesícula urinária.

A uretra, por fim, conduz a urina da vesícula urinária para o meio externo. Ela apresenta diferenças entre os dois sexos: na fêmea, a uretra é mais curta e serve exclusivamente para o transporte de urina, enquanto no macho é mais longa e canaliza não só a urina como também o sêmen. Logo, na fêmea, a uretra segue caudalmente no assoalho pélvico e seu óstio uretral externo abre no vestíbulo vulvar. Já no macho, percorre o interior do pênis até a glândula peniana.

Aparelho Urogenital: órgãos genitais masculinos

Antes de qualquer coisa, para reprodução, tanto machos quanto fêmeas devem possuir um par de gônadas (masculinas ou femininas) as quais possuem basicamente duas funções: produção de gametas e síntese de hormônios sexuais. Assim, toda gônada possui funções tanto gametogênicas quanto endócrinas.

Nos machos, as gônadas são os testículos. Também existem ductos gonadais (epidídimo e ducto deferente) que transportam os espermatozoides dos testículos para a uretra, glândulas acessórias que contribuem para o volume do sêmen, uretra que nos machos serve de passagem tanto da urina como do sêmen, pênis que é o órgão copulatório do macho e adaptações da pele como a bolsa escrotal e o prepúcio.

Embriologicamente, os testículos são originados na cavidade abdominal próximos aos rins. Em cães, nas primeiras semanas de vida do filhote, ocorre o descenso testicular, ou seja, os testículos migram pelo canal inguinal até chegarem ao escroto na região perineal.

Cada testículo apresenta um cordão espermático que engloba o ducto deferente, os vasos sanguíneos e os nervos. A túnica albugínea é constituída por tecido conjuntivo denso.

Em cada testículo, há as regiões do mediastino testicular e do parênquima testicular dividido em lóbulos microscópicos. Nos lóbulos, existem túbulos seminíferos e epitélio seminífero com as células espermáticas, para o processo de espermatogênese, e as células de Sertoli para suporte e nutrição aos espermatozoides. No tecido intersticial, há as células de Leydig para a síntese do hormônio esteroide androgênico, ou seja, testosterona.

Nos machos, o hormônio folículo estimulante (FSH), sintetizado pela adenohipófise, estimula o desenvolvimento das células de Sertoli, enquanto o hormônio luteinizante (LH), também sintetizado pela adenohipófise, estimula as células de Leydig a produzir testosterona.

O epidídimo apresenta cabeça, corpo e cauda epididimária, constituídas por diversas voltas dos túbulos eferentes em uma matriz de tecido conjuntivo. Conecta-se, então, ao ducto deferente.

A túnica vaginal é uma evaginação do peritônio através do canal inguinal que envolve o testículo. O cordão espermático é, então, constituído pela artéria testicular, pelas veias testiculares entrelaçadas no plexo pampiniforme e pelo ducto deferente.

O escroto apresenta pele que se adere a uma fina camada fibromuscular, a túnica dartos. Internamente, há o músculo cremáster, isto é, uma musculatura delgada que passa para dentro do cordão, após se originar da margem caudal do músculo oblíquo interno do abdome.

O plexo pampiniforme é uma malha venosa que circunda o cordão espermático e proporciona grande superfície de contato em um sistema de trocas térmicas contracorrentes entre a artéria e as veias testiculares. A função deste é resfriar o sangue arterial que chega ao testículo, através da artéria testicular, pois a espermatogênese depende muito da temperatura. Durante a espermatogênese, divisões celulares seriadas e maturação espermática formam o ciclo do gameta

masculino.

A uretra masculina apresenta seu orifício interno no colo da vesícula urinária e seu orifício externo na extremidade livre do pênis. Divide-se em uma parte interna ou pélvica e em uma parte superficial ou esponjosa formada por tecido altamente vascularizado que circunda a uretra quando ela deixa a cavidade pélvica (sendo a uretra peniana um componente do pênis).

Entre as glândulas acessórias reprodutivas, a próstata se destaca em cães. A principal função da próstata é armazenar e secretar um fluido claro, levemente alcalino que, junto aos espermatozoides, constitui o sêmen. A secreção prostática protege e nutre os espermatozoides quando estes estão em suspensão no fluido seminal.

O pênis apresenta três pilares internos: dois corpos cavernosos e um corpo esponjoso. O par de colunas dorsais são os corpos cavernosos, os quais não se estendem até à glândula do pênis, enquanto a coluna ventral é o corpo esponjoso que se inicia no bulbo do pênis indo até a glândula. A glândula é a extremidade livre do pênis, ou seja, um aumento do corpo esponjoso recoberta pelo prepúcio.

Exclusivamente os cães apresentam o osso peniano. Este é uma ossificação do corpo cavernoso que compõe o esqueleto esquelético dessa espécie.

Os cães, assim como todo carnívoro, possuem um tipo de pênis chamado de músculocavernoso ou musculomembranoso. Este é constituído, principalmente, por tecido erétil, o qual confere uma consistência macia ao órgão capaz de aumentar consideravelmente em comprimento e diâmetro durante a ereção.

Os músculos que sustentam o pênis são o músculo ísquiocavernoso, o músculo bulboesponjoso e o músculo retrator do pênis. A irrigação sanguínea destes se dá pela artéria peniana, um ramo terminal da artéria pudenda interna; já as veias são satélites. A inervação pelas fibras motoras parassimpáticas acompanha os vasos sanguíneos.

O prepúcio é uma dupla invaginação de pele abdominal que recobre a glândula do pênis durante o repouso e o corpo do pênis durante a ereção. Sua lâmina interna secreta esmegma.

Todos os espermatozoides são imóveis, quando liberados no interior dos túbulos seminíferos dentro dos testículos, onde estão suspensos em um fluido secretado pelas células de sustentação (Sertoli) do epitélio de revestimento. Durante a ereção do pênis, ocorre ingurgitamento dos espaços esponjosos e cavernosos e,

então, ocorre o transporte espermático no trato genital masculino. Tanto o volume como a composição do ejaculado variam conforme a frequência de atividade sexual, e a ejaculação deve ocorrer, por fim, dentro da vagina da fêmea.

Aparelho Urogenital: órgãos genitais femininos

Nas fêmeas, as gônadas são os ovários, pois produzem gametas femininos (óvulos) e hormônios sexuais estrogênicos. As tubas uterinas capturam os óvulos após sua liberação dos ovários e os transportam até o útero. O útero é onde os embriões são implantados e nutridos até que o desenvolvimento pré-natal esteja completo. A vagina funciona tanto como órgão copulatório feminino quanto canal de parto. Por fim, o vestíbulo se abre externamente na vulva e também serve para a passagem da urina nas fêmeas.

Os ligamentos largos são folhetos de peritônio originados na parte dorsal da cavidade abdominal. Contêm vasos sanguíneos e fibras nervosas, além de tecido adiposo. Apresentam segmentos nomeados de acordo com o órgão a que estão presos, assim, tem-se o mesovário (pedículo ovariano que forma o ligamento suspensório do ovário), a mesossalpinge e o mesométrio.

As cadelas apresentam ciclo estral dividido em quatro fases (Figura 118). Algumas podem, ainda, passar pelo anestro ou fase de inatividade sexual, em que ocorre involução do útero e os níveis de estrógeno e progesterona ficam bem baixos.

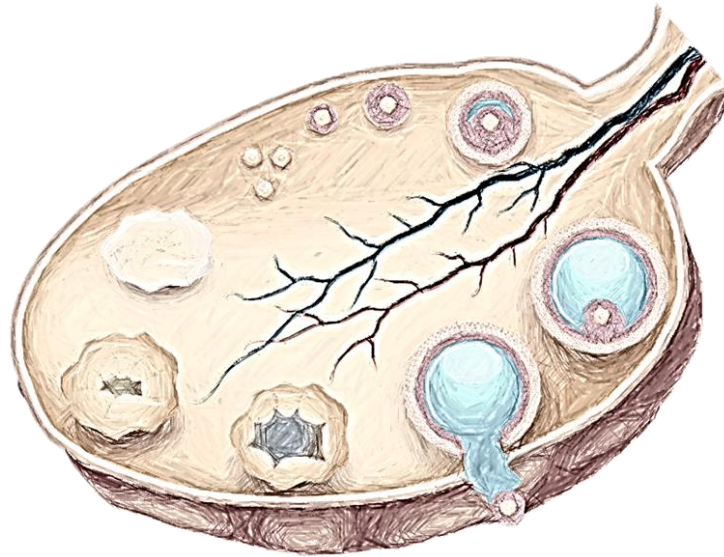
Figura 118 – Quadro das características de cada fase do ciclo estral

Proestro	Alta concentração de estrógeno, endométrio espessado (tutor relata sangramento pela vagina da cadela), desenvolvimento folicular.
Estro	Receptividade sexual, diminuição nos níveis de estrógeno e um aumento nos níveis de progesterona. Após cerca de dois ou três dias do início do estro, ocorre ovulação.
Metaestro	Início da fase luteal.
Diestro	Níveis máximos de progesterona.

Fonte: Massari (2019).

Os ovários estão localizados na parede dorsal do abdome, próximo às extremidades dos cornos uterinos, suspensos pelo mesovário. Apresentam uma zona parenquimatosa (córtex) constituída pelos folículos ovarianos em várias fases de desenvolvimento (Figura 119).

Figura 119 – Desenho representativo de um ovário com estruturas ovarianas em variadas etapas de desenvolvimento



Fonte: Massari (2019).

Os hormônios produzidos nos ovários estão em duas categorias: estrógenos e progestágenos. O estrógeno é produzido pelas células do folículo ovariano em desenvolvimento, sendo responsável pelas alterações físicas e comportamentais que preparam a fêmea para a cópula. Já a progesterona é produzida pelo corpo lúteo gerado pelo folículo rompido após a ovulação; esse hormônio ajuda a preparar o útero para a implantação do óvulo fertilizado (embrião) também sendo necessário para a manutenção da gestação.

Durante um ciclo ovariano, o hormônio folículo estimulante (FSH), sintetizado pela adenohipófise, estimula o recrutamento folicular ou a ativação folicular. Dentro do folículo ovariano, as células da granulosa vão, então, se desenvolvendo e produzindo estrógeno; o espaço interno ou antro folicular é preenchido com fluido. Quando o folículo ovariano está maduro, o ovócito se encontra repousando sobre um pequeno amontoado de células da granulosa (*cumulus oophorus*) envolto pela *corona radiata*.

No momento da ovulação, ocorre a ruptura do folículo maduro com a liberação da célula reprodutiva (ovócito) na tuba uterina. Isso acontece devido à ação do pico de hormônio luteinizante (LH) sintetizado pela adenohipófise. Após tal ruptura folicular, forma-se o corpo lúteo (corpo amarelo) no ovário, que produz progesterona. Esta estrutura ovariana pode permanecer durante toda a gestação caso a fêmea engravide ou, caso contrário, degenerar para dar início a um novo ciclo ovariano. Os demais folículos que possivelmente não se desenvolveram ou não

foram ovulados devem sofrer atresia folicular.

Como citado, o ciclo ovariano seria impossível de acontecer sem o estímulo das gonadotrofinas adenohipofisárias. Esses hormônios proteicos sintetizados e liberados pela glândula adenohipófise (hipófise anterior) são, portanto, o hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH). Ambos controlam o ciclo estral, isto é, o momento entre o início de um período popularmente chamado de “cio” até o início de um novo “cio”. Cada um dos quatro estágios do ciclo estral reflete exatamente o que está acontecendo no ovário naquele período.

O proestro é o período de desenvolvimento folicular estimulado pelo FSH. Durante este estágio, os folículos começam o seu desenvolvimento e crescimento. Ao aumentarem de tamanho, a liberação de estrógeno vai aumentando na mesma proporção em que o folículo ovariano vai amadurecendo. Diante disso, ocorrem espessamento e desenvolvimento dos revestimentos internos das tubas uterinas, útero e vagina.

O estro é o período de receptividade sexual da fêmea. Ocorre no pico nos níveis de estrógeno produzidos pelo folículo maduro. A ovulação ocorre no final dessa fase.

O metaestro é o período após a ovulação, quando ocorre desenvolvimento do corpo lúteo. As células remanescentes do folículo vazio começam a se multiplicar sob estímulo do LH. A progesterona produzida pelo corpo lúteo inibe temporariamente o desenvolvimento folicular no ovário e o revestimento uterino fica bem espesso na preparação para a implantação do óvulo fertilizado.

O diestro é o período luteal quando o corpo lúteo alcançou seu tamanho e efeitos máximos. Se a fêmea acasalou e estiver gestante, o corpo lúteo recebe sinal endócrino do embrião em desenvolvimento e continua a existir por toda a gestação. No entanto, se ela não estiver gestante, o corpo lúteo degenera no final do diestro; assim, ela retorna para o proestro ou ovário fica inativo e animal entra em anestro que é um período de inatividade ovariana temporária observado em algumas espécies animais.

O encontro do ovócito (gameta feminino) com o espermatozoide (gameta masculino) para a fertilização ocorre nas tubas uterinas, que se encontram suspensas pela mesossalpinge.

O útero é onde os embriões se alojam e estabelecem meios para trocas fisiológicas com a corrente sanguínea materna. As cadelas, assim como todas as

espécies domésticas, apresentam útero bicorno.

O útero é constituído pôr três camadas: o perimétrio (serosa) é uma extensão do ligamento largo (mesométrio), o miométrio é a camada muscular e o endométrio é a mucosa uterina.

A vagina se conecta por uma pequena intrusão (fórnix) à cérvix uterina.

No vestíbulo, há a desembocadura da vagina, dos ductos das glândulas vestibulares que produzem muco para lubrificação durante o coito (ou o parto) bem como da uretra feminina. O vestíbulo se abre para o exterior através de lábios vulvares e o clitóris se situa dentro da comissura ventral da vulva.

Peritônio

Existem três túnicas serosas do corpo animal: a pleura que reveste a cavidade torácica e os pulmões, o pericárdio que reveste externamente o coração, e o peritônio que reveste tanto a cavidade abdominal como as vísceras abdominais. Dentre essas três, o peritônio é a mais extensa delas. Todas essas serosas são translúcidas e possui um substrato de tecido conjuntivo com uma camada de células epiteliais secretoras, o mesotélio que secreta fluido lubrificante interno.

O peritônio apresenta duas camadas: o peritônio parietal que delimita internamente a cavidade abdominal recobrando as paredes abdominais e a superfície caudal do músculo diafragma, e o peritônio visceral que recobre a maioria das vísceras.

No entanto, enquanto o peritônio recobre por completo algumas vísceras como o estômago e o baço, ele recobre outras apenas parcialmente como a vesícula urinária e o reto. Dessa maneira, as vísceras podem ser classificadas em: vísceras peritonizadas quando são recobertas por ambas as lâminas peritoneais, vísceras extraperitoneais quando se encontram externamente ao peritônio parietal, e vísceras retroperitoneais quando se encontram internamente ao peritônio parietal.

Entre as duas lâminas peritoneais, ou seja, a parietal e a visceral, existe um espaço em potencial conhecido como cavidade peritoneal. Aí existe uma pequena quantidade de líquido peritoneal presente no abdome do animal com a função de lubrificar as vísceras, permitindo que elas se deslizem livremente umas sobre as outras ou contra a parede abdominal, para a realização de suas próprias contrações. Além disso, existe uma quantidade considerável de tecido adiposo abdominal armazenado externamente ao peritônio.

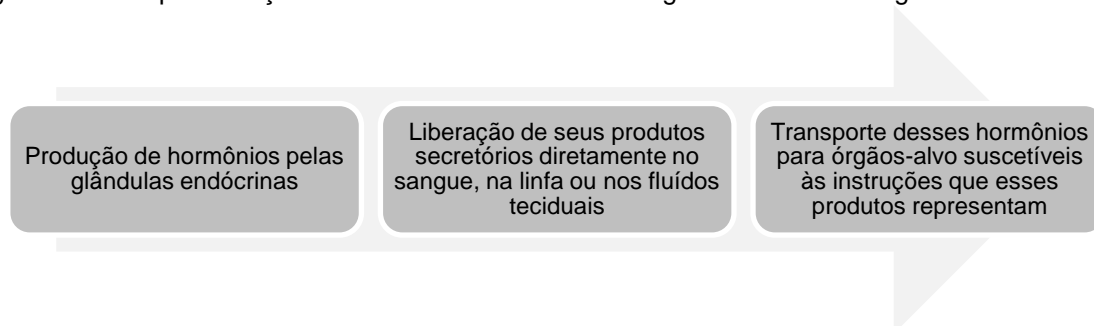
O peritônio apresenta diversas projeções (reflexões), como os mesos (mesentério, mesocolo, mesovário, etc.) e o omento. Com isso tudo, o peritônio tem função de minimizar o possível atrito entre as vísceras abdominais e pélvicas e dar sustentação estrutural a elas. Ademais, também deve atuar como um meio para que os leucócitos façam a defesa contra possíveis infecções e como um depósito de gordura no abdome.

Glândulas endócrinas

Diferentemente das glândulas exócrinas que apresentam ductos por onde a secreção passa até atingir o local onde será eliminada (superfície do corpo ou no lúmen de órgãos), as glândulas endócrinas não possuem ductos e eliminam hormônios diretamente na corrente sanguínea (Figura 120).

A endocrinologia é, portanto, o estudo das glândulas de secreção interna. E, embora cada glândula endócrina exerça uma função particular e distinta, todas elas colaboram com o sistema nervoso na manutenção do meio interno, formando o chamado sistema neuroendócrino.

Figura 120 – Representação do fluxo de atividade de uma glândula endócrina genérica



Fonte: Massari (2019).

Entende-se por *feedback* ou retroalimentação o mecanismo que regula as glândulas endócrinas. Isso significa que o nível do próprio hormônio na corrente sanguínea é que controla a estimulação ou a inibição do exercício da glândula que o produziu.

A hipófise é considerada a “glândula mestra”, pois produz determinados hormônios que influenciam diretamente a atividade de outras glândulas endócrinas (Figura 121). Localiza-se no apêndice do cérebro e apresenta um lobo anterior (adenohipófise), um lobo intermediário e um lobo posterior (neurohipófise).

Figura 121 – Quadro dos hormônios hipofisários e suas respectivas funções

Adenohipófise	Função hormonal
✓ Somatotrofina (STH) ou hormônio do crescimento (GH)	É anabólico, estimulando o crescimento e a proliferação celular em diversos tecidos do corpo.
✓ Hormônio folículo estimulante (FSH) e Hormônio luteinizante (LH)	São gonadotróficos, estimulando estruturas dos testículos e dos ovários.
✓ Hormônio adenocorticotrófico (ACTH)	Estimula o córtex das glândulas adrenais.
✓ Hormônio tireotrófico ou hormônio estimulante da tireoide (TSH)	Estimula a glândula tireoide.
✓ Prolactina (PRL)	Estimula a glândula mamária a produzir leite.
Neurohipófise	Função hormonal
✓ Ocitocina	Estimula a contração da musculatura lisa do útero durante o parto e das células mioepiteliais das mamas para a ejeção do leite.
✓ Hormônio antidiurético (ADH) ou vasopressina	Estimula a vasoconstrição e promove a reabsorção de fluidos pelos rins, controlando o equilíbrio hídrico do organismo.

Fonte: Massari (2019).

A adenohipófise, por sua vez, é regulada pelo hipotálamo (região do encéfalo), ou seja, por hormônios produzidos em células neurosecretoras em vários núcleos hipotalâmicos (Figura 122).

Figura 122 – Quadro dos hormônios hipotalâmicos

✓ Hormônio liberador de hormônio do crescimento (GHRH)
✓ Hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH)
✓ Hormônio liberador de corticotrofina (CRH)
✓ Somatostatina (SS) ou Hormônio inibidor de hormônio do crescimento

Fonte: Massari (2019).

Também no encéfalo, encontra-se a epífise neural, ou glândula pineal, que produz melatonina, um hormônio que regula o ciclo circadiano, que é o período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos com a regulação dos ciclos de sono-vigília.

A glândula tireoide se localiza na região cervical, sobre a traqueia e caudal à laringe. Em cães, é constituída por duas massas distintas ligadas por um istmo. Suas células foliculares produzem triiodotironina (T3) e tiroxina ou tetraiodotironina (T4), já suas células parafoliculares (células C) produzem o hormônio calcitonina (Figura 123).

Figura 123 – Quadro dos hormônios tireoideos e suas respectivas funções

Células foliculares da tireoide	Função hormonal
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Triiodotironina (T3) ✓ Tiroxina ou tetraiodotironina (T4) 	Metabolismo (aumentam a velocidade dos processos de oxidação e de liberação de energia nas células do corpo) e crescimento (estimulam a produção de RNA e a síntese de proteínas).
Células parafoliculares da tireoide	Função hormonal
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calcitonina 	Controle da concentração sanguínea de cálcio, inibindo a remoção do cálcio dos ossos e a saída dele para o plasma sanguíneo, estimulando sua incorporação pelos ossos.

Fonte: Massari (2019).

As quatro glândulas paratireoideas se encontram incorporadas na tireoide. Elas secretam o paratormônio, responsável pela regulação de vários aspectos no metabolismo do cálcio (Figura 124), tendo ação contrária à da calcitonina. Assim, enquanto a calcitonina é tem ação hipocalcemiante, o paratormônio funciona como hipercalcemiante.

Figura 124 – Quadro do hormônio paratireoideo e sua respectiva função

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Paratormônio 	Aumenta a absorção intestinal de cálcio, aumenta a mobilização de cálcio do esqueleto recrutando osteoclastos para reabsorção óssea e inibe a excreção de cálcio pela urina.
--	--

Fonte: Massari (2019).

As glândulas adrenais estão localizadas no teto do abdome, cranialmente aos rins. Na região externa da glândula, o córtex adrenal, há secreção de hormônios esteroides (derivados do colesterol), enquanto na região interna da glândula, a medula adrenal, ocorre secreção de catecolaminas (Figura 125).

Figura 125 – Quadro dos hormônios adrenais e suas respectivas funções

Córtex adrenal	Função hormonal
✓ Mineralocorticoides Ex.: Aldosterona	Atuam sobre os rins, aumentando a absorção de sais durante o processo de filtração do sangue.
✓ Glicocorticoides Ex.: Cortisol	Regulam a permeabilidade dos capilares sanguíneos, entre outras funções.
✓ Hormônios sexuais	Desenvolve as características sexuais secundárias.
Medula adrenal	Função hormonal
✓ Adrenalina ou epinefrina	Prepara o organismo para situações de perigo ou estresse, aumentando os batimentos cardíacos e a pressão arterial.
✓ Noradrenalina ou norepinefrina	Controla a pressão sanguínea do corpo.

Fonte: Massari (2019).

Ainda, existem outros tecidos endócrinos. O pâncreas é uma glândula mista, pois possui um componente exócrino (ácinos pancreáticos) e um componente endócrino (ilhas pancreáticas). Na porção endócrina do pâncreas, as ilhas pancreáticas secretam diferentes hormônios (Figura 126).

Figura 126 – Quadro dos hormônios pancreáticos e suas respectivas funções

Tipo celular	Secreção	Função hormonal
Célula alfa	✓ Glucagon	Estimula o aumento da concentração de glicose no sangue e a quebra do glicogênio.
Célula beta	✓ Insulina	Estimula a absorção da glicose presente no sangue e o seu armazenamento no fígado, na forma de glicogênio.
Célula delta	✓ Somatostatina	Modula indiretamente a secreção de insulina/glucagon (também é secretada pelo hipotálamo, inibindo a secreção do hormônio do crescimento).
Célula PP	✓ Polipeptídeo pancreático	Antagonista da colecistoquinina (inibe a secreção de enzimas pancreáticas).

Fonte: Massari (2019).

As gônadas produzem hormônios sexuais ou esteroides sexuais. Assim, os testículos produzem hormônios sexuais masculinos e os ovários produzem hormônios sexuais femininos (Figura 127).

Figura 127 – Quadro dos hormônios gonadais e suas respectivas funções

Tipo celular	Secreção	Função hormonal
Produzido nas células de Leydig no interstício dos testículos	✓ Testosterona	Desenvolve as características sexuais secundárias em machos, tendo efeito virilizante e anabolizante.
Produzido pelos folículos ovarianos nos ovários	✓ Estrógeno	Desenvolve as características sexuais secundárias em fêmeas.
Produzida pelo corpo lúteo nos ovários	✓ Progesterona	Desenvolve as características sexuais secundárias em fêmeas, preparando-a para a gestação.

Fonte: Massari (2019).

A placenta é um sistema de apoio à vida fetal e, por isso, também tem papel endócrino produzindo a gonadotrofina coriônica (CG) e o lactogênio placentário (somatomatotropina coriônica). Também são hormônios placentários esteroides como estrogênios e progesterona, além de hormônios neuropeptídicos (semelhantes aos hormônios hipotalâmicos).

Os rins também possuem função endócrina, pois secretam hormônios através de seus complexos justaglomerulares (Figura 128).

Figura 128 – Quadro dos hormônios renais e suas respectivas funções

Secreção	Estímulo	Função hormonal
✓ Renina	Quando os rins são submetidos à situação de hipotensão arterial.	Participa do sistema renina-angiotensina-aldosterona para controle do volume de líquido extracelular e aumento da pressão arterial.
✓ Eritropoietina	Quando os rins são submetidos à situação de hipóxia.	Estimula a eritropoiese, ou seja, da produção de hemácias pela medula óssea.

Fonte: Massari (2019).

Por fim, as células enteroendócrinas (CEE) dispersas no epitélio gástrico e intestinal são sensoras de conteúdo do lúmen do trato digestório e participam do sistema neuroendócrino difuso (SNED) através da produção de várias proteínas e

peptídeos que regulam a digestão, o peristaltismo e a renovação celular mucosa digestória. Exemplos destes são a gastrina, a secretina, a colecistocinina (CCK), o glucagon, o peptídeo intestinal vasoativo e o peptídeo inibidor gástrico. Especialmente, a colecistocinina (CCK) estimula a contração da vesícula biliar e estimula a secreção de enzimas pancreáticas.

4.5.1 Glossário para Esplancnologia Veterinária¹⁹

Abdome – do latim, *abdere* = esconder; *omentum** = membrana rendada; *adps* = gordura animal; *ab* = longe; *domus* = cabeça; *também do latim, *omem* = presságio, estando associada à prática antiga de examinar as vísceras abdominais de animais para predizer o futuro.

Adrenal – do latim, *ad* = perto; *ren* = rim. Na anatomia humana, corresponde à glândula suprarrenal.

Aparelho – do latim, *apparatus* = apetrecho. Designa estruturas anatômicas ou órgãos com a mesma finalidade, porém nem sempre com a mesma origem embrionária. Verifica-se que do grego, *systema* = sistema, também designa estruturas anatômicas ou órgãos com a mesma finalidade, porém originários do mesmo folheto embrionário. Então, na Anatomia, os termos aparelho e sistema não são sinônimos; ex.: aparelho digestório e sistema nervoso.

Aritenoidea – do grego, *arytaina* = jarro; *oidés* = forma de. Designa as cartilagens da laringe que possuem processo corniculado semelhante à alça de um jarro.

Baço – do latim, *opacius* = opaco, escuro, sem brilho. Em latim, a palavra para este órgão era *lien*, no grego *splien*, mas a língua portuguesa não a adotou. A designação do órgão abdominal, provavelmente, originou-se da sua coloração escura. Uma curiosidade da história da Anatomia é que os antigos acreditavam que o baço tinha a função de produzir a “bile negra”, um dos quatro humores do corpo, de cujo equilíbrio dependeria a saúde. Na teoria dos humores da medicina hipocrática, o excesso de tal fluido negro seria responsável pelo “mau humor” das pessoas.

Bexiga – do latim, *vesica* = vesícula ou bexiga. O equivalente grego é *cystis*. De *vesica*, o termo passou a *vexiga* e depois a *boxiganga* que era o nome de um personagem cômico do teatro espanhol. Depois vieram *mogiganga*, *bogiganga* e,

¹⁹ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

finalmente, bugiganga. Por um tempo, a palavra designou festa com pessoas disfarçadas ou peça de teatro cômica, curta. Depois, passou a designar qualquer objeto usado para debochar de alguém e, por fim, assentou-se querendo referenciar a um objeto de pouco valor. Em uma época em que os balões de látex, usados hoje nas festas infantis, ainda não tinham sido inventados, estes personagens usavam bexigas de animais infladas debaixo da roupa, as quais iam sendo estouradas ao longo da peça e fazendo diminuir o tamanho da figura.

Bile – do latim, *bīl(is)* = bile, bili, fel. Sustância líquida alcalina amarelo-esverdeada produzida pelo fígado para auxílio da digestão atuando na emulsificação dos ácidos graxos no lúmen do duodeno.

Bilirrubina – do latim, *bīlis* = fel, bile; *rube(um)* = vermelho; *in* = substância química. Pigmento biliar de cor amarelo-verde-alaranjado que resulta da degradação da hemoglobina.

Boca – do latim, *bucca* = bochecha, cavidade oral. Do hebreu *bukkah* = vazio, oco. Em latim, o contorno da abertura oral (rima dos lábios) era denominado “os”; o equivalente grego é *stóma*.

Brônquio – do grego, *bronchos* = mole, úmido. Platão acreditava que os líquidos deglutidos alcançavam o estômago pela traqueia enquanto os alimentos sólidos, pelo esôfago. Daí a justificativa da umidade (muco traqueal) naquela região. Rufo de Éfeso usou o termo para designar os anéis da traqueia, mas o sentido foi depois extrapolado para sua divisão e gradualmente acabou denominando apenas os ramos.

Bronquíolo – do grego, *bronchos* = mole, úmido; *olus* = sufixo diminutivo. Designa a divisão dos brônquios.

Bronquite – do grego, *bronchos* = mole, úmido; *ite* = inflamação.

Calcitonina – do latim, *calc* = cálcio; do grego, *ton(o)* = tensão; *īn(a)* = substância química. Hormônio peptídico que intervém no metabolismo do cálcio e do fosfato; reduz os níveis sanguíneos de cálcio, inibindo a absorção intestinal do íon, aumentando o armazenamento de cálcio nos ossos e aumentando a excreção renal de cálcio.

Cálculo – do latim, *calcul* = pequena pedra. Concreções formadas em alguns órgãos.

Cálice – do grego, *kalyx* = taça. Estrutura em forma de taça, como os cálices renais.

Cárdia – do grego, *kardia* = coração. Porção do estômago que se encontra mais

próxima do coração.

Carina – do latim, *carina* = casca de noz, quilha de barco. Provavelmente a carina da traqueia derivou da semelhança com a forma da quilha de um barco.

Colédoco – do grego, *chole* = bile; *dechomai* = receber. Ducto que recebe a bile levando-a da vesícula biliar ao duodeno. Outra possibilidade para este nome seria a união de *chole* = bile e do latim, *duco* = eu conduzo, significando “eu transporto a bile”. A formação de palavras unindo radicais gregos e latinos foi comum na Antiguidade e na Idade Média.

Colo – do latim, *coellum* = pescoço, gargalo. No entanto, o pescoço tanto era chamado de *collum*, como de *cervix*. *Cérvix* se referia, especialmente, à nuca. Por analogia com o pescoço, ambos os termos (*collum* e *cervix*) passaram a designar a porção estreitada de uma estrutura.

Colostro – do latim, *colostrum* = primeira secreção da glândula mamária após o parto.

Cricoideo – do grego, *krykos* = círculo; *òides* = forma de. Cartilagem laríngea em forma em anel de sinete, um tipo de anel muito usado pelos nobres da Antiguidade e da Idade Média.

Dente – do latim, *edens* = comestível; do grego, *odous* = odonto.

Detrusor – do latim, *detrudere* = repelir, expulsar; *actor* = agente.

Digestório – do latim, *digestorium* = local de distribuição, digestão.

Duodeno – do latim, *duodeni* = a dúzia, doze. Herófilo descreveu o duodeno como tendo um comprimento equivalente à largura de doze dedos colocados juntos.

Endócrina (o) – do grego, *endon* = dentro, interno; *krinéin* = segregar, separar.

Endométrio – do grego, *endon* = dentro; *metra* = matriz. Camada mais interna do útero.

Entérico – do grego, *enterykos* = intestinal; *enteron* = intestinos. Do grego, *Entós* = que está dentro (do abdome).

Entero – do grego, *enteron* = intestino.

Epidídimo – do grego, *epi* = sobre, em cima; *didymos* = duplo, em dobro. O termo *didymos* era usado para as gônadas de ambos os sexos e, originalmente, significava duplo, ou gêmeo. *Epididymos* teria o sentido de “o que está sobre os gêmeos”.

Epiplóico – do grego, *epiplóikos* = relativo à *epíploon*. Hipócrates chamava o omento maior de *epíploon*, que flutua sobre, do grego, *epi* = sobre, em cima e *pléein* = flutuar, pairar. Membrana que está solta sobre os intestinos, como um avental.

Escroto – do latim, *scrotu* = bolsa. Nome dado, na antiga Roma, a qualquer objeto feito de couro, especialmente às bolsas penduradas no cinto. Daí a bolsa que contém os testículos receber este nome. O equivalente grego é *órkhis*.

Esôfago – do grego, *oiso* = eu levo; *phagos* = comida.

Esperma – do grego, *sperma* = semente.

Espermatócito – do grego, *sperma* = semente; *kytos* = célula.

Espermatogônia – do grego, *sperma* = semente; *gon* = órgãos sexuais. Célula indiferenciada presente no túbulo seminífero dos testículos e que forma os espermatozoides.

Esplâncnico – do grego, *splanchnikos* = relativo a vísceras.

Esplênico – do grego, *splenikos*, *splen* = baço. Do latim, *lien* = baço.

Estômago – do grego, *stoma* = boca; *cheien* = derramar. Para os romanos a palavra *stomachus* designava a goela ou a porção inicial do esôfago, e derivava do grego *stomachos*, composta de *stoma* = boca; *cheien*, derramar. Hipócrates usava também o termo para designar o colo da bexiga urinária ou do útero, no sentido de “início de um órgão oco”, como o termo popular “boca do estômago”. Em latim, o estômago era chamado de *ventriculus* (diminutivo de *venter* = ventre) e, em grego *gaster*. Assim, para Vesálio havia o *stomachus* (esôfago) e o *ventriculus* (estômago). Portanto, a palavra designou inicialmente a região caudal da faringe, então o esôfago, depois a cárdia e finalmente, após o século XVII, o estômago que é atualmente conhecido.

Estradiol – do grego, *oistro* = desejo irracional, ardor sexual; *oi[δύο]* = álcool. Hormônio produzido pelos ovários com a função de desenvolver os caracteres sexuais femininos secundários.

Estrogênio – do grego, *oistros* = desejo irracional, ardor sexual; *gen* = o que gera. Hormônio sexual feminino produzido pelos ovários com a função de regular o ciclo estral e desenvolver os caracteres sexuais secundários femininos.

Excreção – do latim, *exscreare* = descarga, eliminação. Representa a eliminação de resíduos metabólicos do organismo

Exócrina – do grego, *exo* = fora; *krinén* = segregar, separar.

Faringe – do grego, *pharynx* = goela; *pharanx* = fenda. Entre os gregos, *pharynx* era usualmente empregada no lugar de *larynx*. Galeno usava o termo para a parte laríngea da faringe.

Fígado – do latim, *hecur* = fígado. Este termo designa especificamente os fígados de gansos alimentados com figos (*ficus*), considerados uma fina iguaria para banquetes franceses (como o patê de *fois gras*). O fato se refere a que estes animais eram engordados com figos, desenvolvendo hepatomegalia e esteatose hepática (degeneração gordurosa) devido à alimentação forçada. Este processo era chamado *lecur ficatus*, algo como “fígado preparado com figos”. Há adjetivos e outros termos derivados do grego, *hepar*, *hepátos* = fígado.

Fímbria – do latim, *fimbriae* = franja, orla. As túnicas romanas com *fimbriae* nas suas extremidades eram muito ricas por serem bordadas com fios de prata e ouro, sendo somente usadas por pessoas de destaque em ocasiões especiais.

Gameta – do grego, *gamét* = noivo; *gamete* = esposa; *gametes* = marido. É uma célula reprodutora haploide que, conjugando-se com outra sexualmente oposta, constitui um zigoto.

Gametogênese – do grego, *gamét* = noivo; *gamete* = esposa; *gametes* = marido; *genesis* = que gera. Processo de formação dos gametas a partir de células germinativas indiferenciadas.

Gástrico – do latim, *gastricus* = relativo ao estômago; do grego, *gaster* = ventre.

Genital – do latim, *genitalis* = que gera; *genitus* = nascido, gerado.

Glândula – do latim, *glândula* = diminutivo *glans*; *glans* = bolota.

Glomérulo – do latim, *glomerulus* = diminutivo de *glomus*, novelo, bola de lã.

Glomerulosa – do latim, *glomerulus* = diminutivo de *glomus*, novelo; do grego, *ō-as* = forma de. Na Anatomia Microscópica, descreve-se no córtex das glândulas adrenais a zona glomerulosa, pois as células dessa região se dispõem em cordões que formam arcos ou novelos.

Glote – do latim, *glottis* = laringe; *glossa* = língua. Na Grécia, *glottis* era o nome do bocal da flauta, uma peça em forma de pequena lingueta, que possibilitava a produção do som pelo instrumento musical. Designa uma das regiões internas da laringe, compreendendo as pregas vestibular e vocal e o espaço entre elas.

Gônada – do grego, *gone* = semente. Órgão que possui sementes, ou seja, células reprodutivas.

Hepatócito – do grego, *hepar* = fígado; *kytos* = célula.

Íleo – do latim, *ileum*, que é provavelmente a latinização do grego, *eileós* = enrolado; do grego, *eilein* = enrolar. Os gregos não faziam distinção anatômica entre os três seguimentos do intestino delgado.

Jejuno – do latim, *jejunus* = vazio. Acreditava que este seguimento do intestino delgado era encontrado vazio no exame *post mortem*. *Jujum* = abstinência. *Jejunum* era a primeira refeição entre os romanos antigos. Aristóteles e outros anatomistas gregos haviam notado que esta porção do intestino nos cadáveres parecia estar sempre vazia ou menos repleta que as outras, principalmente em relação ao intestino grosso.

Laringe – do grego, *larynx* = gaita, parte alta da traqueia; *larungein* = gritar. Entre os gregos, a palavra *pharynx* era, usualmente, confundida e empregada no lugar de *larynx*. O primeiro a descrever as cartilagens da laringe foi Galeno (*thyeoides*, *krikoides*, *arytainoides* e *epiglottida*).

Lúmen – do latim, *lume* ou *lumi* = claridade. Luz ou vão interno de uma estrutura anatômica tubular ou oca. Além disso, há termos semelhantes na literatura estrangeira (do francês *lumière*, do inglês *light*, do alemão *lichtung*, do espanhol *luz*) que correspondem diretamente à palavra portuguesa luz.

Lúteo – do latim, *luteus*, *luteum* = amarelo. Amarelo avermelhado. O corpo lúteo é uma das estruturas ovarianas.

Melatonina – do grego, *melas* = negro, preto; *tono* = tensão; *in* = substância química. Este termo significa uma substância química que estimula a serotonina, produzida pela substância negra (cinzenta) do encéfalo. A melatonina é um hormônio produzido pela glândula pineal, ou epífise neural, que participa dos ritmos biológicos, atuando na regulação endócrina da reprodução e dos ciclos de atividade-reposo ou sono-vigília.

Mesentério – do grego, *mesos* = meio; *enteron* = intestino. É uma lâmina de tecido conjuntivo, contínua com o peritônio, que sustenta ou suspende o intestino.

Néfron – do grego, *nefros* = rim. Unidade funcional do rim, constituída por glomérulo, alça de Henle e túbulos contorcidos.

Omento – do latim, *omentum* = membrana rendada. A palavra pode ter derivado de *omen* = presságio, devido à prática de “adivinhar o futuro” analisando o abdome de um animal sacrificado, já que se deparava primeiramente com esta membrana. Outra origem provável é do latim, *operimentum* = cobertura rendada, avental, porque recobre a maioria das entranhas. Antigamente, as meninges eram chamadas *omenta cerebri* e o perióstio de *omenta ossium*, o que reforça esta última hipótese etimológica. A palavra grega equivalente é *epíploon*. Histologicamente, o omento é

formado por duas lâminas de epitélio pavimentoso simples havendo, entre estas, tecido conjuntivo frouxo.

Ovário – do latim, *ovarium* = escravo encarregado de cuidar dos ovos e das galinhas. Antes, os ovários eram denominados de *testis mulieris*, ou seja, testículos da mulher. Na Roma antiga, os escravos mais habilidosos, denominados *ovarii*, eram estimados e disputados pelas famílias nobres devido ao fato da alimentação dos romanos começar sempre por um prato à base de ovos logo cedo. O ovário é um “carregador de ovos”, pois carrega ovócitos.

Ovulação – do latim, *ou(um)* = ovo; *ul* = pequeno, *ation* = ação. Processo de emissão de um óvulo por um folículo ovariano maduro.

Ocitocina – do grego, *ox(y)* = agudo, rápido; *tok(o)* = parto com a designação; *in(a)* = substância. Hormônio que promove as contrações musculares uterinas durante o parto e a ejeção do leite durante a amamentação.

Pâncreas – do grego, *pan* = tudo, todo; *kréas* = carne. Órgão com consistência mole ou carnosa.

Paratireoide – do grego, *para* = ao lado; *thyreos* = escudo; *eidos* = em forma. São quatro glândulas endócrinas inseridas na tireoide e relacionadas ao metabolismo do cálcio.

Paratormônio – do grego, *para* = ao lado; *thyr(e)o-eid(és)* = em forma de escudo; *hormôn* = que impulsa. Hormônio produzido pelas glândulas paratireoides.

Parênquima – do grego, *para* = ao lado; *enchyma* = suco. A palavra era aplicada a órgãos de consistência macia e sólida, como fígado, baço, rins e pulmões. O termo se baseou na antiga teoria humoral, a qual alegava que a substância própria destes órgãos originava-se da solidificação de um derramamento sanguíneo dentro dos seus espaços, pelas veias que neles adentravam, para formar os espíritos vitais veiculados pelos humores.

Parótida – do grego, *para* = ao lado; *ous* = orelha externa. A maior entre as glândulas salivares, a parótida, localiza-se ao lado da orelha externa.

Pênis – do latim, *pênis* = cauda. O órgão masculino, quando pendente, teria semelhança com uma cauda. Entre os romanos, assim como em português, havia inúmeras expressões populares para designar o pênis (*clava*, *vômer*, *radix*, *ramus*, *gladius*). Desta última, que significa espada, derivou o termo vagina, que significa bainha.

Pepsina – do grego, *pepsis* = digestão; *ina* = natureza de. Enzima proteolítica

integrante do suco gástrico, cujo precursor é o pepsinogênio que, pela ação do ácido clorídrico, perde um peptídeo, tornando-se uma enzima ativa.

Peritônio – do grego, *peri* = ao redor; *teinein* = cobrir, estender. Membrana serosa, a mais extensa do corpo animal, que recobre a cavidade abdominal e reveste as vísceras.

Piloro – do grego, *pylorus* = guarda do portão; *pyle* = portão ou porta; *ouros* = guardião. O piloro guarda a saída do estômago. O *pylourous* era um guarda de portal de templos gregos. Atualmente, antro pilórico e esfíncter pilórico são, respectivamente, região gástrica distal e seu orifício comunicando o estômago ao duodeno.

Placenta – do grego, *plakuos* = bolo achatado e arredondado. A raiz *plak*, tem origem indo-europeia e indica uma forma achatada. Do latim, *placenta* = bolo achatado. Anexo fetal exclusivo de mamíferos formado por duas faces: uma em contato com o útero materno, e outra ligada ao feto pelo cordão umbilical.

Pleura – do grego, *pleura* = lateral do corpo ou costela. Membrana serosa em forma de saco com paredes duplas, sendo que um folheto forra os pulmões e o outro reveste a superfície interna da cavidade torácica.

Pneumócito – do grego, *pneuma* = ar; *cytos* = célula. Células epiteliais que revestem os alvéolos pulmonares. Histologicamente, são classificados em dois tipos: o tipo I é pavimentoso e forma a barreira hematoaérea, já o tipo II secreta substância surfactante que diminui a tensão superficial do alvéolo.

Porta – do latim, *porta* = portão; *portare* = carregar, levar. *Vena portae* = veia porta, acreditava-se que essa veia entrava pela parte principal ou porta do fígado. Assim, tem-se sistema porta hepático (veia-capilar-veia).

Prognatismo – do grego, *pro* = movimento para frente, *gnathós* = mandíbula.

Próstata – do grego, *pros* = antes; *sta* = parar. No grego antigo a palavra significava "um guarda que permanecia na frente". A próstata seria comparada a um guarda estacionado antes da bexiga.

Pulmão – do latim, *pulmo* = pulmão. Possivelmente, o termo derivou do grego, *pleumon*, variante de *pneumón* = pulmão.

Reprodução – do latim, *re* = repetição; *pro* = adiante; *dūc* = conduzir, levar. Processo biológico que permite a produção de novos organismos o que é comum a todas as formas de vida conhecidas.

Respiração – do latim, *re* = repetição; *spirare* = respirar. Abrange os dois atos: a inspiração e a expiração.

Respiratório – do latim, *respiratorius* = relativo à respiração, que respira.

Reto – do latim, *rectus* = reto, direto, sem flexuras. O segmento terminal do intestino grosso. É interessante notar que nem sempre o reto foi considerado a última parte do intestino, mas, antigamente, era a primeira porque possibilitava o acesso direto ao intestino. Assim, o duodeno era considerado a última porção dos intestinos e, chamava-se o reto de *archos*, o início. O termo grego equivalente é *proctos*.

Rim – do latim, *ren* = singular de *renes*, que significa órgão duplo. O equivalente grego é *nephrós*. Os rins eram, popularmente, considerados como a sede da consciência e reflexão.

Saliva – do latim, *saliva* = suco da boca. Líquido alcalino translúcido, meio viscoso, produzido pelas glândulas salivares que o elimina na cavidade oral para dissolver os alimentos, facilitar a deglutição e iniciar a digestão de carboidratos na boca.

Salpinge – do grego, *salpinx* = trompa, trombeta. Duas estruturas anatômicas receberam esse nome devido a sua aparência de tuba: a tuba do útero (trompa de Falópio) e a tuba auditiva (trompa de Eustáquio).

Testículo – Diminutivo do latim, *testis* = testemunha. Entre senhores e servos, existia o hábito de fazer juramento ou testemunho de fé segurando os testículos, sendo que este costume existiu entre os hindus, egípcios e hebreus. Na antiga Roma, a lei exigia que, na *Júris*, o indivíduo mostrasse seus testículos. O testículo testemunha também a existência da virilidade. Herófilo acreditava que os filhos machos viriam do testículo direito, geralmente maior, mais pesado, mais baixo e, segundo sua crença, mais vascularizado. Galeno também acreditava nesta teoria e propunha, curiosamente, algumas manobras sexuais para garantir o sexo do futuro descendente, pois para os povos antigos o sexo do recém-nascido dependia de quem, no casal, alcançava primeiro o orgasmo. Provavelmente, o termo popular brasileiro “puxa saco”, no sentido de adúlador ou submisso, venha deste antigo costume. O equivalente grego é *órkhis*.

Timo – do grego, *thymon* = folha de tomilho. Alguns acham que provém de outra palavra grega, *thymós* = alma, sensibilidade, força vital, porque o timo é situado perto do coração e era considerado a sede da alma. O tomilho é uma erva odorífera (*Thymus vulgaris*) utilizada pelos povos antigos em rituais sagrados nos quais eram

queimadas as vísceras dos animais domésticos. Nessas ocasiões, talvez, tenha sido assinalada a semelhança da forma do órgão com as folhas da planta.

Tireoide – do grego, *thyreós* = escudo; *eidós* (*oidés*) = semelhante. Entre os povos Egeus, nos primórdios da civilização grega, o *thyreós* era uma grande pedra achatada colocada contra uma porta, para mantê-la fechada. Posteriormente, a palavra foi aplicada a um escudo usado pelos habitantes da ilha de Minos, feito de lâminas de madeira prensadas, amarradas com cipós e completado, nas bordas, com placas de metal (uma forma muito semelhante a uma porta, que em grego arcaico chamava-se *thyra*). Esse escudo cobria o corpo até os pés e tinha duas chanfraduras ou entalhes para encaixar o queixo e o joelho, respectivamente. A cartilagem tireoide recebeu este nome por sua posição em relação à laringe (parece um escudo protetor). Já a glândula tireoide, recebeu este nome em virtude da semelhança de forma com aquele escudo primitivo ou por sua relação com a cartilagem.

Traqueia – do grego, *tracheia* = feminino de *trachys*, que é rugoso, irregular; *trachelos* = pescoço.

Ureter – do grego, *ouretér*, de *ouron* = urina; *terein* = conservar, preservar.

Uretra – do grego, *ouréthra* = que leva a urina; *ourein* = urinar. Antigamente, acreditava-se a uretra masculina era um canal dividido em dois por um septo fino longitudinal, em que uma parte transportaria urina e a outra, sêmen.

Urogenital – do latim, *uro* = relativo à urina, *genitalis* = que gera.

Útero – do latim, *uterus* = derivado de *uter*, que é um recipiente de couro de cabra utilizado para guardar água ou vinho. A raiz grega é *hystera*. Na medicina grega, o útero recebeu três denominações diferentes: *métra*, *hystéra* e *delphys*. *Métra* deriva do indo-europeu *mater* = mãe. A palavra *uterus* foi, inicialmente, utilizada pelos romanos para designar apenas o útero grávido, o qual lembraria um odre cheio de água pela presença do líquido amniótico. Posteriormente, passou a nomear o órgão, independentemente do seu estado.

Vagina – do latim, *vagina* = bainha ou vagem. A vagina era, originalmente, um estojo para o *gladius*, uma pequena espada romana. Como *gladius* era um dos nomes populares para pênis, a vagina tornou-se uma palavra popular para a genitália feminina. Apenas a parte interna do órgão tinha esta denominação, enquanto a parte externa (vulva) era chamada *pudendum*.

Visceral – do latim, *visceralis* = relativo às vísceras; *viscus* = víscera.

5.4.2 Impressão 3D para Esplancnologia Veterinária

O rim sintético foi desenhado utilizando o *software* Blender[®] e produzido em impressora 3D (Figura 129).

Figura 129 – Modelo sintético de rim



Fonte: Massari (2019).

4.5.3 Esplancnologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem²⁰

A radiografia do abdome pode visualizar as diferenças de opacidade entre uma víscera e outra. E, embora a avaliação abdominal seja um dos exames radiográficos mais comuns na clínica de pequenos animais, a ultrassonografia abdominal também é empregada, frequentemente, para avaliar o abdome do cão. Porém, uma técnica de diagnóstico por imagem não substitui a outra (elas são complementares), isto é, a ultrassonografia não deve ser considerada uma substituição da radiografia abdominal. Se, por um lado, a ultrassonografia fornece uma avaliação em tempo real dos vasos sanguíneos e da textura dos órgãos (que não poderia ser obtida através de radiografia), por outro lado, essa técnica não propicia uma avaliação global do abdome. É válido advertir que o abdome contém um importante e inerente meio de contraste: o gás (distribuído especialmente no lúmen intestinal).

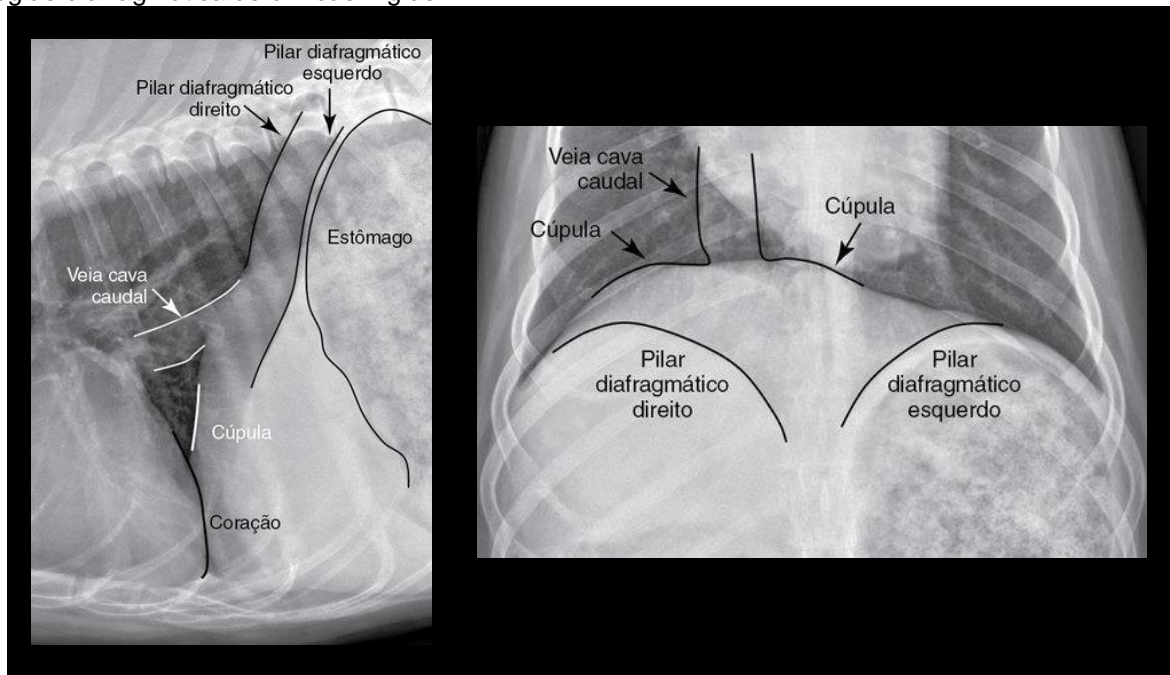
Nas radiografias de pacientes caninos, as incidências utilizadas para estudar o abdome são a de decúbito lateral (esquerdo ou direito) e a ventrodorsal.

²⁰ Cf.: Kealy, McAllister e Graham (2012), Thrall (2014) e Hornof et al. (2019).

Geralmente, a incidência dorsoventral não é tão utilizada porque o paciente, quando em decúbito esternal, tem suas vísceras comprimidas e, por isso, elas acabam sendo irregularmente deslocadas.

É importante reconhecer o diafragma, músculo que limita as cavidades torácica e abdominal (Figura 130). Então, a parede da cavidade abdominal, o estômago, o intestino delgado, o intestino grosso, o fígado e a vesícula urinária também podem ser radiograficamente identificados. Na incidência latero-lateral direita e ventrodorsal, o baço geralmente também pode ser visto. Os rins podem ou não ser visualizados, pois isso depende da quantidade de gordura perirrenal presente.

Figura 130 – Radiografias em posicionamento lateral direito (à esquerda) e ventrodorsal (à direita) da região diafragmática de um cão hígido



Fonte: Thrall (2014).

Em machos, o pênis é visto nas radiografias juntamente com a presença do osso peniano e o prepúcio, geralmente, é identificado por causa do ar que o envolve; ademais, a próstata pode ser visualizada se houver gordura pélvica suficiente para delinear-la. Nas fêmeas, os mamilos são facilmente identificados pela mesma razão.

No exame radiográfico, seja simples ou contrastado, tanto a posição quanto a aparência de uma víscera normal pode variar sobremaneira conforme a postura do paciente, sua conformação, seus movimentos respiratórios (o ideal seria expor o animal ao raios-X exatamente durante a pausa expiratória nesse exame) e a quantidade de ingesta e de fezes presente no trato digestório.

4.5.4 Esplancnologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais²¹

Dentre tantas doenças que podem afetar as vísceras, destaca-se a leptospirose por ser uma doença bacteriana polissistêmica prevalente em cães de todas as idades, raças e sexo, embora o maior risco seja para adultos jovens, machos e cães de trabalho. A leptospirose é causada por diversos sorovares do gênero *Leptospira* que são espiroquetas, apresentam motilidade e infectam animais e seres humanos, sendo então uma grave zoonose.

No histórico do paciente, verifica-se a exposição prévia ao hospedeiro reservatório ou ao ambiente contaminado. Geralmente, o tutor relata anorexia, depressão e letargia no cão doente. Durante o exame físico, verifica-se febre, uveíte anterior, tendências hemorrágicas (melena, epistaxe, petéquias e equimoses), emese, diarreia, dor muscular, renomegalia com ou sem sensibilidade renal, hepatomegalia, poliúria, polidipsia, icterícia e dificuldade respiratória.

Os aspectos clinicopatológicos são compatíveis com trombocitopenia, leucopenia (aguda) ou leucocitose (subaguda), azotemia, capacidade de concentração urinária reduzida, piúria (ou mesmo hematúria sem bacteriúria óbvia), hiperbilirrubinemia, bilirrubinúria, aumento das atividades das enzimas alanina transaminase (ALT), aspartato transaminase (AST), fosfatase alcalina (FA) e creatina quinase (CK). Os exames de diagnóstico por imagem sugerem doença pulmonar intersticial a alveolar, além de hepatomegalia e/ou renomegalia.

O diagnóstico definitivo é realizado através de cultura de urina, sangue ou tecidos. Muitas vezes é possível a observação do micro-organismo na urina por microscopia de campo escuro ou de contraste de fase, a detecção de DNA do micro-organismo na urina, no sangue ou nos tecidos por PCR (reação em cadeia pela polimerase) ou mesmo a combinação de títulos de anticorpos aumentados com sinais clínicos e resposta à terapia. Para tratamento, a fluidoterapia é requerida para a maioria dos cães, além de antibioticoterapia e medicações de suporte.

²¹ Cf.: Ettinger e Feldman (2004), Nelson e Couto (2015) e Modolo et al. (2006).

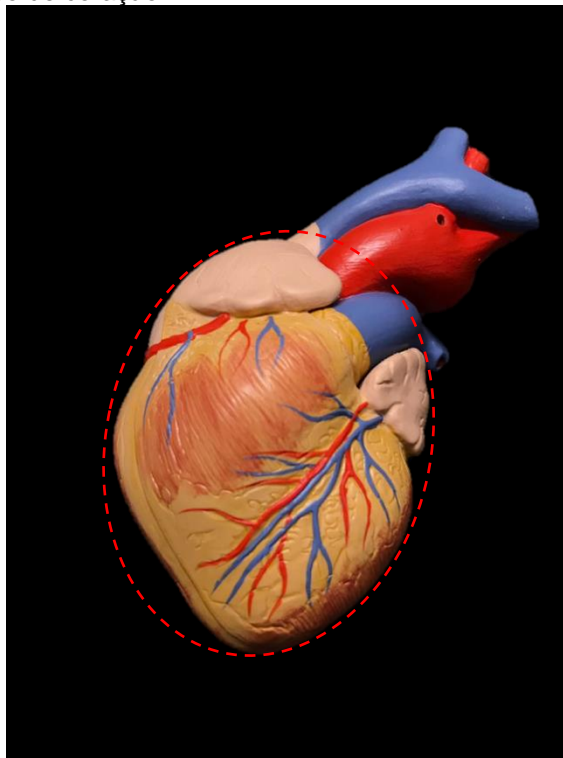
4.6 MÓDULO VI: ANGIOLOGIA VETERINÁRIA²²

Pericárdio

O coração é envolvido pelo pericárdio que consiste em um saco seroso (Figura 131). O pequeno vão entre o pericárdio e o coração em si chama-se espaço pericárdico e contém o fluido pericárdico, um líquido seroso que serve para proteger e facilitar a movimentação da parede cardíaca contra o pericárdio.

O pericárdio é constituído por duas camadas: a camada visceral (espessa e mais externa) e a camada parietal (fina e mais interna). Todavia, a camada visceral também pode ser chamada de epicárdio e, por ser tão proximamente aderida à parede do coração (ao miocárdio), pode ser considerada um componente dela.

Figura 131 – Molde sintético de coração



Fonte: Massari (2019).

Nota-se que, em linha pontilhada, está representado o pericárdio.

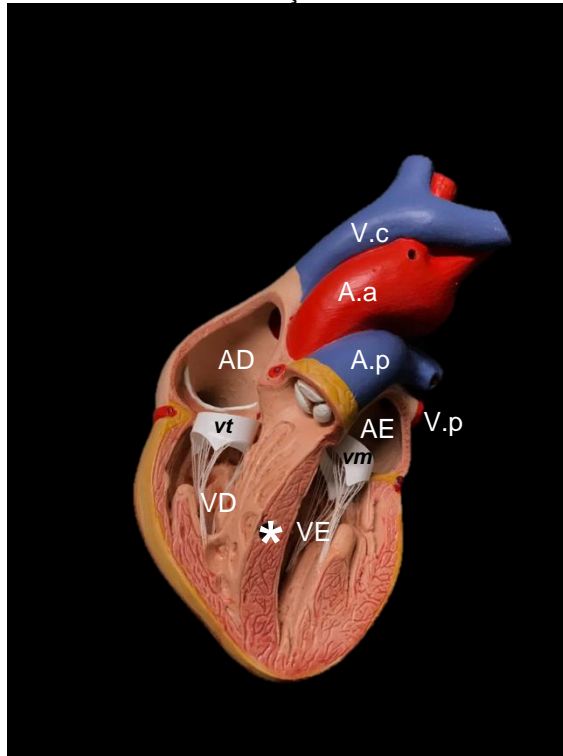
O coração (dentro do pericárdio) está incluso no mediastino, uma região da cavidade torácica separada pelas cavidades pleurais direita e esquerda.

²² Cf.: Getty et al. (1986), Tilley e Goodwin (2002), Ettinger e Feldman (2004), Nelson e Couto (2015).

Coração

O coração é o órgão central que, por contrações rítmicas, bombeia continuamente o sangue através dos vasos sanguíneos (Figura 132). Nos mamíferos (exceto durante a fase fetal), ele consiste em quatro câmaras: átrio direito, átrio esquerdo, ventrículo direito e ventrículo esquerdo.

Figura 132 – Estruturas internas em molde de coração sintético



Fonte: Massari (2019).

Legenda: AD, átrio direito; VD, ventrículo direito; AE, átrio esquerdo; VE, ventrículo esquerdo; * septo interventricular; V.c., veia cava; A.p, artéria pulmonar; V.p, veia pulmonar; A.a, artéria aorta; vt, valva tricúspide (valva atrioventricular direita); vm, valva mitral (valva atrioventricular esquerda).

A base do coração é formada pela parede dos átrios que é muito fina e visualmente delimitada da parede dos ventrículos por um sulco coronário circundante que contém os principais troncos de vasos coronários envoltos por tecido adiposo. As artérias coronárias são os vasos responsáveis pelo suprimento sanguíneo ao próprio músculo cardíaco (miocárdio). Já o ápice do coração é formado pela parede dos ventrículos, principalmente do ventrículo esquerdo que é bem mais espesso que o direito.

Conforme mostra a Figura 133, a face direita do coração recebe o sangue desoxigenado (venoso) do corpo e o envia ao tronco arterial pulmonar, que o conduz aos pulmões para a reoxigenação. Por sua vez, a face esquerda do coração recebe

o sangue oxigenado dos pulmões através das veias pulmonares e o lança na artéria aorta, que o distribui ao corpo todo. Nota-se que todo vaso sanguíneo cujo conteúdo chega ao coração é chamado de veia e todo vaso sanguíneo cujo conteúdo deixa o coração é chamado de artéria; porém, nem toda veia transporta sangue venoso e nem toda artéria transporta sangue arterial (as exceções aqui estão nos vasos sanguíneos dos pulmões e no feto nos vasos sanguíneos do cordão umbilical).

Figura 133 – Esquema do fluxo sanguíneo pelas quatro câmaras cardíacas

<p style="text-align: center;">Átrio direito</p> <p>Desembocam nele as veias cavas cranial e caudal, trazendo sangue venoso do corpo ao coração.</p>	<p style="text-align: center;">Átrio esquerdo</p> <p>Desembocam nele as veias pulmonares, trazendo sangue arterial dos pulmões ao coração.</p>
<p style="text-align: center;">Ventrículo direito</p> <p>Separa-se do átrio direito pela valva atrioventricular direita (tricúspide), composta por três cúspides. A partir dele, sai o tronco arterial pulmonar, levando sangue venoso aos pulmões para hematose ocorrer. A valva pulmonar, com suas cúspides semilunares, é quem controla este trajeto evitando refluxo.</p>	<p style="text-align: center;">Ventrículo esquerdo</p> <p>Separa-se do átrio esquerdo pela valva atrioventricular esquerda (bicúspide ou mitral), composta por duas cúspides. A partir dele, sai a artéria aorta levando sangue arterial para irrigar os demais tecidos do corpo. A valva aórtica, com suas cúspides semilunares, é quem controla este trajeto evitando refluxo.</p>

Fonte: Massari (2019).

Nota-se que, em azul: sangue venoso; em vermelho: sangue arterial.

As valvas cardíacas servem para direcionar o fluxo de sangue e, então, evitar o refluxo indesejado de uma câmara para outra, conforme esquematiza a Figura 134.

Figura 134 – Valvas do coração de mamífero

<p style="text-align: center;">Valvas atrioventriculares</p> <p>Localizam-se entre os átrios e os ventrículos, permitindo a passagem do sangue apenas no sentido do átrio para o ventrículo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ No lado direito: valva tricúspide ✓ No lado esquerdo: valva mitral ou bicúspide
<p style="text-align: center;">Valvas semilunares</p> <p>Localizam-se entre os ventrículos e as artérias, permitindo apenas a saída do sangue dos ventrículos em direção das artérias.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Entre o ventrículo esquerdo e a aorta: valva aórtica ✓ Entre o ventrículo direito e o tronco da artéria pulmonar: valva pulmonar

Fonte: Massari (2019).

O coração apresenta a seguinte estrutura, na ordem a partir da região interna para a superficial do órgão: endocárdio, miocárdio e epicárdio (Figura 135). O endocárdio é o revestimento interno do lúmen cardíaco. O miocárdio é a camada média constituída por espesso músculo cardíaco, que é uma variedade de músculo estriado específica desse órgão. O epicárdio é o revestimento externo da parede do

coração e também é conhecido como pericárdio visceral.

Figura 135 – Quadro esquemático sobre a constituição da parede cardíaca.

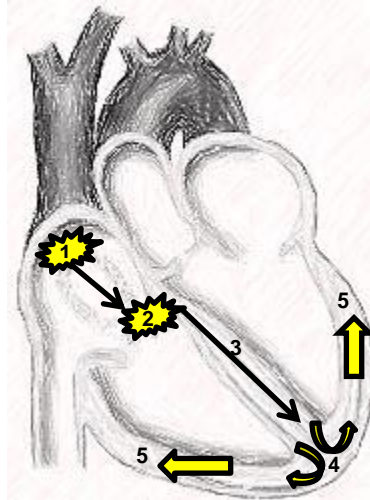
Pericárdio (camada parietal)	Espaço pericárdico com fluido pericárdico	Epicárdio Revestimento o externo (camada visceral do pericárdio)	Miocárdio Espessa camada média da parede (músculo cardíaco)	Endocárdio Fina camada de superfície lisa contínua ao revestimento dos vasos sanguíneos	Lúmen intracardíaco por onde circula o sangue que está sendo bombeado

Fonte: Massari (2019).

Da direita à esquerda, tem-se o esquema de uma secção da parede total do coração de externa para internamente.

O coração apresenta movimentação involuntária, isto é, possui seu próprio gerador de energia embutido em sua musculatura. Embora o sistema de condução elétrica do coração não seja visível a olho nu, ele tem importância fisiológica (Figura 136).

Figura 136 – Esquema do sistema condutor do ritmo cardíaco



Fonte: Massari (2019).

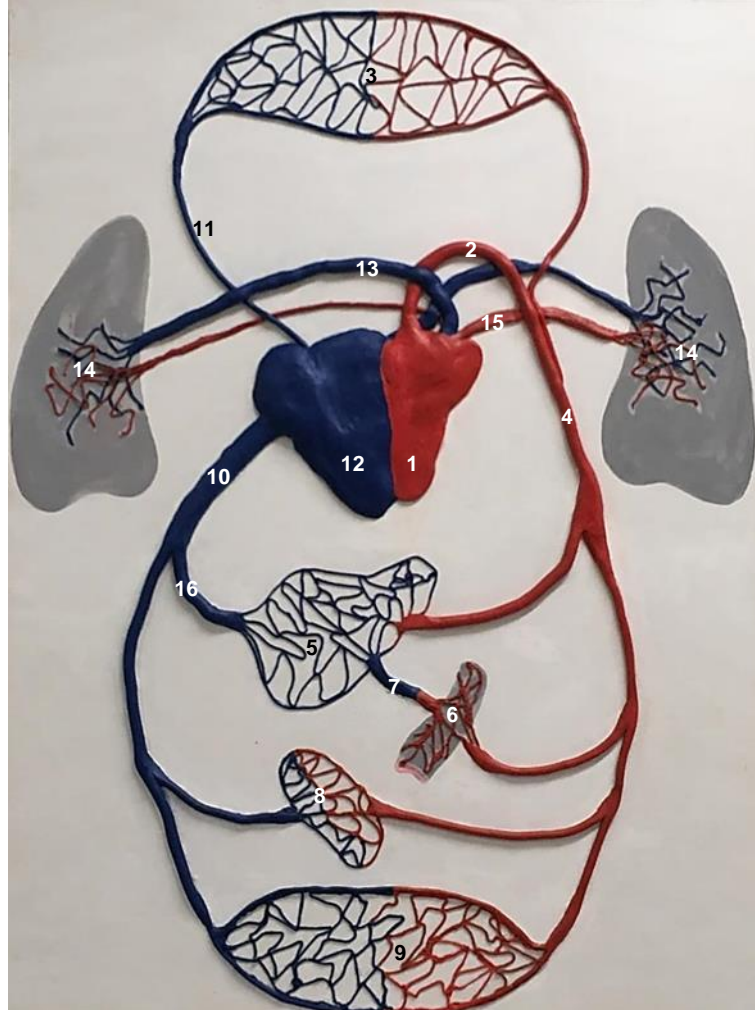
Legenda: 1, nó sinoatrial (ou nó sinusal); 2, nó atrioventricular; 3, fascículo atrioventricular (ou feixe de His) subdividido em ramos esquerdo e direito; 4, ramificação dos ramos atravessando a trabécula septomarginal; 5, fibras subendocárdicas (ou fibras de Purkinje).

O ritmo do coração é controlado por um marca-passo, um pequeno e ricamente inervado nó sinoatrial de fibras cardíacas modificadas que constitui o tecido condutor. Esse nó localiza-se sob o epicárdio da parede do átrio direito, ventral à abertura da veia cava cranial. Em cada ciclo cardíaco, uma onda excitatória, que surge no nó sinoatrial e se espalha por todo o músculo atrial, atinge o nó atrioventricular. Do nó atrioventricular (feixe de His), o estímulo segue rapidamente por todo o miocárdio ventricular via fascículo atrioventricular,

composto principalmente por fibras de Purkinje.

Com tudo isso, o coração juntamente com os vasos sanguíneos periféricos formam dois circuitos: a grande circulação ou circulação sistêmica e a pequena circulação ou circulação pulmonar (Figura 137).

Figura 137 – Modelo em massa acrílica a respeito das circulações sistêmica e pulmonar



Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, ventrículo esquerdo; 2, artéria aorta; 3, leito capilar da cabeça, pescoço e membro torácico; 4, artéria aorta abdominal; 5, fígado; 6, leito capilar dos intestinos; 7, veia porta; 8, leito capilar dos rins; 9, leito capilar da parte caudal do corpo animal; 12, ventrículo direito; 13, tronco arterial pulmonar; 14, leito capilar dos pulmões; 15, veia pulmonar; 16, veias hepáticas.

A grande circulação (Figura 138) inicia-se no ventrículo esquerdo rumo à artéria aorta transportando sangue oxigenado (arterial) a todos os tecidos do corpo (exceto o tecido de troca gasosa dos pulmões). Assim, supre todas as partes do corpo com oxigênio e recebe o gás carbônico originado do metabolismo celular. Então, passa a transportar o sangue agora desoxigenado (venoso) de volta ao coração pelas veias cavas cranial e caudal que desembocam no átrio direito.

Figura 138 – Fluxograma da grande circulação ou circulação sistêmica



Fonte: Massari (2019).

Por sua vez, a pequena circulação (Figura 139) transporta o sangue desoxigenado do ventrículo direito rumo ao tronco arterial pulmonar para o tecido de troca gasosa dos pulmões, a fim do sangue passar pelo processo de hematose e ser reoxigenado. Assim, sangue arterial pode retornar ao coração pelas veias pulmonares que desembocam no átrio esquerdo.

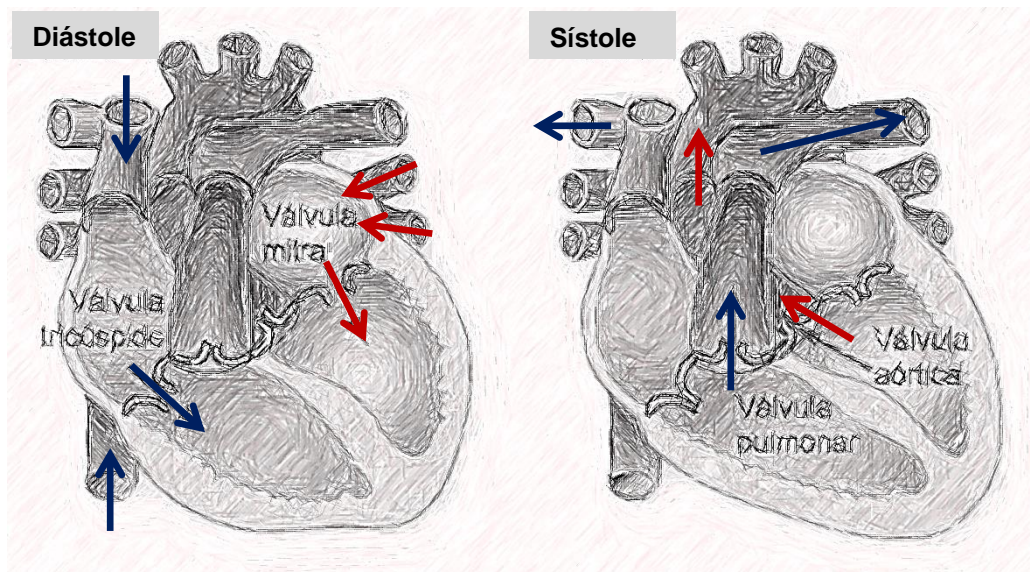
Figura 139 – Fluxograma da pequena circulação ou circulação pulmonar



Fonte: Massari (2019).

A diástole e a sístole compõem os dois momentos de um ciclo cardíaco (Figura 140). O fechamento das valvas cardíacas gera as bulhas cardíacas, ou seja, sons que são audíveis pela auscultação através do estetoscópio.

Figura 140 – Representação da diástole e da sístole cardíaca



Fonte: Massari (2019).

Legenda: As setas azuis indicam sangue venoso e as setas vermelhas indicam sangue arterial.

Dessa forma, um ciclo cardíaco gera as bulhas representadas pelos fonemas “LUB” e “DUB” que estão correlacionados na Figura 141.

Figura 141 – Quadro esquemático dos movimentos cardíacos

<u>Sístole</u>
Contração muscular: quando o coração ejeta o sangue (“bombeamento cardíaco”) Valvas atrioventriculares (tricúspide e mitral) estão fechadas enquanto valvas semilunares (pulmonar e aórtica) estão abertas Som: “LUB”
<u>Diástole</u>
Relaxamento muscular: quando o coração se distende ao receber o sangue (“enchimento cardíaco”) Valvas atrioventriculares (tricúspide e mitral) estão abertas enquanto valvas semilunares (pulmonar e aórtica) estão fechadas Som: “DUB”

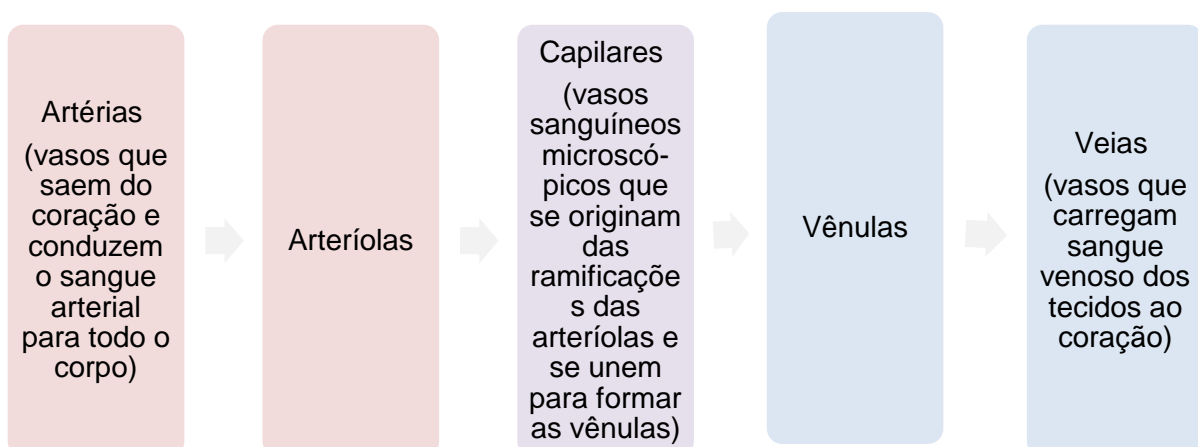
Fonte: Massari (2019).

Artéria

As artérias levam sangue do coração para todo o corpo. Possuem paredes opacas, espessas e firmes. No cadáver animal, seus lúmens encontram-se vazios. As artérias ramificam-se em vasos sanguíneos pequenos, as arteríolas; estas, por sua vez, ramificam-se ainda mais em minúsculos capilares sanguíneos.

Os capilares são reduzidos a estreitíssimos tubos endoteliais sustentados por um revestimento de tecido conjuntivo muitíssimo delicado (Figura 142). Eles são os pequeninos vasos de troca por meio dos quais o fluido passa do sangue para o tecido intersticial na extremidade arterial da alça e no qual certa quantidade de fluido é reabsorvida em direção à extremidade venosa.

Figura 142 – Fluxograma das trocas gasosas que ocorrem nos tecidos

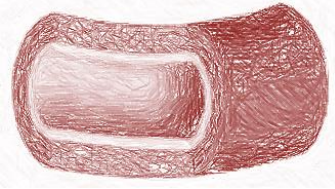
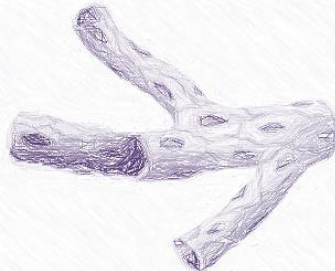
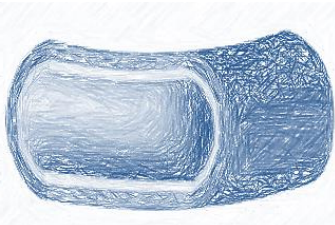


Fonte: Massari (2019).

Ainda, existem anastomoses arteriovenosas que são conexões diretas entre arteríolas e vênulas que são usadas para encurtar o circuito do leito capilar em muitas partes do corpo. Os três tipos básicos de vasos sanguíneos estão mostrados

na Figura 143.

Figura 143 – Tipos de vasos sanguíneos

Classificação	Desenho esquema	Função
Artéria		Transporta sangue do coração aos tecidos do corpo. Possui parede mais espessa que a veia.
Capilar		Conecta arteríolas e vênulas aos tecidos transportando gases, nutrientes e metabólitos e realizando as trocas gasosas.
Veia		Transporta sangue do corpo ao coração. Possui parede bem fina.

Fonte: Massari (2019).

Os principais ramos arteriais que levam oxigênio ao corpo estão resumidos na Figura 144.

A artéria pulmonar transporta sangue venoso aos pulmões com a finalidade de hematose. Já as artérias sistêmicas carregam sangue arterial para suprir as diversas partes do corpo com oxigênio englobado às hemácias e nutrientes.

Figura 144 – Quadro dos principais vasos sanguíneos arteriais da circulação sistêmica

Arco Aórtico	Aa. Coronárias Tronco Braquiocefálico (Aa. subclávia derivará Aa. basilar para o encéfalo e Aa. espinhal ventral para a medula espinhal) Aa. Axilares (tronco magistral do membro torácico) Aa. Carótidas Comuns (irrigam a região cefálica)
Artéria Aorta	A. Aorta Torácica (entra no abdome através do hiato aórtico do diafragma, continuará como Aa. Aorta Abdominal) A. Aorta Abdominal: derivam dela as artérias ilíacas e as viscerais (celíaca, esplênica, mesentérica, renais, testiculares/ovárias) Aa. Ilíacas Externas: principal artéria do membro pélvico Aa. Ilíacas Internas: supre as vísceras e paredes pélvicas

Fonte: Massari (2019).

Veia

As veias trazem ao coração o sangue vindo de todo o corpo. Possuem paredes mais finas e, no cadáver animal, apresentam aparência frequentemente colabadas ou com lúmens obliterados. Em algumas veias, principalmente nas correm entre músculos esqueléticos, existem válvulas que se repetem em certos intervalos ao longo de sua extensão; essas válvulas garantem um fluxo unidirecional e previnem o refluxo de sangue quando a circulação é estagnada. As veias ramificam-se em vasos sanguíneos menores, as vênulas; estas, por sua vez, ramificam-se ainda mais em minúsculos capilares sanguíneos.

Os principais ramos venosos que trazem gás carbônico do corpo ao coração estão resumidos na Figura 145.

As veias pulmonares transportam sangue arterial aos pulmões com a finalidade de hematose. Já as veias sistêmicas carregam sangue venoso para detoxificar as diversas partes do corpo coletando o gás carbônico que será englobado às hemácias e resíduos metabólicos.

Figura 145 – Quadro dos principais vasos sanguíneos venosos da circulação sistêmica

Veia Cava Cranial	Formada próximo à entrada do tórax pela união das veias jugulares externas (drenam regiões de cabeça e pescoço) e subclávias (drenam membros torácicos).
Veia Cava Caudal	Formada no teto do abdome pela união das veias ilíacas comuns (direita e esquerda).

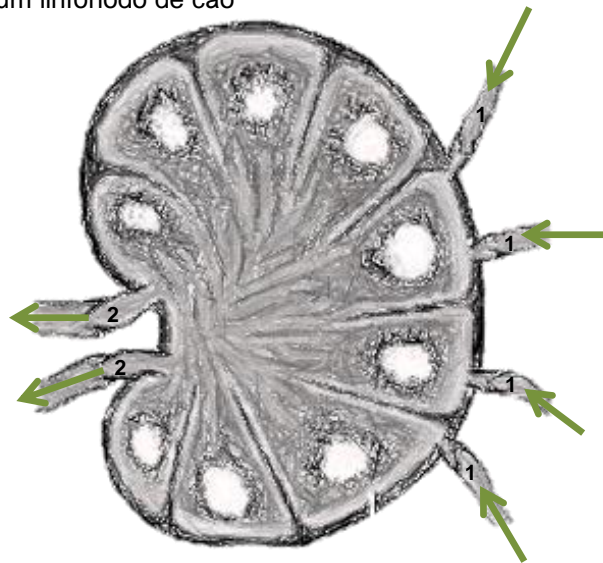
Fonte: Massari (2019).

Sistema linfático

O sistema linfático é responsável especialmente pela defesa imunológica do corpo. Ele protege o corpo de macromoléculas exógenas (estranhas) e endógenas anormais, bem como de vírus, bactérias e outros micro-organismos invasores. Inclui os órgãos linfáticos a seguir: timo, tonsilas, baço, linfonodos, tecido linfático difuso e nódulos linfáticos.

Os linfonodos apresentam consistência firme e superfície lisa; têm o formato ovoide semelhante a um feijão (Figura 146).

Figura 146 – Estrutura de um linfonodo de cão



Fonte: Massari (2019).

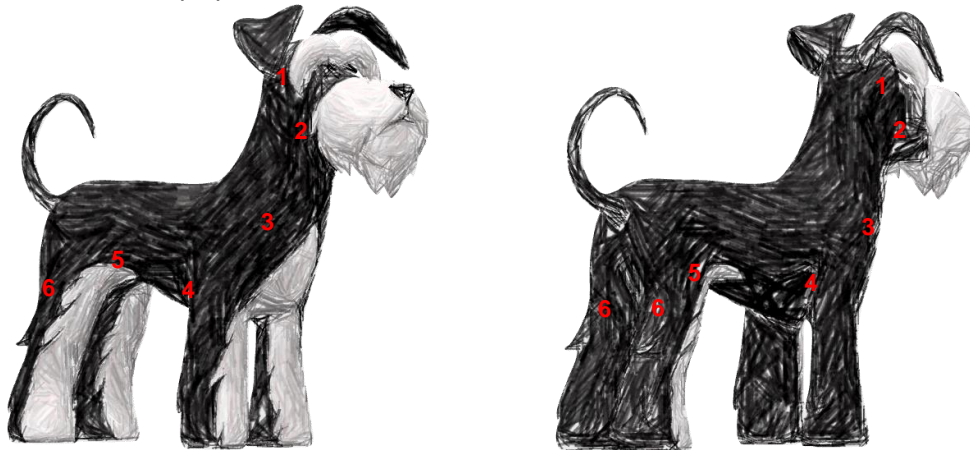
Nota-se que, nesta espécie animal, os centros germinativos (nódulos linfáticos) ocupam a região cortical do linfonodo. As setas verdes indicam a direção do fluxo linfático: 1, vasos linfáticos aferentes; 2, vasos linfáticos eferentes.

Entre as células de defesa, dois tipos de linfócitos funcionalmente distintos são reconhecidos: linfócitos T e linfócitos B. A medula óssea é quem produz todas as células do sistema imune; o timo é responsável por amadurecer os linfócitos T; enquanto os linfócitos B são amadurecidos na Bursa de Fabricius em aves, nas Placas de Peyer em ruminantes e na própria medula óssea em outros animais como os cães.

Um plexo de capilares linfáticos disperso pelos tecidos do corpo coleta uma fração do fluido intersticial composta por proteínas e outras moléculas grandes que não são capazes de adentrar nos vasos sanguíneos. Como os capilares linfáticos são muito permeáveis, absorvem materiais particulados e ocasionalmente micro-organismos patogênicos.

A vasculatura linfática converge em troncos que desembocam em veias maiores na junção do pescoço com o tórax. Entre esses troncos, o ducto torácico é o maior canal coletor de linfa. Ele surge da cisterna do quilo, que recebe linfa do abdome, pelve e membros pélvicos. Alguns linfonodos superficiais podem ser identificados à palpação cutânea durante o exame físico do animal (Figura 147).

Figura 147 – Linfonodos palpáveis no cão



Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, parotídeo; 2, mandibular; 3, cervical superficial (ou subescapular); 4, axilar; 5, inguinal superficial; 6, poplíteo (caudalmente aos membros pélvicos).

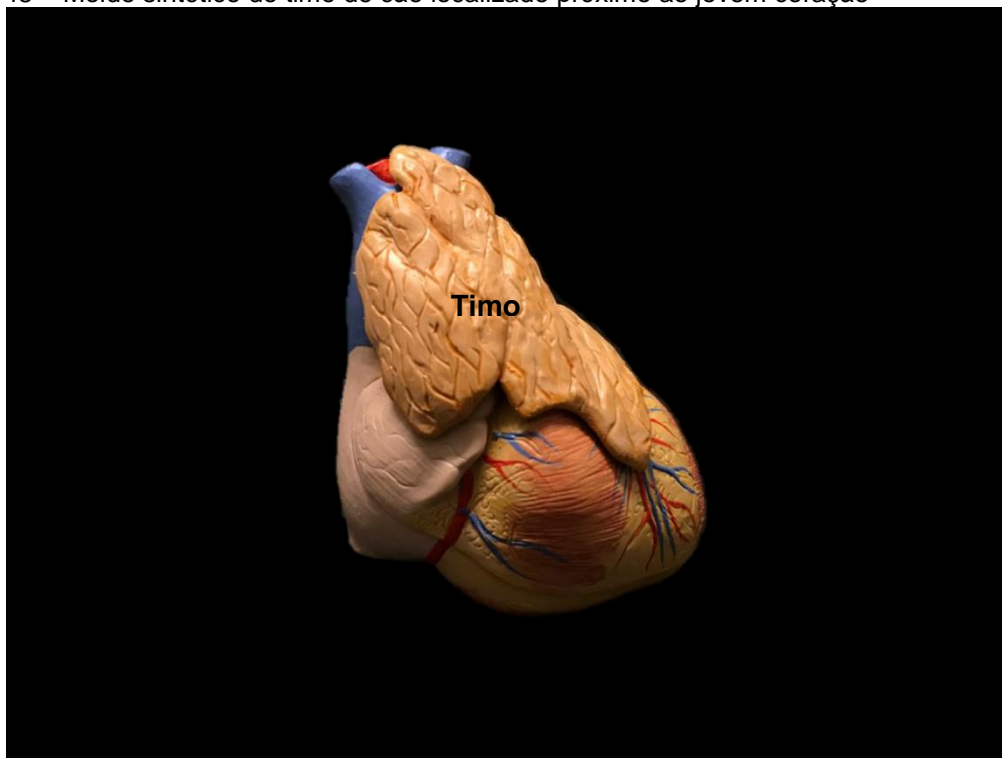
Os linfonodos são mais facilmente examinados quando apresentam aumento de volume. A linfa, ao passar pelo linfonodo, recebe um recrutamento de linfócitos e é também exposta às atividades dos fagócitos. Essas células removem e destroem ou tentam destruir e remover materiais particulados, incluindo quaisquer micro-organismos oportunistas. O aumento de volume de um linfonodo frequentemente indica a existência de uma doença em sua área de drenagem. Porém, por outro lado, o fluxo linfático pode facilitar a disseminação de células neoplásicas e a formação de metástases.

Entre os órgãos linfoides, estão o baço, o timo e as tonsilas (aglomerados de tecido linfoide, ricas em glóbulos brancos). Assim, têm-se tonsilas faríngeas, palatinas e linguais que, diferentemente dos linfonodos, não ficam no trajeto de vasos linfáticos.

O baço possui as seguintes funções: armazenamento de sangue, remoção de material particulado da circulação, destruição de eritrócitos desgastados (hemocaterese, ou seja, destruição de hemácias senescentes ou obsoletas) e ativação de linfócitos. Está localizado no antímero cranial esquerdo do abdome. Sua estrutura é dividida em polpa vermelha e polpa branca: a primeira consiste em vasos sanguíneos e sangue enquanto a segunda é formada por nódulos linfáticos em uma trama reticuloendotelial de sustentação.

O timo (Figura 148) é responsável pelo desenvolvimento e seleção de linfócitos T. Está localizado no mediastino cranial somente de animais jovens, pois este órgão regride a partir da puberdade, sendo substituído por tecido adiposo nos idosos, o que acarreta na diminuição da produção de linfócitos T.

Figura 148 – Molde sintético do timo de cão localizado próximo ao jovem coração



Fonte: Massari (2019).

4.6.1 Glossário de Angiologia Veterinária²³

Anastomose – do grego, *ana* = através de; *stoma* = entrada, boca. Ligação por meio de um bocal unindo vasos sanguíneos; junções arteriovenosas.

Aorta – do grego, *aortes* = faca de cabo curto e curvo. Estrutura semelhante ao principal tronco arterial do sistema circulatório, que sai do ventrículo esquerdo transportando sangue rico em oxigênio para todos os órgãos do corpo animal através de suas derivações arteriais.

Artéria – do grego, *isso* = ar; *terein* = conter. Os gregos antigos acreditavam que as artérias conduziram essencialmente ar em seus lúmens enquanto as veias conduziram sangue. Certamente isso se deu pela observação das dissecações uma vez que no cadáver se encontram vazias enquanto as veias colabadas.

Átrio – do latim, *atrium* = sala íntima. Na Roma antiga, era o pátio na entrada de um edifício, era também considerado o grande aposento central da casa romana com a lareira em um dos cantos e um tanque de mármore em outro sobre o qual havia uma abertura que captava a água da chuva. Este grande salão de recepção não apresentava janelas, apenas um orifício no teto para escape da fumaça da lareira.

²³ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

Na Anatomia, átrios são as câmaras cardíacas que recebem o sangue no coração, pelas veias cavas no átrio direito e veias pulmonares no átrio esquerdo.

Aurícula – do latim, *auricula* = orelha pequena. As aurículas dos átrios cardíacos foram assim denominadas por Erasístrato, pela semelhança com as orelhas de um cão.

Cardiomiócito – do latim, *kardia* = coração; *mys* = músculo. Denomina as células musculares estriadas que formam o músculo cardíaco, ou seja, as fibras musculares estriadas cardíacas.

Carótida – do grego, *karotides* = adormecer, dormir. Na Grécia antiga, os caçadores imobilizavam certos animais apertando-lhes estas artérias o que resultava em desmaio. As artérias carótidas levam sangue arterial para a região da cabeça, passando pela região cervical do corpo animal.

Coração – do latim, *cordis*, *cor*; do grego, *kardia* = coração. Para os antigos romanos, o coração era a sede da coragem. No Romantismo, o coração era o local que guardava a poesia e a memória, dessa maneira, quando se sabe algo “de cor” é porque se aprendeu com o coração, como aponta a expressão inglesa “*to learn by heart*”.

Coronária – do latim, *coronarius* = em forma de coroa. É uma anastomose de veias na parede externa do coração formando um grande vaso, o seio coronário, que coleta sangue venoso do próprio miocárdio.

Cúspide – do latim, *cuspis* = ponta de lança. As cúspides são estruturas pontudas como as válvulas que compõem as valvas atrioventriculares.

Endocárdio – do grego, *endo* = dentro; *kardia* = coração. É a membrana serosa que reveste internamente o coração.

Endotélio – *endo* = dentro; *telen* = afastado. É a camada de tecido epitelial simples que reveste internamente a parede das grades vasos sanguíneos e linfáticos.

Epicárdico – do grego, *epi* = sobre; *kardia* = coração. Camada que reveste externamente o coração.

Jugular – do latim, *jugulum* = garganta. A palavra jugular foi introduzida pelo monge beneditino Nicolaus Rubertus, o primeiro tradutor latino das obras de Galeno, sendo uma adaptação livre do termo “*flebos sphagites*” (veia do sacrifício por onde escorre o sangue de um animal degolado).

Linfonodo – do latim, *limpha* = água; *nodus* = nó, nódulo. Os linfonodos são pequenos órgãos encapsulados constituídos por tecido linfoide e com as funções de

filtrar a linfa e proliferar linfócitos.

Mediastino – do latim, *mediatinum* = colocado no meio. É o local no centro da cavidade torácica onde se encontra o coração.

Miocárdio – do grego, *myo* = músculo, *kardia* = coração. É o músculo estriado cardíaco.

Mitral – do latim, *mitra* = turbante. A valva mitral, ou atrioventricular esquerda, com suas duas cúspides lembra uma mitra, chapéu fendido usado pelos papas da Igreja Católica.

Pericárdio – do grego, *peri* = ao redor de; *kardia* = coração. Membrana fibrosa de origem mesodérmica que envolve o coração; possui função de proteção do músculo cardíaco.

Sístole – do grego, *syn* = unido, junto; *stellein* = aperto. É o momento de contração do músculo cardíaco, quando o sangue é ejetado para fora do órgão através das artérias da base cardíaca.

Tricúspide – do latim, *tres* = três; *cuspis* = ponta. A valva tricúspide é composta por três folhetos valvulares, permitindo a passagem de sangue venoso do átrio direito ao ventrículo direito.

Valva – do latim, *valva* = cada uma das folhas de uma porta dupla ou cada uma das conchas duplas de um molusco bivalve. Valvas atrioventriculares permitem a passagem de sangue dos átrios para os ventrículos e se fecham durante a sístole cardíaca para evitar o refluxo de sangue.

Válvulas – do latim, *valvula* = diminutivo de valva. São os folhetos ou as cúspides das valvas atrioventriculares (tricúspide e bicúspide).

Veia – do latim, *vena* = via, caminho. As veias trazem sangue ao coração.

Ventrículo – do latim, *ventriculus* = ventre pequeno. São cavidades ocas na parte ventral do coração.

4.6.2 Impressão 3D para Angiologia Veterinária

O coração sintético (Figura 149) foi criado mediante a utilização do *software* Blender® produzido em impressora 3D. Optou-se pelos cortes na própria impressora 3D com o intuito de mimetizar as seções realizadas em um exame ecodopplercardiográfico, o que possibilitou a visualização interna das câmaras cardíacas.

Figura 149 – Molde sintético de coração impresso em ABS com duas secções na altura dos átrios



Fonte: Massari (2019).

Legenda: AD, átrio direito; AE, átrio esquerdo, V.c, veia cava; A.p, artéria pulmonar, A.o, artéria aorta.

4.6.3 Angiologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem²⁴

Os exames de imagem mais utilizados hoje na rotina clínica de cardiologia em pequenos animais são a radiografia torácica e a ecodopplercardiografia. Enquanto a radiografia simples do tórax fornece muitas informações a respeito da anatomia do coração e dos grandes vasos, a ecodopplercardiografia, sendo uma técnica de diagnóstico baseado no uso do ultrassom associado ao doppler, oferece também uma avaliação quantitativa e qualitativa da função cardíaca, tendo se tornado um dos mais importantes auxílios diagnósticos na investigação das desordens cardíacas.

Todavia, a ecodopplercardiografia é uma técnica complementar da radiografia e não uma substituta. Por um lado, as radiografias fornecem mais informações quanto ao tamanho e formato anatômico do coração (além de propiciar avaliação também dos pulmões), por outro lado, a ecodopplercardiografia possibilita a avaliação minuciosa das valvas cardíacas e do movimento do miocárdico.

A radiografia torácica objetiva analisar a posição anatômica do coração: se a imagem de silhueta cardíaca encontra-se aumentada (cardiomegalia) ou em tamanho dentro dos valores de referência, além dos contornos das diferentes câmaras cardíacas. Este exame permite uma avaliação panorâmica do tórax, abrangendo a imagem do coração e do pulmão no mesmo quadro.

A técnica radiográfica para coração exige a realização do exame em, no mínimo, duas projeções radiográficas: latero-lateral e ventrodorsal (ou dorsoventral). Para melhor resolução das estruturas de tecidos moles há a necessidade de empregar uma alta kilovoltagem (kVp) e uma baixa miliamperagem (mAs). Idealmente, o exame deve ser realizado no momento exato do pico da inspiração e o paciente deve estar posicionado com costelas alinhadas entre si, uma vez que a interpretação correta da forma e do tamanho cardíaco depende desses fatores.

Os artefatos radiográficos podem estar presentes, portanto, deve-se sempre levar em consideração a raça e a idade do animal (observando o tamanho cardíaco relativo ao tórax); a conformação do tórax, pois a aparência cardíaca pode variar de raça pra raça; nos filhotes, a sombra cardíaca parece levemente maior em relação ao tamanho torácico (menor volume pulmonar); a influência da respiração caso a

²⁴ Cf.: Silva et al. (2004), Kealy, McAllister e Graham (2012), Conrado et al. (2017), Chetboul et al. (2018), Rajamohan et al. (2018) e LeBlanc et al. (2019).

radiografia tenha sido realizada no momento expiratório e o possível excesso de gordura pericárdica no paciente.

Nas Figuras 150 a 152, as imagens radiográficas de uma cadela da raça Yorkshire Terrier, com 14 anos de idade, são apresentadas nas incidências latero-lateral (direita e esquerda) e ventrodorsal. Nota-se, a presença de um microchip de identificação entremeado aos tecidos moles dorsalmente à região cervical.

Figura 150 – Radiografia torácica em incidência latero-lateral esquerda de cadela cardiopata



Fonte: Imagem gentilmente cedida por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Nota-se um importante aumento de silhueta cardíaca, sendo mais acentuado no eixo ápico-basilar e em topografia de átrio esquerdo, levando ao evidente deslocamento dorsal de traqueia e de brônquios principais.

Figura 151 – Radiografia torácica em incidência ventrodorsal de cadela cardiopata



Fonte: Imagem gentilmente cedida por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Nota-se discreta opacificação pulmonar de padrão intersticial levemente tendendo a nodular em região perihilar; isso pode estar relacionado a edema pulmonar incipiente.

Figura 152 – Radiografia torácica em incidência latero-lateral direita de cadela cardiopata




Fonte: Imagem gentilmente cedida por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Nota-se diminuição do lúmen traqueal, na porção torácica; isso pode estar relacionado a colapso de traqueia e/ou sobreposição de partes moles.

Adverte-se que, nos casos de cardiomegalia, onde há um aumento generalizado da sombra cardíaca, é importante distinguir entre a verdadeira cardiomegalia e a simples distensão do saco pericárdico adjacente (sombra cardíaca globoide).

Já a ecodopplercardiografia é uma ultrassonografia cardíaca e serve para avaliar a dimensão anatômica das câmaras cardíacas, a espessura e a movimentação de paredes, a configuração e o movimento valvar e a porção proximal de grandes vasos. As vantagens do ecodopplercardiograma são que, como o ultrassom, as relações anatômicas podem ser determinadas, inclusive derivando informações sobre a função cardíaca também. Além disso, o método é muito sensível na detecção de líquido pericárdico e pleural.

O preparo para o ecocardiograma exige: a) tricotomia na área de posicionamento do transdutor a fim de melhorar o contato com a pele e a qualidade da imagem; b) uso de gel para promover uma área de contato livre de ar entre a pele e o transdutor; c) emprego de uma mesa com orifício para permitir o posicionamento e a manipulação do transdutor pelo lado do decúbito. Os termos descritivos do ecocardiograma estão apresentados na Figura 153.

Figura 153 – Representação esquemática dos termos descritivos do ecocardiograma

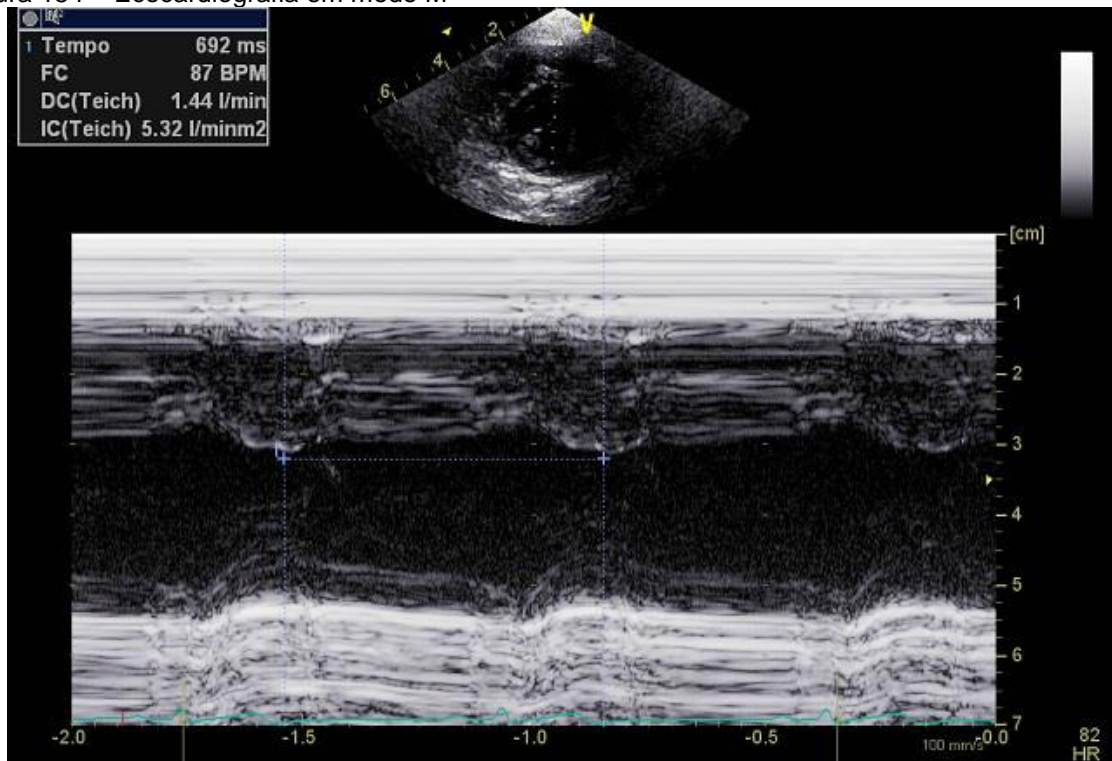


<i>Hiperecoico</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tecidos que refletem fortemente o ultrassom: grande ecogenicidade • Alta intensidade (branco)
<i>Hipoecoico</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tecidos que pouco refletem o ultrassom: pequena ecogenicidade • Média intensidade (cinza)
<i>Anecoico</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Líquidos: não refletem o som • Baixa intensidade (preto)

Fonte: Massari (2019).

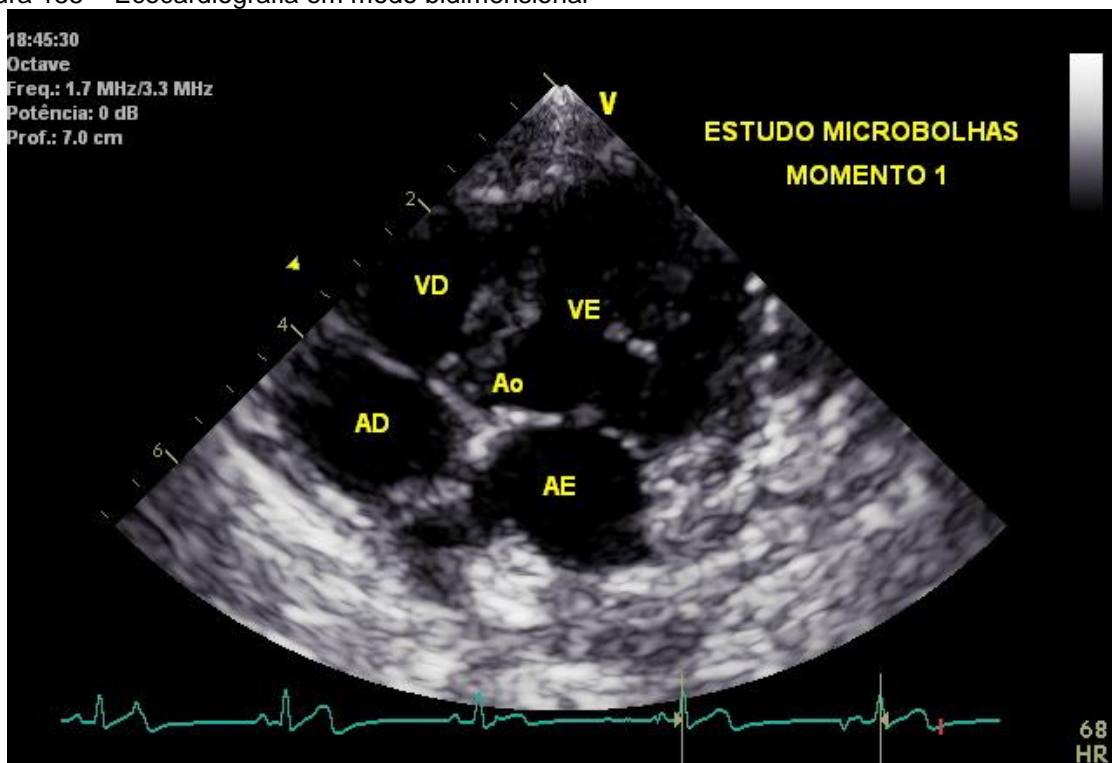
Clinicamente, interpreta-se este exame em três modalidades: modo M (monodimensional), modo bidimensional e com doppler (pulsátil e contínuo, além do mapeamento de fluxo em cores), conforme mostra as Figuras 154 a 156. A Figura 157 apresenta uma síntese de tais modalidades, uma vez que é sempre necessária a realização integrada dos estudos nesses modos a fim de evitar a fragmentação de dados indispensáveis ao manuseio clínico e terapêutico dos pacientes veterinários.

Figura 154 – Ecocardiografia em modo M



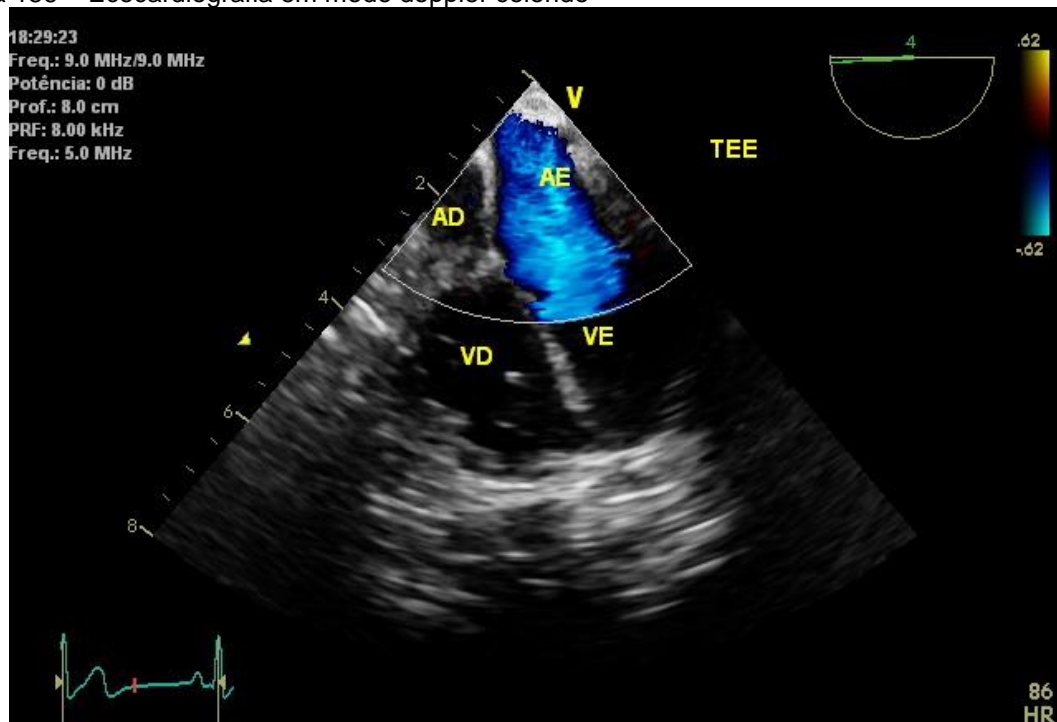
Fonte: Imagem gentilmente cedida por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Cão em decúbito paraesternal direito; nota-se corte transversal na altura do músculo papilar.

Figura 155 – Ecocardiografia em modo bidimensional



Fonte: Imagem gentilmente cedida por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Cão em decúbito paraesternal; nota-se corte apical das quatro câmaras cardíacas (AD, VD, AE e VD) e da artéria aorta (Ao).

Figura 156 – Ecocardiografia em modo doppler colorido



Fonte: Imagem gentilmente cedida por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Cão em decúbito esternal para avaliação ecocardiográfica transesofágica.

Figura 157 – Quadro esquemático sobre os estudos ecodoppler cardiográficos em modo M, bidimensional e doppler (pulsátil, contínuo e colorido)

Modo M
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imagem unidimensional (profundidade) ✓ Ecos de várias interfaces teciduais ao longo do eixo do feixe do ultrassom (mostrados verticalmente na tela) x tempo (no eixo horizontal) ✓ Pode ser associação ao registro simultâneo do ECG ✓ Fração de encurtamento (FE): é o índice mais comumente utilizado para estimar a função ventricular esquerda, % de alteração na dimensão do ventrículo esquerdo da diástole para a sístole (índice de contratilidade)
Bidimensional
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2-D ✓ Avaliar um plano tecidual (tanto profundidade como largura) ✓ “fatias” ✓ Observar tamanho das câmaras cardíacas e espessura de parede
Doppler
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Detecta a direção e a velocidade do fluxo sanguíneo ✓ Aplicações clínicas: detecção de direção anormal ou turbulência e aumento da velocidade do fluxo sanguíneo ✓ Diferença Doppler: detecção de alterações de frequência entre a energia do ultrassom emitido e os ecos refletidos pelas células sanguíneas ✓ Mapeamento de fluxo colorido

Fonte: Massari (2019).

Os artefatos ecocardiográficos podem mimetizar anormalidades cardíacas e, para evitar isso, deve-se avaliar os múltiplos planos para uma melhor verificação e delineamento do exame. Assim, se é possível visualizar uma lesão suspeita em mais de um plano, é bem possível que esta seja então verdadeira.

4.6.4 Angiologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais²⁵

A insuficiência cardíaca é o estado fisiopatológico que ocorre quando o coração não consegue manter um ritmo apropriado para o metabolismo tecidual. Sabe-se que a função do sistema cardíaco é sempre manter a pressão arterial e o fluxo sanguíneo normais. As reduções das funções do sistema cardíaco vão acarretar várias doenças de origem valvar como de origem miocárdicas que irão ativar mecanismos compensatórios podendo assim causar uma insuficiência cardíaca congestiva.

Como qualquer bomba, o coração possui apenas duas formas de tornar-se insuficiente: ou não podendo bombear sangue para as artérias (aorta e pulmonar) o suficiente para manter a pressão arterial (insuficiência cardíaca de baixo débito) ou não podendo esvaziar de forma adequada os reservatórios venosos (insuficiência cardíaca congestiva).

Como as reduções das funções do sistema cardiovascular estão associadas a uma disfunção sistólica ou diastólica, pode levar o animal à ativação de mecanismos compensatórios causando diferentes sinais de ICC, conforme mostra a Figura 158.

Figura 158 – Sinais de insuficiência cardíaca congestiva (ICC)

Diferentes sinais de ICC em cães		
<p><i>Sinais congestivos do lado esquerdo</i></p> <p>congestão pulmonar e edema (tosse, taquipneia, dispneia, estertor pulmonar crepitante), arritmias cardíacas</p>	<p><i>Sinais de baixo débito</i></p> <p>cansaço, fraqueza durante o exercício, síncope, azotemia pré-renal, cianose (por circulação cutânea deficiente), arritmias cardíacas</p>	<p><i>Sinais congestivos do lado direito</i></p> <p>congestão venosa sistêmica (pressão venosa central alta, distensão das veias jugulares), congestão hepática/esplênica, ascite, edema subcutâneo</p>

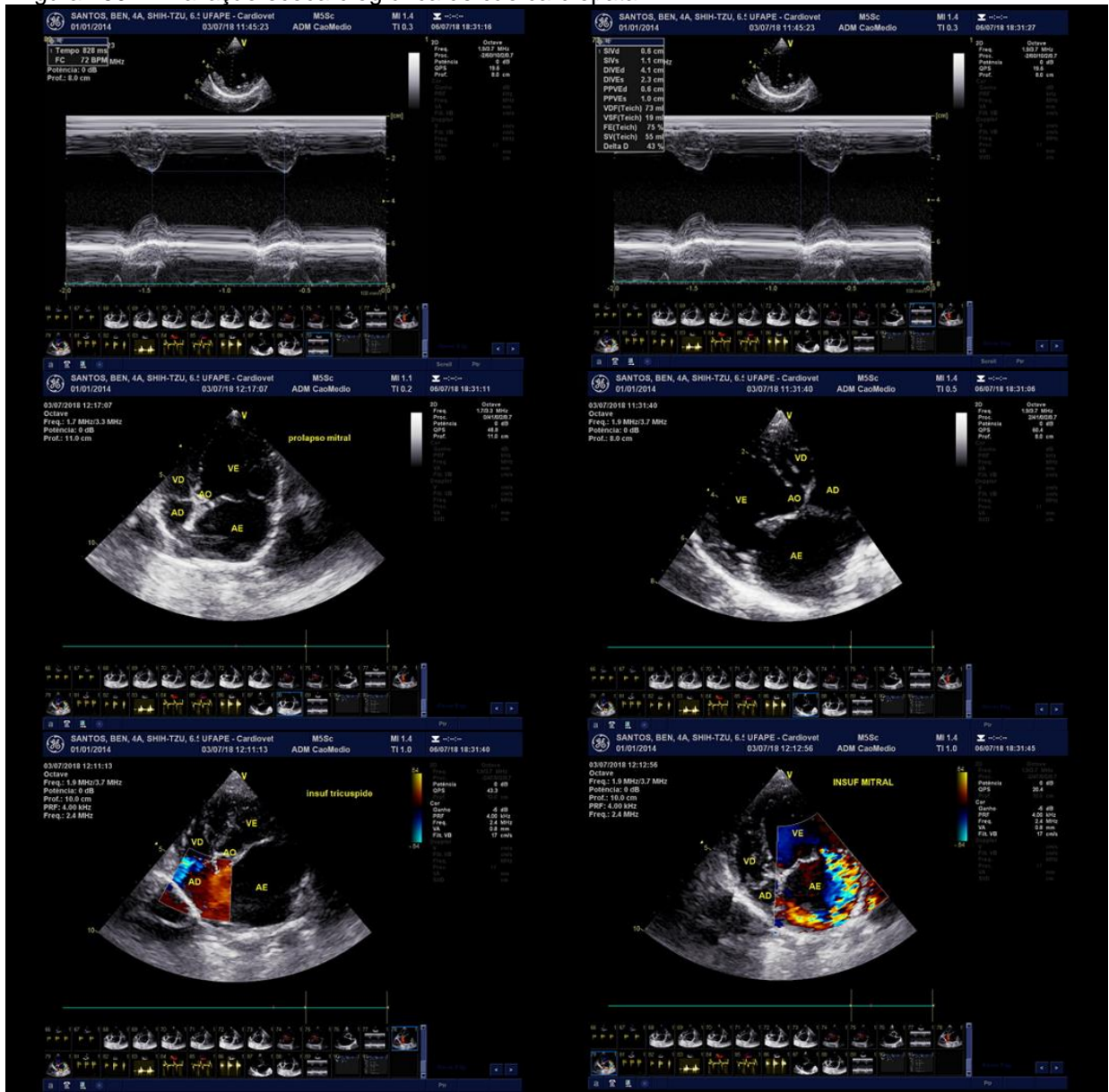
Fonte: Massari (2019).

A seguir, apresenta-se o caso clínico de um cão Shih-tzu, com quatro anos de idade, diagnosticado com insuficiência valvar mitral e tricúspide com repercussão hemodinâmica significativa. Na anamnese, o tutor relatou que o animal apresentava tosse e cansaço fácil há nove meses. Através do exame ecodopplercardiográfico (Figura 159), observou-se neste paciente um aumento importante de átrio esquerdo

²⁵ Cf.: Tilley e Goodwin (2002), Ettinger e Feldman (2004), Pereira, Camacho e Morais (2005), Muzzi et al. (2009), Micheli Serra e Hernández (2015), Beaumier et al. (2018), Cerqueira et al. (2018), Figueiredo et al. (2018).

e ventrículo esquerdo. Visualizou-se também a valva atrioventricular esquerda degenerada com prolapso da cúspide septal, enquanto a valva atrioventricular direita apresentou-se espessada. O estudo doppler e o mapeamento de fluxo em cores mostraram, assim, uma insuficiência valvar bilateral (tricúspide e mitral).

Figura 159 – Avaliação ecocardiográfica de cão cardiopata



Fonte: Imagens gentilmente cedidas por Juliana Bornhausen Cardoso de Araujo para Massari (2019). Paciente em decúbito esternal para avaliação através do modo M, B e Doppler.

Verifica-se, com isso, que a ecodopplercardiografia é o exame de eleição para a avaliação clínica funcional e a mensuração das estruturas anatómicas intracardíacas como as valvas.

Como a ICC leva à ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), que é um complexo sistema neuro-hormonal compensatório com a função

de manter normal a pressão sanguínea, o paciente necessita de múltiplas abordagens terapêuticas.

Os princípios básicos de tratamento visam modificar, então, os resultados da ativação neuro-hormonal (retenção de sódio e água) ou o próprio processo de ativação (inibição da enzima conversora de angiotensina). Sendo assim, o tratamento objetiva controlar edemas e efusões, melhorar o débito cardíaco, reduzir o trabalho cardíaco, manter a função miocárdica e tratar possíveis arritmias concomitantes.

Adverte-se que, conforme a cardiopatia progride, é necessário adequar o tratamento às necessidades individuais do animal com o ajuste das dosagens, a adição ou a substituição de drogas, modificações do estilo de vida do paciente, modificações da dieta, reavaliação periódica do paciente (rever medicações e dosagens a cada visita) e intensa educação do paciente e do proprietário. A terapia dos cinco “d” inclui: 1) diurético; 2) digitálico; 3) dilatador de vaso sanguíneo; 4) dieta; e 5) descanso.

Os diuréticos agem para diminuir a congestão venosa e o acúmulo de fluidos; contudo, em excesso promovem a contração excessiva do volume sanguíneo e ativam a cascata do sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), podendo levar o paciente a desidratação e azotemia. Deve-se administrar a dose efetiva mais baixa.

Os digitálicos, como a digoxina e a digitoxina, são drogas inotrópicas positivas conhecidas como glicosídeos digitálicos. Eles aumentam o cálcio disponível para as proteínas contráteis por ligação competitiva e inibição da bomba sódio-potássio/ATPase na membrana da célula miocárdica. Exercem uma sensibilização direta dos barorreceptores arteriais e são indicados somente a paciente com IC causada por contratilidade miocárdica deficiente, ou seja, para casos de cardiomiopatia dilatada. São contraindicados em pacientes com cardiomiopatia hipertrófica, especialmente àqueles com obstrução da via de saída do ventrículo esquerdo. Também podem exacerbar arritmias pelo seu potencial efeito arritmogênico.

Os casos de intoxicação digitálica envolvem a intoxicação miocárdica, causando distúrbios do ritmo cardíaco pela sobrecarga celular de cálcio e pela instabilidade elétrica. Os digitálicos possuem uma baixa margem terapêutica já que a dose terapêutica efetiva é muito próxima da dose tóxica. O quadro clínico cursa

com toxicidade gastrointestinal (anorexia, emese e diarreia) que pode surgir antes dos sinais de toxicidade miocárdica (arritmias cardíacas). Também é comum ocorrer sinais neurológicos como depressão e sonolência, além de toxicidade renal (azotemia), podendo levar a óbito. Por isso, é importante monitorar a concentração sérica de digoxina nos pacientes em terapia com essas drogas e, caso necessário, o tratamento para a intoxicação digitálica inclui, além da própria retirada imediata da droga, a fluidoterapia para correção dos desequilíbrios hídrico e eletrolítico, maximizando assim a função renal.

Os vasodilatadores, como o benazepril, melhoram o débito cardíaco e reduzem edemas e efusões associados à insuficiência cardíaca. São representados pelos inibidores da enzima conversora da angiotensina (ECA), sendo os agentes de primeira escolha nos casos clínicos de ICC. Diminuem a resistência arteriolar, sendo também utilizados no tratamento da hipertensão e o clínico deve começar a prescrição com uma dose baixa para evitar hipotensão e taquicardia reflexa, sempre monitorando a pressão arterial. Os IECAs bloqueiam a formação da angiotensina II, permitem a vasodilatação arteriolar e venosa, além de reduzir a retenção de sódio e água (via diminuição da aldosterona circulante).

Sobre a abordagem nutricional terapêutica em cães com doença cardíaca, uma vez que a ICC causa o comprometimento da capacidade de excreção de água e sódio, faz-se essencial uma dieta hipossódica. A restrição de sal na dieta é recomendada com a finalidade de ajudar a controlar o acúmulo de fluidos e reduzir a necessidade de tratamento com drogas. O sucesso ou fracasso do tratamento poderá depender da nova alimentação. É importante ressaltar que os nutracêuticos como coenzima Q10, vitamina E, ácido graxo ômega-3, taurina e L-carnitina são suplementos são importantes nos protocolos de tratamento e estudos realizados na administração dos mesmos têm mostrado efeitos benéficos, porém, não substituem as drogas farmacológicas instituídas e a sua recomendação deve ser individual, avaliando clinicamente o paciente visando à adequação terapêutica. Dessa forma, almeja-se contribuir favoravelmente para a sobrevida do paciente.

Por fim, o descanso visa controlar a ICC devido à ocorrência de anormalidades circulatórias musculoesqueléticas, fadiga e dispneia nesta síndrome. Deve-se haver restrição de exercício físico, ou seja, jamais uma atividade física repentina e extenuante. No entanto, em casos de cardiopatias muito bem controladas, possivelmente encoraja-se a atividade de intensidade leve a moderada

regular (não esporádica) se o paciente não apresentar sinais de esforço respiratório excessivo. Portanto, é difícil saber a intensidade de exercício que é benéfica: se por um lado o exercício físico extenuante pode provocar dispneia e arritmias cardíacas graves, por outro lado, o treinamento físico moderado pode melhorar a função cardiopulmonar e a qualidade de vida em pacientes com ICC crônica.

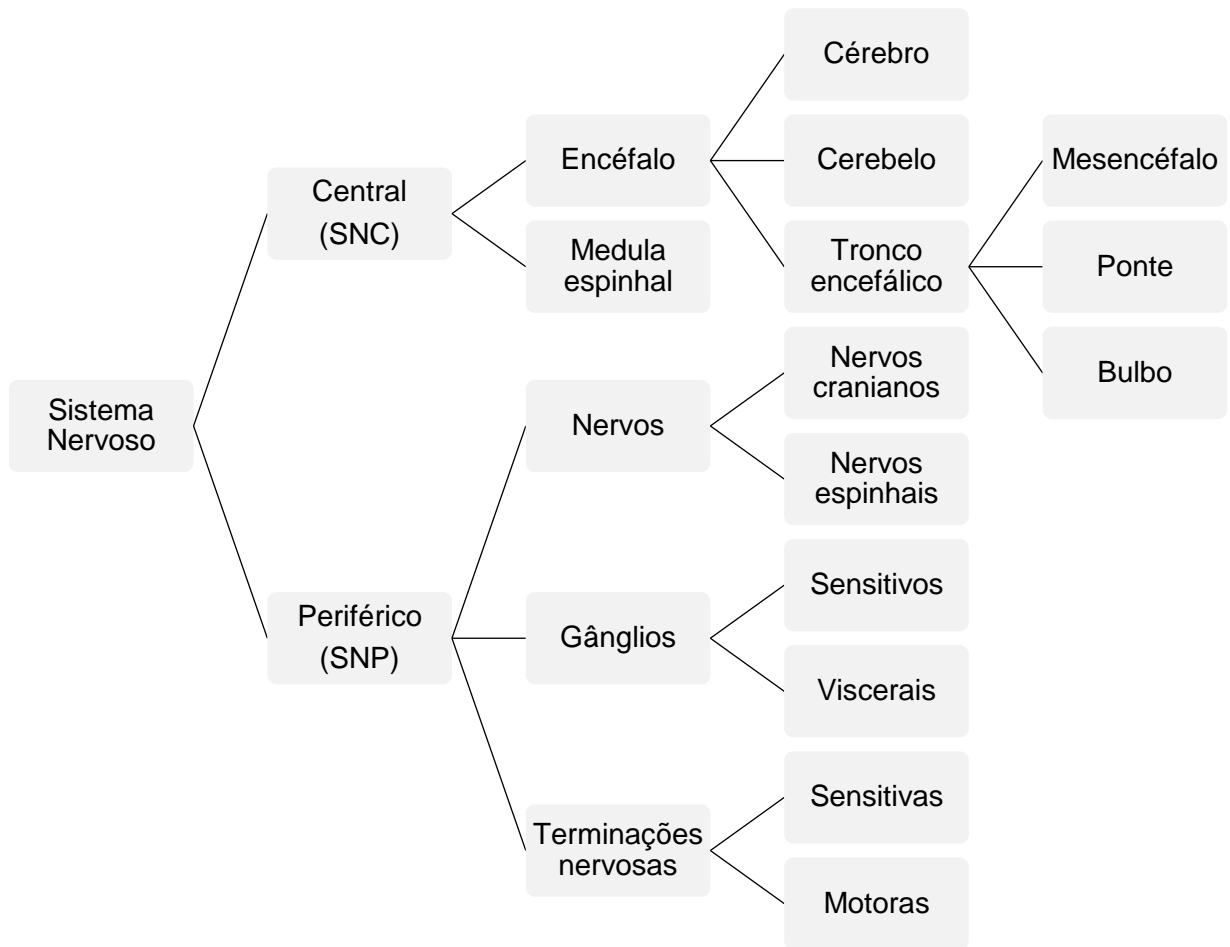
4.7 MÓDULO VII: NEUROANATOMIA VETERINÁRIA²⁶

Sistema Nervoso Central

Anatomicamente, o sistema nervoso divide-se em central e periférico (Figura 160). O sistema nervoso central está todo alojado em estojos ósseos, tanto o encéfalo dentro da cavidade craniana, como a medula espinal dentro do canal vertebral. Este também se encontra envolvido por três membranas denominadas meninges: dura-máter, aracnoide e pia-máter. A dura-máter é a mais externa e espessa, a aracnoide tem aspecto de teia de aranha e a pia-máter é a mais interna. Como a dura-máter é bastante resistente, é chamada de paquimeninge, enquanto a aracnoide e a pia-máter, por serem finas e delicadas, recebem conjuntamente o nome de leptomeninge.

²⁶ Cf.: Cosenza (2000), Budras et al. (2012), Prada (2014) e Singh (2019).

Figura 160 – Organização do sistema nervoso de acordo com aspectos anatômicos

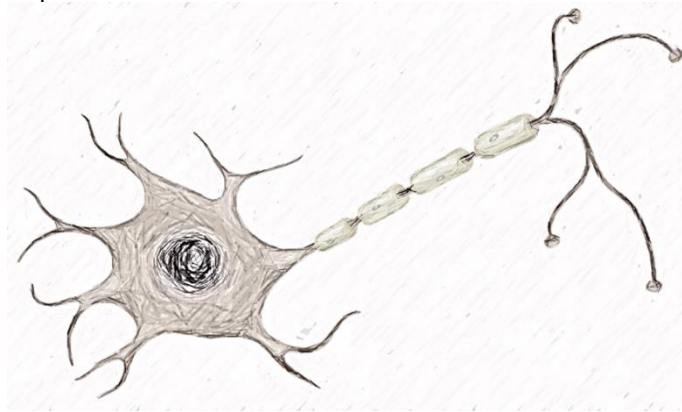


Fonte: Massari (2019).

O Sistema Nervoso Central (SNC) é banhado pelo líquido ou líquido cefalorraquidiano (LCR) que ocupa a totalidade das cavidades internas (no interior dos ventrículos cerebrais) e a cavidade subaracnoidea. Este fluido possui aparência translúcida, sendo produzido a partir da filtração do sangue nos plexos corioides dos ventrículos. Qualquer defeito na reabsorção ou um bloqueio na circulação do líquido pode ocasionar seu acúmulo no interior das cavidades do SNC, causando hidrocefalia. Suas funções são de proteção mecânica dos órgãos do SNC e troca de substâncias com o tecido nervoso.

Os neurônios são as células responsáveis pela recepção e pela condução dos impulsos nervosos (Figura 161), sendo vizinhos das células da glia ou neuroglia (astrócitos, oligodendrócitos, microglíocitos e endimócitos). Estas células gliais não geram impulsos nervosos, tampouco realizam sinapses, mas oferecem suporte e nutrição aos neurônios.

Figura 161 – Desenho representativo de um neurônio



Fonte: Massari (2019).

Nota-se o pericário (corpo celular) e os prolongamentos celulares (dendritos e axônio).

O SNC apresenta algumas regiões acinzentadas e outras esbranquiçadas. Esta diferença na coloração depende das partes dos neurônios que compõem cada uma destas regiões, ou seja, enquanto a substância cinzenta é formada por uma grande quantidade de corpos celulares de neurônios, a substância branca é formada por prolongamentos de neurônios denominados axônios. Como há alguns neurônios com axônios mielinizados, a mielina que envolve tais prolongamentos celulares dá um aspecto esbranquiçado à substância branca.

No entanto, a localização da substância cinzenta e da substância branca varia em cada órgão do SNC. Ou seja, no cérebro a substância cinzenta encontra-se externamente ao órgão (no córtex cerebral) e em alguns núcleos centralizados, enquanto a substância branca é encontrada no interior do órgão. Já na medula espinhal, a substância cinzenta localiza-se internamente (no “H” medular) enquanto a substância branca encontra-se externamente.

Na escala evolutiva dos animais, transformações ocorreram na anatomia de muitos órgãos, principalmente nos que compõem o encéfalo. Na medida em que ocorreu um aumento massivo do córtex cerebral limitado pelo volume não expansível dos ossos do crânio, o sistema nervoso enrugou ou sulcou dando origem às circunvoluções. Isto é denominado princípio de encefalização ou aumento da capacidade encefálica, ou seja, maior concentração do SNC dentro da cavidade craniana. O aumento dessa capacidade está intimamente relacionado à elevação da complexidade psicocomportamental nos vertebrados.

O encéfalo é constituído por cérebro, cerebelo e tronco encefálico (Figura 162). O cérebro é a porção mais rostral do encéfalo, sendo constituído pelo diencéfalo e pelo telencéfalo.

No diencefalo, existem as seguintes estruturas: tálamo, hipotálamo, epítalamo, subtálamo e metatálamo. O tálamo é composto por duas massas ovais de substância cinzenta. O hipotálamo forma o assoalho e as paredes laterais do terceiro ventrículo; os núcleos hipotalâmicos exercem o comando das atividades viscerais, a regulação da temperatura corpórea, a regulação do ritmo circadiano (mecanismos de sono-vigília), e a regulação da ingestão de água e da quantidade de urina a ser excretada (diurese) pela síntese do hormônio antidiurético ou vasopressina pelos núcleos supra-ópticos e paraventriculares. Assim, o hipotálamo participa do sistema neuroendócrino, pois está relacionado com a neurosecreção e o controle do sistema endócrino já que está estritamente relacionado com a glândula hipófise. Já o epítalamo compreende a epífise neural (glândula pineal) secretora do hormônio melatonina que sincroniza o ritmo circadiano do corpo animal.

O telencéfalo é a maior parte do cérebro, formada pelos dois hemisférios cerebrais (direito e esquerdo) e os ventrículos laterais. Cada hemisfério cerebral compreende os lobos frontal, parietal, temporal e occipital.

Figura 162 – Representação da face medial do hemisfério cerebral direito de encéfalo canino (à esquerda) e face medial da hemicabeça direita de cão dissecado (à direita)



Fonte: Adaptada de Budras et al. (2012) e Massari (2019).

O cerebelo é constituído por dois hemisférios cerebelares separados pelo verme cerebelar no plano mediano.

O tronco encefálico é a porção rostral à medula espinhal, sendo constituído por três segmentos: bulbo (ou medula oblonga), ponte e mesencéfalo.

A medula espinhal tem o formato cilíndrico, mas seu calibre não é uniforme. Por isso, apresenta a intumescência cervical, a intumescência lombar e,

caudalmente, o cone medular e a cauda equina que são as raízes de nervos espinhais.

A circulação encefálica é muito importante, pois as células nervosas exigem um contínuo suprimento de oxigênio e glicose para o seu metabolismo. A irrigação sanguínea do SNC conta com dois sistemas arteriais. O sistema carotídeo abrange as artérias carótidas internas (artéria cerebral anterior e cerebral média). Já o sistema vertebral abrange ramos que irão irrigar a medula e o cerebelo (artéria basilar).

Uma importante barreira protege o SNC, impedindo um possível contato de substâncias tóxicas com o encéfalo e a medula espinhal. Conhecida como barreira hematoencefálica ou barreira hematoliquórica, esta é composta por vasos sanguíneos permeáveis somente a pequenas moléculas solúveis em lipídeos, mas impedem a passagem de moléculas maiores.

O sangue que circula nos órgãos do SNC chega finalmente a um conjunto de veias cerebrais para drenagem venosa, que deságuam nos seios da dura-máter, que o levam até as veias jugulares, de onde passa às veias cavas e finalmente retorna ao coração.

Sistema Nervoso Periférico

O sistema nervoso periférico (SNP) é constituído pelos nervos. Estes são cordões de coloração esbranquiçada, constituídos por prolongamentos de neurônios e tecido conjuntivo. Os nervos fazem a conexão entre o SNC e as estruturas periféricas como músculos e glândulas. Subdividem-se em dois tipos: nervos cranianos ligados ao encéfalo e nervos espinhais ou raquidianos ligados à medula espinhal.

Existem 12 pares de nervos cranianos: I) Nervo Olfatório; II) Nervo Óptico; III) Nervo Oculomotor; IV) Nervo Troclear; V) Nervo Trigêmeo; VI) Nervo Abducente; VII) Nervo Facial; VIII) Nervo Vestíbulooclear; IX) Nervo Glossofaríngeo; X) Nervo Vago; XI) Nervo Acessório; e, XII) Nervo Hipoglosso. Destes, os dois primeiros fazem conexão com o cérebro e os demais com o tronco encefálico. Costuma-se, então, numerá-los de acordo com sua origem, em sentido rostro-caudal, podendo ser sensitivos, motores ou mistos.

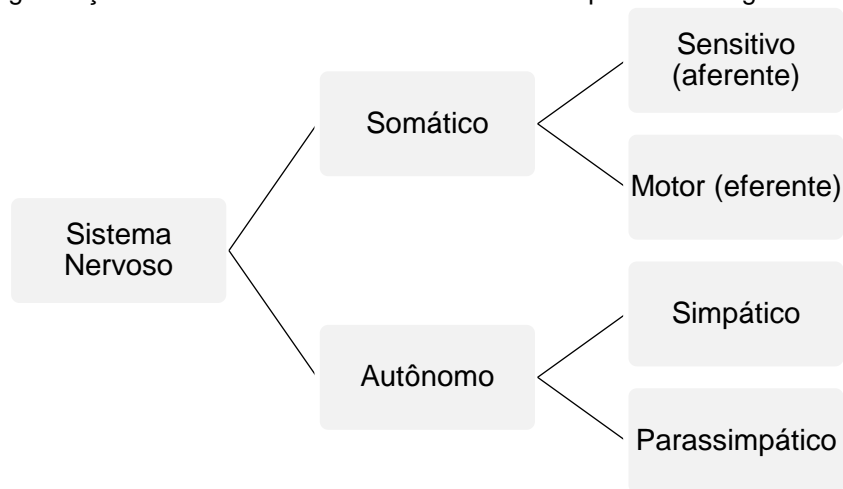
Já os nervos espinhais ou raquidianos originam-se na medula espinhal sob a forma de duas raízes (raiz ventral e raiz dorsal). Estas deixam o canal vertebral

através dos forames intervertebrais. Formam dois grandes plexos nervosos: o plexo braquial constituído por contribuições dos nervos espinhais de C6 a T2, com a função de inervar os membros torácicos, e o plexo lombossacral, formado por contribuições de L4 a S2, com a função de inervar os membros pélvicos.

Sistema Nervoso Autônomo

Fisiologicamente, o sistema nervoso divide-se em somático e visceral (que inclui o sistema nervoso autônomo) (Figura 163).

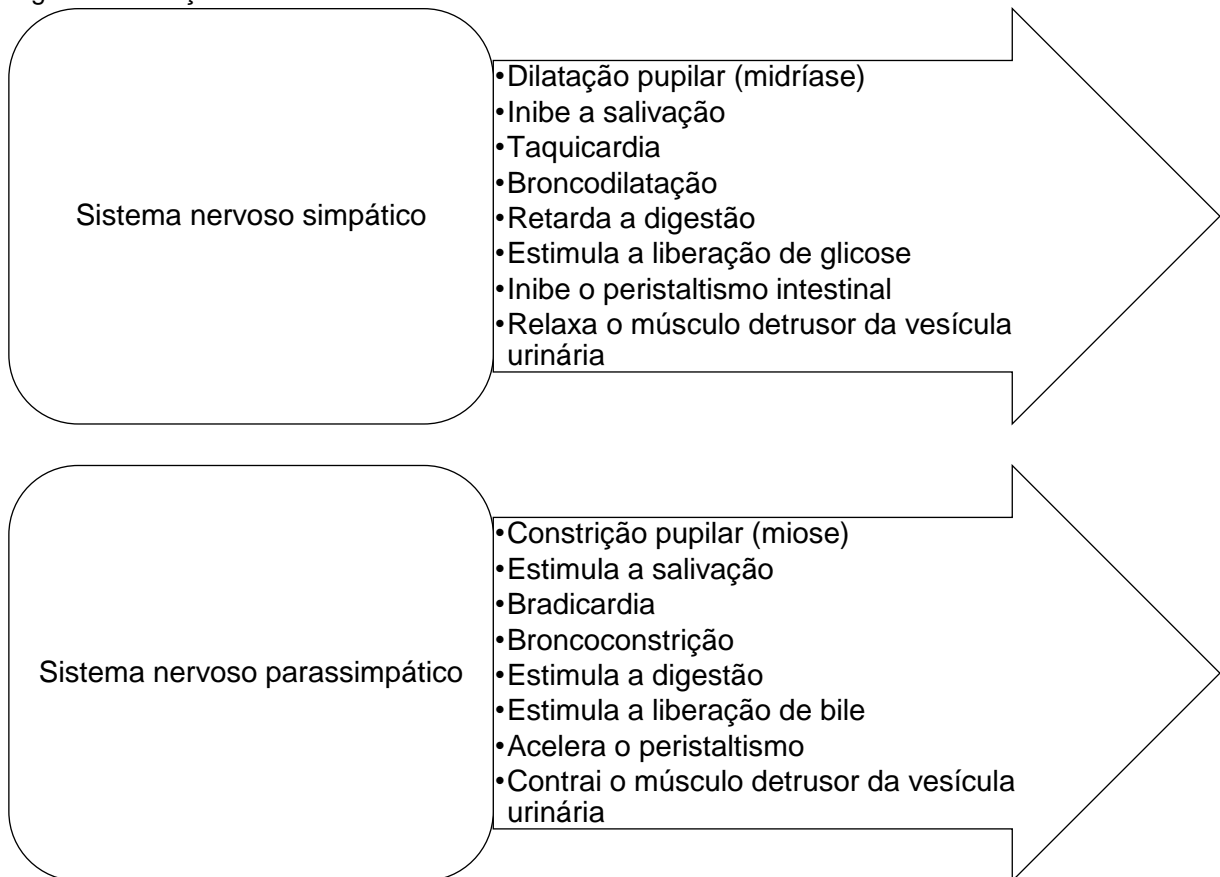
Figura 163 – Organização do sistema nervoso de acordo com aspectos fisiológicos



Fonte: Massari (2019).

O Sistema Nervoso Visceral compreende um conjunto de fibras nervosas, centrais e periféricas, que se ocupam do controle do meio interno. O termo “autônomo” é empregado porque este escapa do controle voluntário exercido pelo SNC, ou seja, realiza funções relacionadas à homeostase do corpo animal (Figura 164).

Figura 164 – Ações do sistema nervoso autônomo



Fonte: Massari (2019).

4.7.1 Glossário aplicado à Neuroanatomia Veterinária²⁷

Adenohipófise – do grego, *aden* = glândula; *hypo* = abaixo; *physis* = sulco de crescimento.

Aracnoide – do grego, *arachnè* = aranha; *eidos* = semelhante. Meninge entre a dura-máter e a pia-máter, apresenta aspecto de teia de aranha.

Arquencéfalo – do grego, *arkh* = começo, elemento inicial; *enKephal(o)* = interior da cabeça. Termo usado em Anatomia do desenvolvimento do sistema nervoso. No arquencéfalo distinguem-se inicialmente três dilatações que são as vesículas encefálicas primordiais: prosencéfalo, mesencéfalo e rombencéfalo. Com o subsequente desenvolvimento do embrião, o prosencéfalo dá origem a duas vesículas: telencéfalo e diencéfalo.

Árvore da vida – do latim, *árbor* = árvore; *vitae* = da vida. No século XVIII, o óleo de cedro era usado como bálsamo e por isso esta árvore ficou conhecida como árvore

²⁷ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

da vida. O termo *arbor vitae cerebelli* representa a substância branca do cerebelo, vista em corte sagital, pela semelhança com a fronte do vegetal *Thuja occidentalis*.

Astrócito – do grego, *ástron* = astro, estrela; *kyto* = célula. Célula da neuroglia com prolongamentos citoplásmicos fibrosos que lhe dão o aspecto de uma estrela.

Astroglia – do grego, *ástron* = astro; *glia* = cola. Conjunto de células com aspecto estrelado presentes na glia nervosa (neuroglia).

Axônio – do latim, *axis*, ou do grego, *áxon* = eixo. O axônio é uma projeção longa e fina de uma célula nervosa (neurônio) que conduz os impulsos elétricos para longe do corpo neuronal.

Cerebelo – diminutivo latino de *cerebrum*.

Cérebro – do latim, *cerebrum*. Grande massa de dois hemisférios que ocupa a maior parte do crânio. Pode ter derivado do grego, *kara* = cabeça, pois sua forma latina mais arcaica era *carabrum*.

Dendrito – do grego, *déndron* = galho. Na Histologia, são as ramificações citoplasmáticas do neurônio que partem do corpo da célula. Servem para ampliar a área de recepção eletroquímica recebida de outras células neurais para o corpo celular ou soma.

Dura-máter – do latim, *dura* = dura, forte; *mater* = mãe protetora.

Encéfalo – do grego, *enkephalos*; *em* = dentro; *kephalos* = cabeça. Parte do Sistema Nervoso situado dentro do crânio.

Espinha – do latim, *spina* = espinho, ponta aguda. No Circo Máximo, havia a arena para as corridas de bigas na Roma antiga, onde a pista de corrida era dividida ao meio, por mais de $\frac{3}{4}$ do seu comprimento por um muro de seis metros de largura e dois de altura. Este muro era adornado com estátuas de deuses e recebia o nome de *spina*. O termo foi depois empregado para a coluna vertebral porque ela parece separar, não totalmente, a musculatura do dorso do corpo, à semelhança da *spina* do circo romano.

Espinhal – do latim, *spinalis* = espinhoso, pontudo. Relativo à espinha, projeção óssea.

Glia – do grego, *glí(ā)* = cola. Células do sistema nervoso que auxiliam os neurônios em suas funções.

Hipófise – do grego, *hypo* = sob; *physis* = crescimento. Glândula assim denominada por “crescer abaixo do encéfalo”. A hipófise tem forma de uma ervilha que pende do hipotálamo, situada dentro de uma concavidade do osso esfenoide conhecida como

sela turca.

Hipotálamo – do grego, *hypo* = abaixo; *thalamos* = câmara interna.

Leptomeninge – do grego, *leptos* = delicado; *meninx* = membrana. Corresponde ao conjunto pia-máter e aracnoide (meninges finas) por estar em contraposição à palavra paquimeninge (membrana espessa).

Meninge – do grego, *meninx* = membrana. O termo *meninx* era usado pelos gregos para designar vários tipos de membranas, mas hoje denomina as membranas do encéfalo e da medula espinal.

Mesencéfalo – do grego, *mesos* = meio; *enkephalos* = encéfalo.

Microglia – do grego, *micros* = pequeno; *glia* = cola. A micróglia é a menor célula da neuroglia, na realidade são macrófagos que migram para o sistema nervoso e adquirem uma forma especial nessa região.

Mielina – do grego, *melos* = miolo, medula. A mielina é uma substância lipídica que faz parte da membrana celular. Está presente na bainha de mielina formada pelos oligodendrócitos ou células de Schwann, que envolvem os axônios, como se fosse uma panqueca enrolando algumas fibras nervosas. Esta substância faz com que essas fibras tenham uma condução de impulsos nervosos mais rápidos (condução saltatória). As fibras envoltas por mielina são chamadas precisamente mielínicas. As fibras que não possuem um revestimento de mielina chamam-se fibras amielínicas e possuem uma condução de impulso mais lenta.

Nervo – do latim, *nervus* = corda. A palavra grega correspondente é *neuron* que pode ter derivado do grego, *neuein* = mancar, cambalear. O equivalente latino de *nutare*. Provavelmente os gregos já sabiam que lesões dos nervos pudessem causar claudicação. Hipócrates usava este termo para designar qualquer estrutura tubular ou filiforme que tivesse aparência esbranquiçada e consistência endurecida e não distinguia entre os atuais nervos e tendões.

Nervoso – do latim, *nervosus* = provido de nervos.

Neural – do grego, *neuron* = nervo.

Neuroendócrino – do grego, *neur(o)* = nervo; *endo* = dentro; *krin* = secreta. Interação entre os sistemas nervoso e endócrino.

Neuroglia – do grego, *neuron* = nervo; *glia* = cola. Tecido conjuntivo de união, que se encosta (cola) nos neurônios. As células da glia, geralmente chamadas neuroglia, neuroglia ou simplesmente células gliais, são células não neuronais do sistema nervoso central que proporcionam suporte e nutrição aos neurônios.

Neurohipófise – do grego, *neuro* = nervo; *hypo* = abaixo de; *physis* = crescimento.

Neurologia – do grego, *neuron* = nervo; *logos* = estudo.

Neurônio – do grego, *neuronon* = diminutivo de *neuron*, nervo.

Obturatório – do latim, *oburatorius* = que fecha; *obturare* = fechar, obstruir. O nervo obturatório recebeu este nome porque inerva os músculos adutores do membro pélvico, que têm por ação por fechar as coxas.

Oligodendrócito – do grego, *oligos* = poucos; *dendr(o)* = galho; *kyto* = célula. Célula da neuroglia que tem poucas ramificações.

Paquimeninge – do grego, *pakhy* = espesso; *mēning(o)* = membrana. Corresponde à dura-máter, a membrana mais espessa e dura que envolve o encéfalo.

Parassimpático – do grego, *para* = ao lado; *syn* = junto; *pathos* = afeição, ânimo. Uma das duas partes do sistema nervoso autônomo cujos centros se encontram nas extremidades do eixo cérebro-espinal e cuja ação é antagônica à do sistema nervoso simpático. O sistema nervoso parassimpático participa na regulação das estruturas cardiovasculares, gastrointestinais e urogenitais.

Pia-máter – do latim, *pia* = suave, fiel; *mater* = mãe. A piedade, ou *pietâ*, era uma das virtudes capitais para os romanos. É a meninge mais interna parecida a uma mãe afetuosa para o cérebro, envolvendo-o, protegendo-o e nutrindo-o.

Pineal – do latim, *pineae* = pinha de pinheiro. A glândula pineal, ou epífise neural, apresenta forma semelhante à de uma pinha.

Pituitária – do latim, *pituita* = secreção mucosa, catarro, goma, resina. No tempo de Galeno julgava-se que a secreção nasal provinha do encéfalo, da hipófise e daí o nome de pituitária que foi dado a essa importantíssima glândula. Foi só no século XVII que se passou a verificar que a secreção mucosa vem do nariz e não da pituitária. Hoje, denomina-se hipófise.

Plexo – do latim, *plexus* = trança; do grego, *plékein* = envolver, enredar.

Simpático – do grego, *syn* = junto; *pathos* = afeição, ânimo. O tronco simpático realiza comunicações com quase todos os nervos do corpo. Durante séculos, a parte simpática do sistema nervoso autônomo recebeu também os nomes de *nervus magnus harmonicus* e *nervus consensualis magnus*.

Sinapse – do grego, *syn* = junto; *haptēin* = tocar. É o ponto de contato dos neurônios.

Tálamo – do grego, *thalamos* = câmara interna, quarto de dormir. Para os gregos, o *thalamos* era o principal quarto da casa, onde geralmente o casal dormia. Também

dava nome ao leito nupcial, a qualquer cômodo interno, a toda uma nova moradia ou a templos.

Vago – do latim, *vagus* = errante, indeciso, que vai ter a vários lugares. Ao contrário dos outros nervos cranianos que apenas suprem a cabeça, o nervo vago inerva todo o corpo animal, “vagando” por uma série de órgãos. Atualmente, o sentido que se tenta dar a esta palavra é de que os ramos do nervo vago estendem-se a longa distância e ramificam-se profusamente.

Verme – do latim, *vermis* = verme. É uma estrutura cerebelar com forma semelhante a um verme.

4.7.2 Impressão 3D para Neuroanatomia Veterinária

O encéfalo sintético (Figura 165) foi criado através do *software* Blender[®] e produzido em impressora 3D.

Figura 165 – Modelo genérico para estudo da organização das estruturas encefálicas, baseado na neuroanatomia humana



Fonte: Massari (2019).

4.7.3 Neuroanatomia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem²⁸

A ressonância magnética fornece uma imagem interna do sistema nervoso com ótima qualidade através de técnica não invasiva do encéfalo (Figura 166). As estruturas anatômicas no encéfalo como o córtex cerebral e os núcleos da base são constituídas de substância cinzenta, ou seja, com predomínio de corpos celulares de neurônios. Já a substância branca, distribuída internamente no encéfalo, é formada pelos axônios neuronais revestidos de mielina e neurilema.

Figura 166 – Organização do sistema nervoso de acordo com aspectos fisiológicos



Fonte: Canine Brain MRI Atlas (2019).

A ressonância magnética forma imagens tanto da anatomia como dos processos fisiopatológicos do corpo animal. Os scanners de ressonância magnética utilizam campos magnéticos fortes, ondas de rádio e gradientes de campo para gerar imagens dos órgãos nos pacientes caninos, sendo que esta técnica não envolve raios-X (o que a distingue, portanto, da tomografia computadorizada). Sua aplicação clínica é extensa, especialmente quando aplicada aos diagnósticos neurológicos. As neoplasias cerebrais são uma importante indicação dessa técnica de diagnóstico por imagem. Os tumores do sistema nervoso central podem se originar no próprio tecido nervoso ou de meninges e outros tecidos extra-axiais.

O contraste fornecido entre a substância cinzenta e a substância branca do sistema nervoso, torna a ressonância magnética o exame de eleição para muitas condições do sistema nervoso central.

²⁸ Thomas et al. (1996), Cosenza (2000), Berns, Brooks e Spivak (2012), Datta et al. (2012) e Wisner e Zwingenberger (2015).

4.7.4 Neuroanatomia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais²⁹

Hidrocefalia é um aumento no volume de líquido ou líquido cefalorraquidiano (LCR) em áreas do cérebro denominadas ventrículos cerebrais. O LCR é produzido nos ventrículos e nos plexos coroides, circula por um sistema de canais no sistema nervoso central (SNC) e é absorvido pela circulação sanguínea. É um fluido essencial para proteção do SNC, já que pode amortecer impacto e barrar a entrada de substâncias tóxicas ou micro-organismos que possam lesionar o encéfalo e a medula espinal.

Nos casos de hidrocefalia, como ocorre um desequilíbrio do líquido em relação à quantidade produzida e reabsorvida, ocorre dilatação ventricular cerebral e elevação da pressão intracraniana. A forma obstrutiva ou não-comunicante é originada pelo bloqueio no sistema ventricular do cérebro, impedindo que o líquido flua devidamente pelo encéfalo e pela medula espinal através do espaço subaracnoideo. Por sua vez, a forma não-obstrutiva ou comunicante é causada pelo aumento da produção do líquido ou pela redução de sua reabsorção para a circulação sanguínea.

Quando congênita, a hidrocefalia pode estar associada ao aumento de volume do crânio provocando a não junção das suturas ósseas, além de distocia da cabeça. É uma alteração comum em raças de cães miniaturas e braquicéfalos. Já a hidrocefalia adquirida não comunicante pode estar associada à obstrução de qualquer uma das seguintes estruturas anatômicas: aberturas laterais do quarto ventrículo, aqueduto ou forame interventricular (nesses casos as causas de obstrução podem ter relação com inflamações como as meningoencefalites ou com neoplasias neurológicas).

Atualmente, no Brasil, a aplicação mais comum da ultrassonografia do cérebro é a determinação do tamanho dos ventrículos laterais em cães de raças *toys* com suspeita de hidrocefalia. Uma vez que a maioria desses pacientes apresentam fontanelas abertas, estas podem ser usadas como uma janela acústica para realizar o exame ultrassonográfico. O prognóstico é reservado à desfavorável.

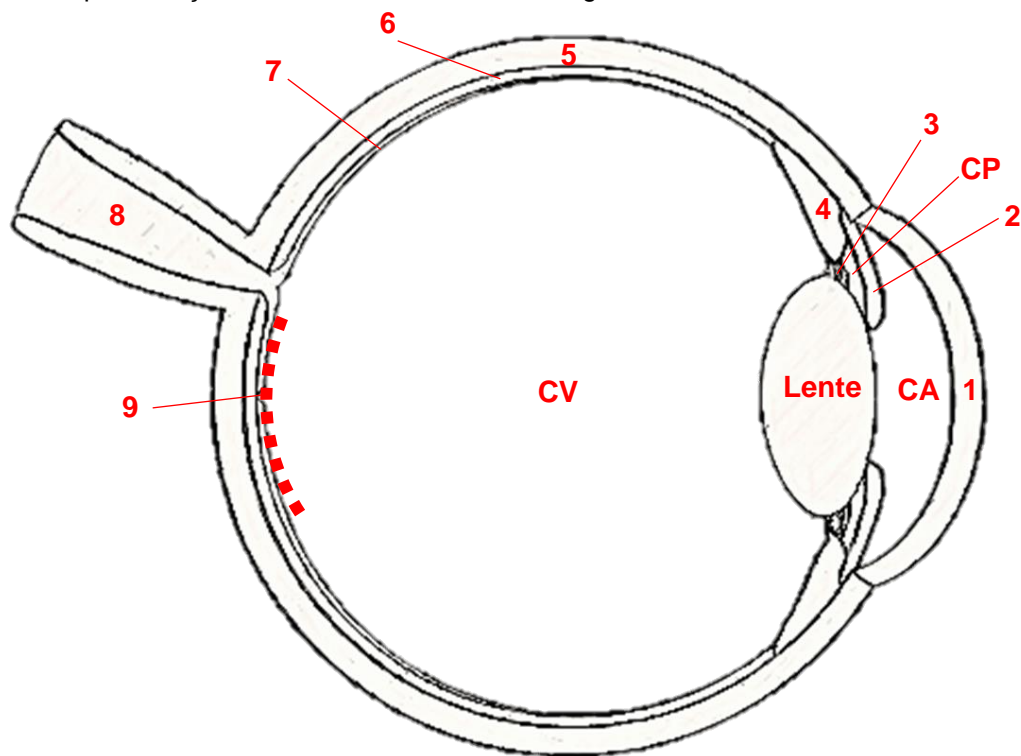
²⁹ Hudson et al. (1990), Marcondes (1992), Festugatto et al. (2007) e Thomas (2010).

4.8 MÓDULO VIII: ESTESIOLOGIA VETERINÁRIA³⁰

Estesiologia é o estudo dos órgãos dos sentidos. Portanto, estuda olhos, orelhas (órgão vestibulococlear), órgão olfatório, órgão gustativo, sensibilidade cutânea, propriocepção e enterocepção.

O olho é constituído por bulbo ocular, fáscias orbitais, músculos oculares, pálpebras e aparelho lacrimal, estando envolto em tecido adiposo para sua proteção. O bulbo do olho em si apresenta três túnicas delgadas justapostas (Figura 167). A túnica fibrosa do bulbo é a mais externa e confere forma e proteção ao bulbo ocular. A túnica vasculosa é a intermediária e consiste basicamente em vasos sanguíneos e músculos lisos, provendo a nutrição do bulbo do olho e a regulação do formato da lente e do tamanho da pupila. Por fim, a túnica interna é de origem nervosa e consiste em grande parte de tecido nervoso, estando envolvida com a visão, ou seja, a conversão de estímulos visuais em impulsos nervosos para processamento pelo cérebro.

Figura 167 – Representação do bulbo do olho em corte sagital



Fonte: Massari (2019).

Legenda: 1, córnea; 2, íris; 3, ligamento suspensor da lente; 4, corpo ciliar; 5, esclera; 6, coróide; 7, retina; 8, nervo óptico; 9, tapete lúcido. CA, câmara anterior; CP, câmara posterior (CA e CP contendo o humor aquoso); CV, câmara vítrea (contendo o humor vítreo).

³⁰ Cf.: Getty et al. (1986), Colville e Bassert (2010) e Singh (2019).

A túnica fibrosa é constituída por tecido colágeno denso. Caudalmente, há uma superfície opaca denominada esclera, que é constituída por uma densa rede de fibras colágenas e elásticas geralmente brancas. No abaulamento frontal transparente desta túnica, está a córnea que não contém vasos sanguíneos e, por isso, os nutrientes para suas células permeiam a substância própria a partir de vasos no limbo ou são transportados às suas superfícies pelo filme lacrimal e pelo humor aquoso; a córnea apresenta superfície muito sensível pela presença de terminações nervosas livres.

A túnica vascular é conhecida também como úvea. É formada por coróide, corpo ciliar e íris. A coróide é uma rede de vasos sanguíneos e nela está o tapete lúcido que é uma breve camada avascular entre os capilares e oferece a visão noturna aos animais (os “olhos de faróis” que podem ser identificados na escuridão da noite). O corpo ciliar é um anel em relevo com cristais progredindo em direção à lente no centro, sendo responsável pela formação do humor aquoso e pela acomodação (mobilidade) da lente. Já a íris, está suspensa entre a córnea e a lente, sendo repleta de células pigmentadas por melanina. A íris é fixa em sua periferia à esclera, pelo ligamento pectinado, e no centro apresenta uma abertura circular, a pupila. A pupila controla a quantidade de luz que atinge a retina, sendo regulada por músculos lisos de seu esfíncter e o músculo dilatador. Portanto, a midríase é a dilatação da pupila em função da contração do músculo dilatador da pupila, enquanto que a miose é a contração da pupila.

Na túnica nervosa, encontra-se a retina que é constituída por células receptoras fotossensíveis, sendo um prolongamento do encéfalo, permanecendo ligada ao nervo óptico. A presença de grande concentração de pigmento retiniano e coróideo torna escuro o interior da parte caudal do olho, assim, o ambiente interno do bulbo ocular é semelhante à parte interna de uma câmara fotográfica, por isso, a pupila aparece negra por ser apenas uma passagem para a luz atingir o fundo do olho. Internamente, na retina, muitas células receptoras especializadas são responsáveis pela captação da luz: as células cones reconhecem um espectro de cores e as células bastonetes reconhecem a luminosidade.

Os músculos do bulbo ocular movimentam o olho. São eles: quatro músculos retos (dorsal, ventral, medial e lateral), dois músculos oblíquos (dorsal e ventral) e um músculo retrator do bulbo ocular, que surge adjacente ao forame óptico.

O órgão vestibulococlear é dividido em orelha externa, média e interna. Estas

duas últimas estão confinadas dentro do osso temporal.

A orelha externa é composta pela pina auricular e pelo meato acústico externo. A pina auricular apresenta internamente uma cartilagem auricular de sustentação e músculos auriculares que estão sob controle voluntário nos cães. O meato acústico externo comunica a base da aurícula com a membrana timpânica. Este canal curvo possui partes cartilaginosa e óssea, apresentando um revestimento interno repleto de glândulas sebáceas e ceruminosas tubulares.

A orelha média é composta por cavidade timpânica, membrana timpânica e bula timpânica. Nela, encontram-se os três ossículos auditivos que transmitem ondas sonoras a um fluido da orelha interna, são eles: martelo, bigorna e estribo.

A orelha interna encontra-se completamente envolvida pela parte petrosa do osso temporal, recebendo os estímulos mecânicos produzidos pelo som e pela mudança de posicionamento da cabeça e transformando-os em impulsos nervosos. É composta pelo labirinto membranoso que contém endolinfa, sendo constituído pelo utrículo, que são três ductos semicirculares relacionados com o equilíbrio, e pelo sáculo, que é um ducto coclear espiral relacionado com a audição.

O órgão olfatório engloba a mucosa olfatória, o par I de nervos cranianos (nervos olfatórios) e a porção vômeronasal dorsal ao palato duro.

Já como órgão gustativo tem-se os botões gustativos presentes em certas papilas da língua, que permitem ao animal provar as sensações de doçura, acidez e salinidade, dentre outras.

A sensibilidade cutânea é dada por receptores sensoriais da pele, que consistem em terminações nervosas livres e terminações corpusculares presentes na epiderme e na derme. Assim, o animal percebe as sensações de tato, pressão, dor, calor e frio. Também são muito importantes os pelos tácteis que se diferenciam da pelagem geral por serem mais longos e espessos.

A propriocepção permite ao animal ter noção sobre sua posição e sua postura. Isso depende da ação das diversas terminações nervosas proprioceptoras localizadas nos músculos esqueléticos, nos tendões, nas cápsulas articulares e nos ligamentos.

Por fim, a enterocepção permite ao animal responder à dilatação extrema, à contração ou ao espasmo (cólica) de uma víscera bem como à irritação química na mucosa do trato digestório. Para tanto, existem diversos receptores nas vísceras ocas que manifestam, geralmente, a dor reflexa.

4.8.1 Glossário aplicado à Estesiologia Veterinária³¹

Bulbo – do grego, *bolbos* = bulbo (como o da cebola).

Cóclea – do latim, *cóclea* = concha ou caracol; do grego, *kochlias* = concha em espiral.

Conjuntiva – do latim, *conjunctivus* = unido, ligado; *com* = junto; *jungere* = ligar, atar. A conjuntiva é a membrana contínua entre a pálpebra e o bulbo do olho.

Córnea – do latim, *corneus* = de consistência de corno ou chifre. A córnea ocular recebeu essa denominação por ser a primeira camada ou a mais espessa das membranas oculares.

Coroide – do grego, *khór(íon)* = membrana; *oidés* = forma de. Membrana delgada situada entre a esclerótica e a retina dos olhos.

Cristalino – do grego, *krystall* = gelo, cristal de rocha. Antigo nome dado à lente do olho.

Esclera – do grego, *skleros* = duro, rígido. Camada externa do olho, protetora. É a parte branca do olho.

Íris – do grego, *íris* = arco-íris ou qualquer círculo colorido brilhante. Na mitologia grega, Íris era a personificação do arco-íris e mensageira dos deuses. Os gregos consideravam o arco-íris como um sinal vindo dos céus e o associaram à divindade. Designa a membrana multicolorida ao redor da pupila.

Labirinto – do grego, *labyrinthos* = labirinto. Na arquitetura, é uma construção intrincada com corredores e passagens em meandros. Na mitologia grega, era o nome do conjunto de muros traçado deliberadamente confuso, construído por Dédalos, em Creta, para aprisionar o Minotauro, um monstro metade homem e metade touro, filho do rei Minos. Confinado nestes corredores e sem poder achar a saída, o Minotauro era alimentado com carne humana. O herói Teseu, com ajuda da princesa Ariadne (que lhe deu um fio para guiá-lo), entrou no labirinto, matou a fera e encontrou a saída. Nomeia o aspecto intrincado, confuso, das cavidades dos órgãos da audição e do equilíbrio.

Lacrima – do latim, *lacrima* = lágrima. Possivelmente a palavra latina derivou de um erro de grafia na transcrição da palavra grega *dacrion*, lágrima, para *lacrion* e daí *lacrima*.

³¹ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

Lente – do latim, *lens* = lentilha, devido à semelhança de forma entre as lentes de vidro e aquele grão vegetal. Em inglês, a palavra *lens* significa cristalino, pela mesma razão.

Olfato – do latim, *olfactus* = cheirar.

Olfatório – do latim, *olfactorius* = farejador; *olfactare* = cheirar, farejar.

Olho – do latim, *oculu* = olho. O equivalente grego é *ophtalmós*.

Orelha – do latim, *oricla*, *auricula* = diminutivo de *auris*, orelha. O equivalente grego é *otós*. Erroneamente, a palavra orelha é, às vezes, confundida com ouvido que em latim é *auditus* e que tem sentido verbal sendo o particípio passado do verbo ouvir. A orelha é dividida em três partes: interna, média e externa.

Pupila – do latim, *pupila* = diminutivo de *pupa*, menina. Consta que foi dado tal nome a essa parte do bulbo ocular porque os objetos externos ali se refletem em tamanho muito pequeno, assim como a do observador refletida nela. Popularmente chamada de “a menina dos olhos”.

Retina – do latim, *retina* = fina rede. Vesálio chamava a retina de *involucrum corporis vitrei*. Alguns etimologistas alegam que a palavra latina seria a transcrição literal do grego *retine*, resina, por causa da consistência do humor vítreo e, por extensão, da membrana que o contém.

Sáculo – do latim, *sacculus* = diminutivo de *saccus*, saco.

Tímpano – do grego, *tympanon* = membrana, tambor. A palavra grega *myrinx* (oriunda de *menix*) foi utilizada na Grécia Antiga, para a membrana do tímpano. Posteriormente, foi denominada a cavidade e a membrana da orelha média, em conjunto, de *tympanum*, por causas da semelhança de forma com um tambor, feito de cepo oco de madeira e coberto com couro em um dos lados.

Utrículo – do latim, *utriculus* = diminutivo de *uterus*, útero. Por causa do fole em forma de saco (*uter*) usado nas gaitas do exército romano, o tocador deste instrumento era chamado *utricularius*.

Úvea – do latim, *uva*. Camada vascular do fundo do olho.

Vítreo – do latim, *vitreus* = vidro, transparente.

4.8.2 Impressão 3D para Estesiologia Veterinária

O olho sintético (Figura 168) foi criado através do *software* Blender® e produzido em impressora 3D.

Figura 168 – Modelo para estudo da organização das estruturas oculares



Fonte: Massari (2019).

4.8.3 Estesiologia Veterinária aplicada ao Diagnóstico por Imagem³²

Muitas doenças oftálmicas em cães podem ser elucidadas através do ultrassom dos olhos (Figura 169). A ultrassonografia ocular possibilita visualizar as estruturas anatômicas internas do bulbo do olho mesmo quando há opacificação da câmara anterior ou da córnea (situações estas que dificultam o exame através do oftalmoscópio). Também, as neoplasias retrobulbares podem ser detectadas e caracterizadas pelo ultrassom, que pode guiar uma biópsia aspirativa por agulha fina para confirmação do diagnóstico.

Figura 169 – Quadro das principais doenças oftálmicas que podem ser diagnosticadas por ultrassonografia ocular no cão e suas respectivas características

Doença	Características
Catarata	É o aumento da ecogenicidade das cápsulas do cristalino.
Corpo estranho	O objeto estranho pode ser líquido ou sólido, fixo ou móvel. É comum atingir os olhos de cães braquicéfalos (pode ser até mesmo a pelagem da franja do animal).
Descolamento de retina	A maioria é verdadeiramente intrarretinal, pois ocorre separação da retina sensorial com o epitélio pigmentar. Descolamentos bolhosos ocorrem quando fluido e células entram nesse espaço, como na coroidite, hemorragia, hipertensão e síndrome de hiperviscosidade. Descolamentos por tração ocorrem após trauma ou hemorragia, quando se desenvolve tecido fibroso entre a retina e o vítreo. Quando a retina se descola, mas ainda permanece presa na papila ótica, forma-se uma imagem hiperecogênica com o formato de uma gaivota.
Doença retrobulbar	Exoftalmia, retropropulsão reduzida ou ausente e certo grau de dificuldade em abrir a boca são alguns sinais clínicos. Formações bem definidas e hiperecogênicas, que causam dificuldade na visualização do nervo óptico e podem ou não deformar a porção caudal do bulbo, normalmente são associadas a neoplasias. A celulite tende a se apresentar como uma lesão hipoecogênica difusa, que não deforma o bulbo. Abscessos também podem ocorrer e, geralmente, deformam o bulbo ocular.
Hemorragia vítrea	A causa mais comum é o trauma craniano. O padrão ecográfico pode variar, de acordo com a quantidade de sangue que extravasa e o estágio do hematoma.
Lesões no corpo ciliar	As mais frequentes são as neoplasias (melanoma ou adenocarcinoma) e os cistos. Podem levar à catarata, luxação ou subluxação do cristalino e descolamento da retina.
Luxação de cristalino	Pode ocorrer após trauma, como resultado de um processo inflamatório severo ou secundário a neoplasias.
Papiledema ou papilite	Protrusão convexa da porção intraescleral do nervo óptico para o vítreo.

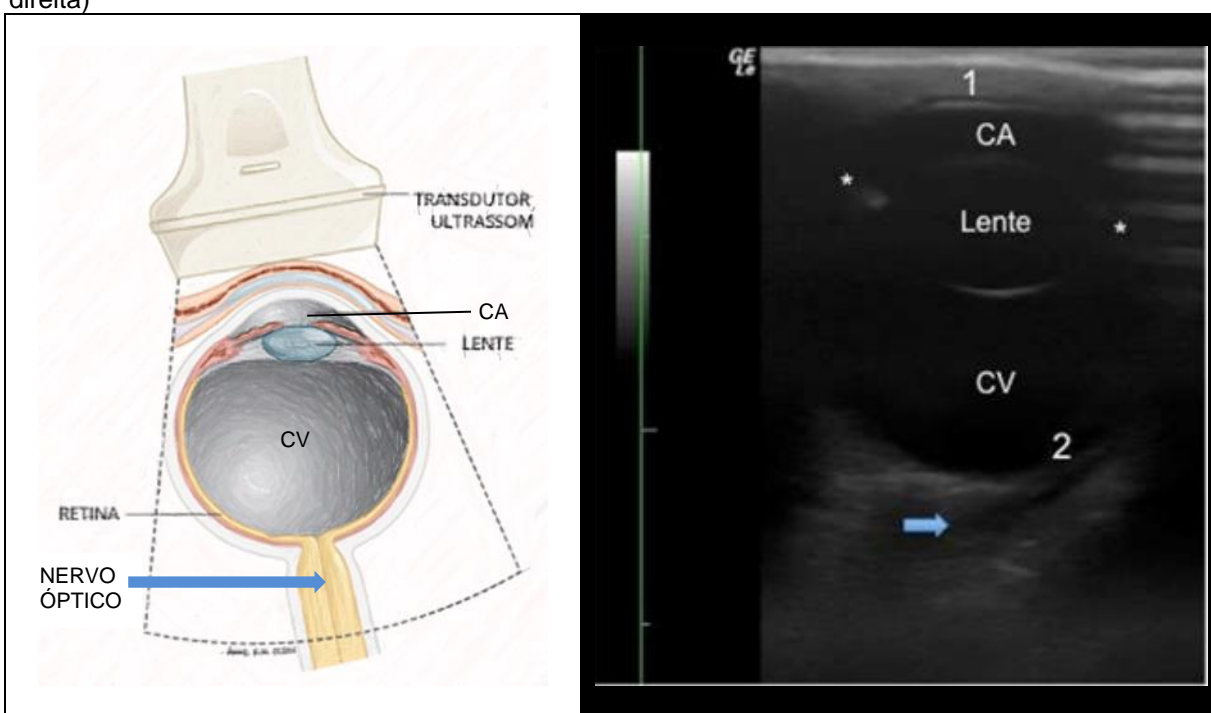
Fonte: Massari (2019).

³² Cf.: Kealy, McAllister e Graham (2012), Perlmann, Sá e Squarzone (2012), Abreu (2014) e Costa et al. (2014).

Para obter a imagem do interior do bulbo ocular, é necessário colocar o transdutor diretamente sobre a córnea (Figura 170). Os planos de secção horizontal e sagital devem ser gerados e o transdutor deve executar varreduras suavemente em direções dorsoventral e na mediolateral.

Geralmente, são investigadas as estruturas anatômicas caudais à íris: lente, corpo ciliar, câmaras anterior e posterior, câmara vítrea, retina, nervo óptico, fundo do olho e espaço retrobulbar.

Figura 170 – Comparação entre a representação do posicionamento adequado do transdutor no bulbo ocular (à esquerda) e imagem transcorneal em varredura transversal do olho normal de cão (à direita)



Fonte: Adaptada de Vetmarsters (2019) e Costa et al. (2014).

Legenda: 1, córnea; 2, retina-coroide-esclera. As estrelas indicam o corpo ciliar e a seta o nervo óptico. CA: câmara anterior; CV: câmara vítrea.

O olho é esférico, liso e bem definido. A córnea é identificada como uma estrutura anatômica lisa, hipoeicoica e bem margeada, que está no campo mais próximo ao transdutor. Imediatamente caudal à córnea, localiza-se a câmara anterior que é anecoica. A lente curva geralmente é anecoica, mas emite ecos lineares horizontais hipereicoicos em suas superfícies anterior e posterior. O corpo ciliar situa-se lateralmente à lente e pode ser identificado como listras hipereicoicas que correm lateral e medialmente. A câmara vítrea é anecoica. A retina e a coróide não podem ser diferenciadas pela ultrassonografia e, por isso, são vistas como uma linha hiperecogênica lisa, que segue o formato da câmara vítrea.

O nervo óptico é visualizado como uma pequena depressão hipoeoica na parede posterior. Os tecidos retrobulbares não são bem definidos, pois consistem em tecidos adiposos moderadamente ecogênicos, com o músculo reto medial do olho hipoeoico estendendo-se medialmente.

4.8.4 Estesiologia Veterinária aplicada à Clínica Médica de Pequenos Animais³³

A lente do olho deve ser translúcida (livre de opacidades). No entanto, em caso de catarata, ela torna-se mais opaca, produzindo uma refração aleatória da luz e borrando a visão do paciente. Isso culmina com frequência a uma eventual cegueira.

A catarata pode ser congênita ou adquirida. As cataratas congênitas geralmente são hereditárias, bilaterais e de localização subcapsular, enquanto as cataratas adquiridas podem ser devido a diabetes mellitus, trauma, inflamação intraocular, glaucoma ou toxinas.

As fibras lenticulares corticais, quando traumatizadas e submetidas a influências tóxicas ou nutricionais adversas, podem sofrer rápida necrose seguida de liquefação. Assim, as alterações morfológicas gerais na catarata são essencialmente as mesmas, independentemente da causa. As fibras podem perder água e encolher e, uma vez que as membranas celulares se desintegram, os vacúolos se formam, podem coalescer e, finalmente, as fibras fragmentam-se. À medida que os fragmentos lenticulares se desintegram, proteína é liberada e o líquido intracelular torna-se albuminoso, dando o aspecto pálido na lente.

O modo de transmissão é hereditário e varia conforme a raça. O tratamento é cirúrgico através de facoemulsificação (fragmentação lenticular ultrassônica) e implante de uma lente intraocular sintética, de maneira a evitar que o paciente sofra hipermetropia extrema.

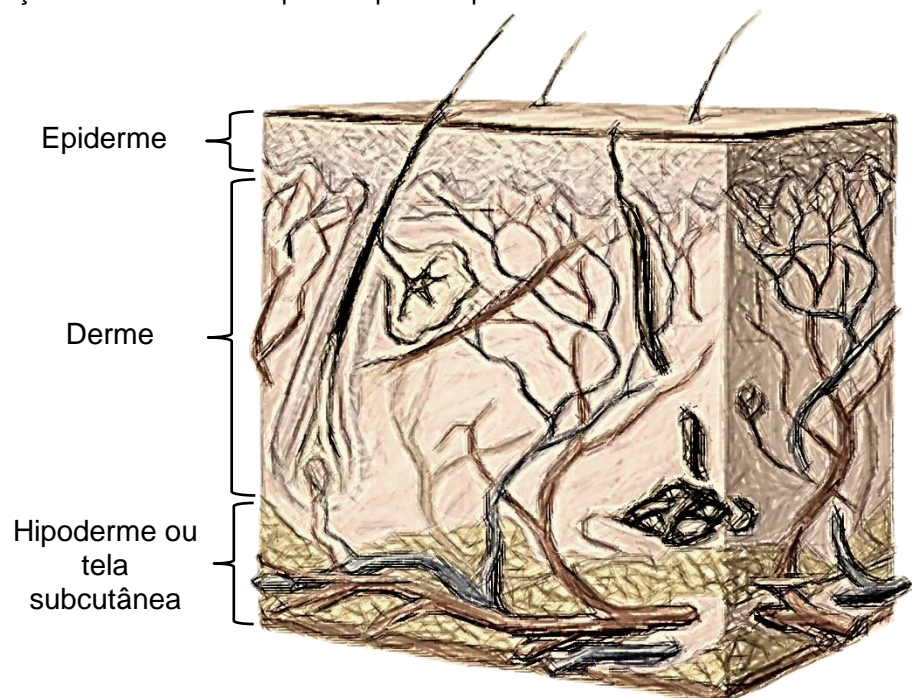
³³ Cf.: Williams, Heath e Wallis (2004), Slatter (2005) e Herrera (2008).

4.9 MÓDULO IX: TEGUMENTO COMUM³⁴

A pele, junto com suas estruturas anexas, forma o tegumento comum. Tais anexos tegumentares são variáveis dependendo da espécie animal, podendo ser pelos, penas, coxins, unhas, garras, cascos, cornos e diversas glândulas cutâneas.

A pele é composta por três camadas (Figura 171): epiderme, derme e hipoderme. A epiderme é o epitélio superficial que é continuamente renovado devido à descamação celular. Nesse estrato, encontram-se poros, extremidades de pelos e terminações nervosas entremeadas a um tecido epitelial escamoso queratinizado. A derme, subjacente à epiderme, é uma camada fibroelástica resistente, sendo bastante vascularizada e innervada; na derme estão localizados folículos pilosos, músculo eretor do pelo e diversas glândulas sudoríparas e sebáceas. Por último, a hipoderme ou tela subcutânea é constituída por um estrato de tecido conjuntivo frouxo entremeadado por tecido adiposo, também apresentando vênulas e arteríolas.

Figura 171 – Representação dos três estratos que compõem a pele



Fonte: Massari (2019).

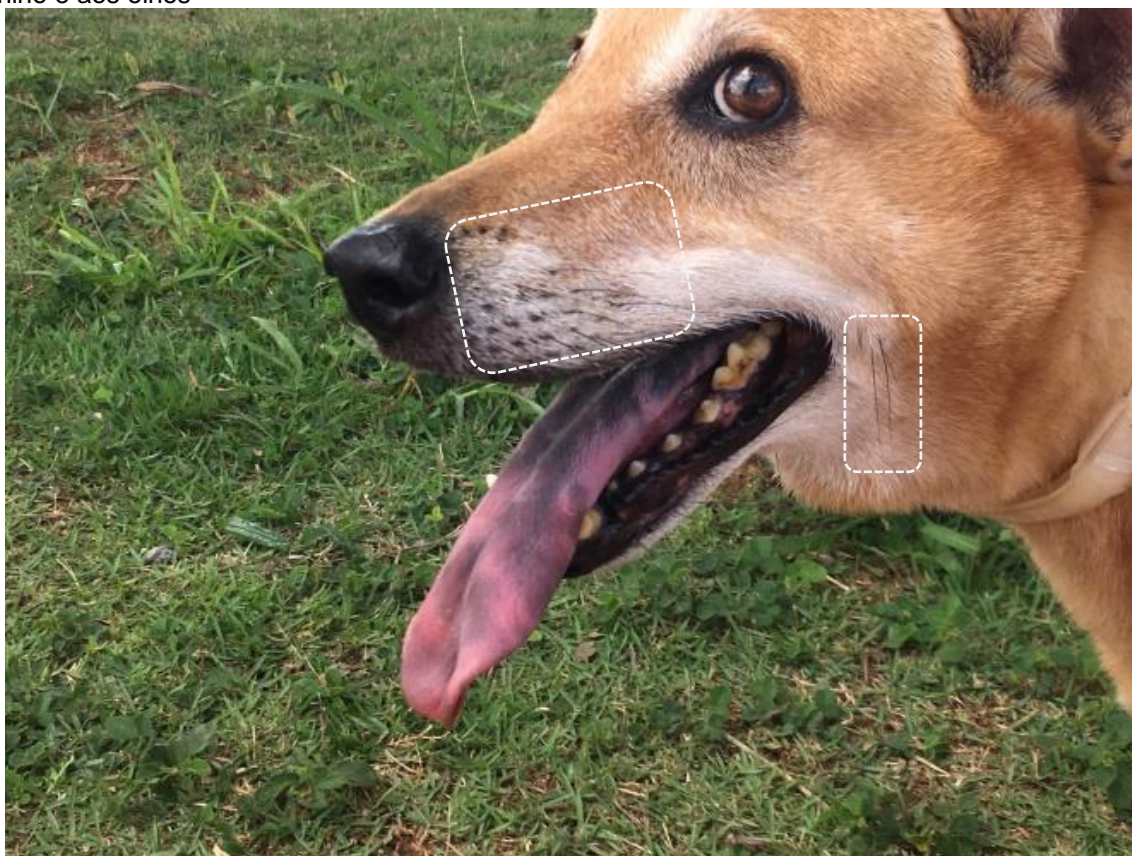
Nota-se que, aqui, se engloba a hipoderme devido à sua proximidade das demais camadas e ao comportamento reacional do tecido subcutâneo frente às diferentes doenças dermatológicas, portanto, a hipoderme é tida como uma terceira camada da pele.

Os pelos são anexos tegumentares característicos dos mamíferos. Podem ser classificados em: a) pelos de proteção que são lisos, rijos e formam a

³⁴ Cf.: Getty et al. (1986), Colville e Bassert (2010) e Singh (2019).

sobrecobertura da superfície do animal; b) pelos lanosos ou subpelos que são ondulados e finos; e c) pelos táteis (Figura 172).

Figura 172 – Pelos táteis ou vibrissas, localizados principalmente na face próximo ao lábio dorsal de canino e aos olhos



Fonte: Massari (2019).


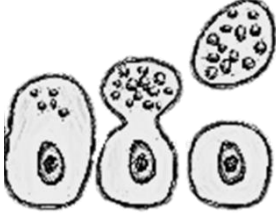

Nota-se que estes são pelos muito grossos, associados a receptores táteis em seus folículos pilosos.

Os coxins palmares e plantares são cobertos por uma epiderme desprovida de pelos e densamente cornificada. Nessas regiões, está presente uma tela subcutânea espessa e resistente constituída por fibras colágenas e elásticas, além do tecido adiposo.

Ainda, unhas em primatas, garras em carnívoros e cascos em ungulados (equinos, suínos e ruminantes) englobam a falange distal e servem para defesa e auxílio na sustentação.

As glândulas anexas da pele são exócrinas, pois lançam a secreção na superfície do corpo (Figura 173). Todas apresentam ductos por onde a secreção passa até atingir o local onde é eliminada e, por isso, apresentam duas partes distintas: a porção secretora e os ductos glandulares.

Figura 173 – Quadro classificatório das glândulas anexas da pele quanto à forma de secretar

Glândulas exócrinas	Classificação	Modo de secretar	Representação
✓ Sudoríparas	Merócrinas	A secreção é liberada sem que haja qualquer perda do citoplasma.	
✓ Mamárias	Apócrinas	Eliminam secreção juntamente com porções do citoplasma.	
✓ Sebáceas	Holócrinas	Toda a célula é eliminada junto com a secreção.	

Fonte: Massari (2019).

As glândulas sudoríparas são escassas em carnívoros, sendo restritas às regiões dos coxins nos cães. Já as glândulas sebáceas, secretam sebo que protege a epiderme. Por fim, as glândulas mamárias são glândulas sudoríparas muito aumentadas e altamente modificadas que secretam colostro, (secreção produzida imediatamente após o parto, sendo responsável pela transferência de imunidade passiva ao neonato) e leite para alimentação dos filhotes.

4.9.1 Glossário aplicado ao Tegumento Comum³⁵

Cutâneo – do latim, *cutaneous* = pertencente à pele.

Cútis – do latim, *cutis* = invólucro, pele; do grego, *kuto* = membrana ou couro que encobria o jarro. O diminutivo de *cutis* é *cuticula*. A palavra grega equivalente à pele é *derma*.

Derme – do grego, *derma* = couro, pele.

Epiderme – do grego, *epi* = sobre, em cima; *derma* = couro, pele.

Hipoderme – do grego, *hypo* = abaixo; *derma* = pele. Hipoderme ou tela subcutânea é uma camada de tecido conjuntivo frouxo, localizada abaixo da derme.

³⁵ Cf.: Rodrigues (2005), Meneses (2007), Bezas e Werneck (2012), Cury, Censoni e Ambrósio (2013), Simões et al. (2014), Sprumont (2016); WAVA (2017), Brochado (2018) e Terçariol (2018).

Melanina – do grego, *melas* = negro, preto; *ina* = substância química. Pigmento preto que existe na forma de grânulos no citoplasma das células para dar cor à pele, aos pelos, etc.

Pele – do latim, *pelle* = pele. O equivalente grego é *derma*.

Pelo – do latim, *pilus* ou *pellis* = pelo de animal. Há um famoso provérbio latino: “*Lupus pilum mutat, non mentem*”, isto é, o lobo muda de pelo, mas não a mente.

Tátil – do latim, *tactilis* = perceptível ao tato; *tangere* = tocar, pegar.

Tegumento – do latim, *tegumen*, *tegumentu* = cobertura externa, revestimento externo. Aquilo que reveste externamente uma estrutura. Atualmente tegumento comum na nomenclatura histológica refere-se ao estudo da pele e dos seus anexos.

Vibrissa – do latim, *vibrissa* = que vibra, que agita; *vibrare* = vibrar, agitar, sacudir.

4.9.2 Estudo do tegumento comum aplicado ao Diagnóstico Dermatológico³⁶

Para diagnosticar as desordens dermatológicas, é fundamental conhecer a morfologia das lesões de pele. Juntamente com o histórico do paciente e a anamnese, todas as peculiaridades morfológicas das lesões cutâneas são uma característica essencial ao diagnóstico dermatológico.

É importante aprender a identificar lesões primárias e secundárias (Figura 174). Uma lesão primária é a erupção inicial que se desenvolve espontaneamente como reflexo direto da causa básica, enquanto as lesões secundárias evoluem das primárias ou são artefatos induzidos pelos pacientes ou por fatores externos, como o trauma ou as medicações.

³⁶ Cf.: Scott, Miller e Griffin (1996), Patel e Forsythe (2011) e Larsson e Lucas (2019).

Figura 174 – Classificação dermatológica quanto à morfologia das lesões em animais

Lesões primárias	Mácula ou mancha Pápula ou placa Pústula Vesícula ou bolha Urtica Nódulo Tumor ou cisto
Lesões que podem ser tanto primárias quanto secundárias	Alopecia Casma Crosta Cilindros foliculares Comedão Anormalidades pigmentares
Lesões secundárias	Colarete epidérmico Cicatriz Escoriação Erosão ou úlcera Fissura Liquenificação Calo

Fonte: Massari (2019).

Quanto à etiopatogenia, as lesões primárias (pústulas, vesículas, pápulas) podem surgir de forma insidiosa (de forma aguda) e serem resolvidas também rapidamente. Entretanto, às vezes, propiciam lesões secundárias (como alopecia focal, colaretes epidérmicos, formação de caspas, hiperpigmentação e crostas), capazes de se cronificarem e fornecerem pistas da presença das lesões primárias anteriores a estas.

4.9.3 Estudo do tegumento comum aplicado à Clínica Médica de Pequenos Animais³⁷

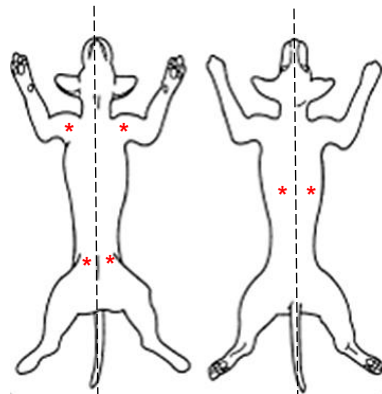
Como as lesões de pele podem ter diferentes morfologias e patogenias, deve-se conhecer o padrão de distribuição e configuração destas.

Na anamnese, sugere-se investigar junto ao tutor, fazendo os seguintes questionamentos: “O problema é generalizado ou localizado? Qual é a distribuição e a configuração das lesões? As lesões são bilateralmente simétricas ou unilateralmente irregulares?”. As respostas a essas perguntas devem sempre ser acompanhadas do exame dermatológico rigoroso do paciente e, logo em seguida, deve-se preencher o mapa dermatológico (Figuras 175 e 176), para posterior

³⁷ Cf.: Scott, Miller e Griffin (1996), Patel e Forsythe (2011) e Larsson e Lucas (2019).

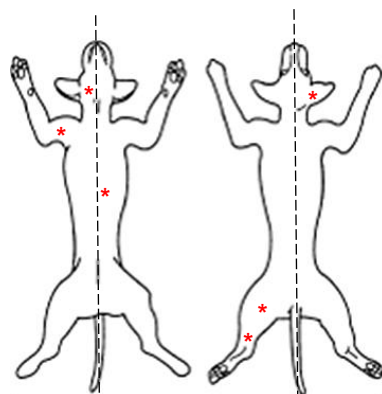
comparação do quadro clínico durante os retornos e reavaliação do tratamento administrado.

Figura 175 – Representação de simetria de lesões bilateralmente em canino em vista ventral (à esquerda) e dorsal (à direita)



Fonte: Adaptada de Scott, Miller e Griffin (1996).

Figura 176 – Representação de assimetria de lesões em canino em vista ventral (à esquerda) e dorsal (à direita)



Fonte: Adaptada de Scott, Miller e Griffin (1996).

Deve-se sempre associar o mapa dermatológico tradicional com fotografias do animal. Quando o plano mediano for traçado e a distribuição das lesões for praticamente a mesma entre as superfícies direita e esquerda, o padrão dermatológico é bilateralmente simétrico. Nesse caso, a maior parte de tais distúrbios possui uma causa interna e a pele conseqüentemente a reflete como, por exemplos no hipotireoidismo, hiperadrenocorticismo, sertolioma (neoplasia de células de Sertoli), doenças autoimunes (pênfigo foliáceo) e alergias.

Já quando o plano mediano for traçado e as lesões de um antímero não forem idênticas às lesões do outro antímero, o padrão de distribuição é assimétrico e,

então, suspeita-se de causas ambientais (etiologia externa) como, por exemplo, ectoparasitose, micose ou alérgenos de contato.

Para estabelecer um diagnóstico diferencial, é importante conhecer a configuração das lesões de pele. A configuração em anel (anular) possui centro claro ou menos envolvido e encontra-se na foliculite bacteriana superficial disseminante, seborreia local, demodicose e dermatofitose. Lesões simples são típicas de acne, dermatite acral por lambedura, cistos e neoplasias cutâneas. Configurações policísticas frequentemente resultam da confluência de lesões ou de um processo disseminante; exemplos são a foliculite bacteriana superficial disseminante, demodicose ou dermatite piotraumática. Lesões agrupadas (aglomeradas) resultam de novos focos desenvolvendo-se ao redor de uma lesão antiga; são características dos casos de foliculite, picadas de insetos, dermatite de contato e calcinose cutânea. Lesões serpiginosas (aspecto de serpente) é resultado de disseminação, como na escabiose canina ou na demodicose; também podem ser decorrentes da confluência ou da resolução parcial de lesões policíclicas. Lesões lineares são características do contato com materiais irritantes aplicados no tegumento. Lesões arciformes (em forma de arco) resultam da resolução parcial de lesões policíclicas, como na foliculite disseminante, mas também de disseminação, como na escabiose canina e na demodicose. Configurações com halo central sadio (em alvo) são produzidas quando a pele cicatriza internamente a uma superfície externa avançada de processo doentio. É típica de determinadas dermatofitoses, demodicose e foliculite bacteriana.

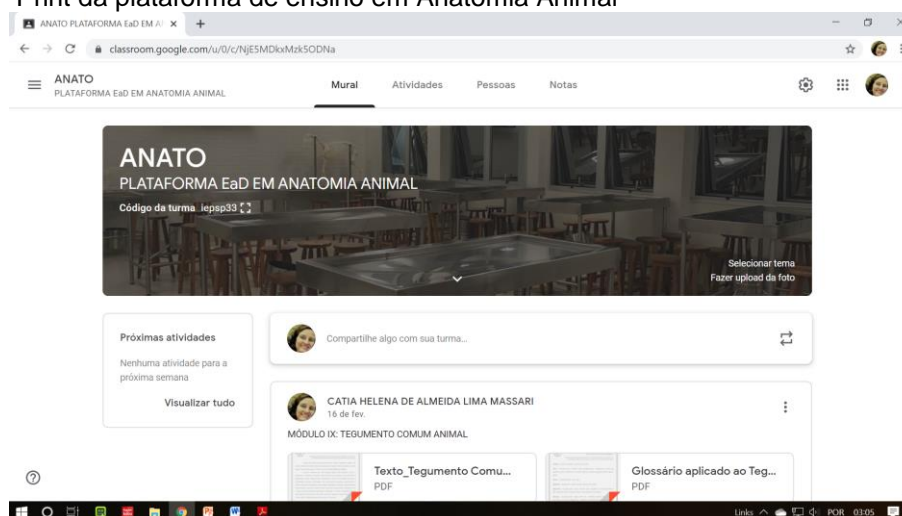
4.10 QUESTIONÁRIOS

Três questionários (ANEXO III) foram elaborados para avaliar diferentes parâmetros: enquête de conhecimentos prévios dos estudantes, aquisição de conhecimentos após o acesso à plataforma de ensino e pesquisa de satisfação a fim de discutir os alcances e as limitações do EaD como ferramenta didática complementar. Eles podem ser respondidos via *Google Forms* e são imprescindíveis para aprimorar a interação entre professor e alunos, além de aumentar a motivação, o engajamento e o aprendizado (VAHALIA et al., 1995; CAMPBELL, 2011; CARVALHO, 2017; CHAIYO; NOKHAM, 2017).

5 DISCUSSÃO

Os conteúdos didáticos elaborados na presente tese encontram-se hospedados no *Google Classroom*. O ambiente de ensino-aprendizagem virtual criado contempla os nove módulos descritos e deve ser aplicado de maneira complementar ao método tradicional de ensino de Anatomia Animal na formação médica veterinária (Figura 177). O estudante tem a oportunidade de reconhecer o significado das palavras utilizadas sobre o tema através dos glossários, estabelecendo relações entre os novos conhecimentos e os já assimilados, além de ter uma atitude ativa em relação à busca do conhecimento e da sua utilização crítica. Ademais, incentiva-se a utilização de técnicas de ensino problematizadoras, experienciando a prática profissional e integrando os conhecimentos de outras disciplinas como Diagnóstico por Imagem e Clínica Médica e Cirúrgica de Pequenos Animais.

Figura 177 – Print da plataforma de ensino em Anatomia Animal

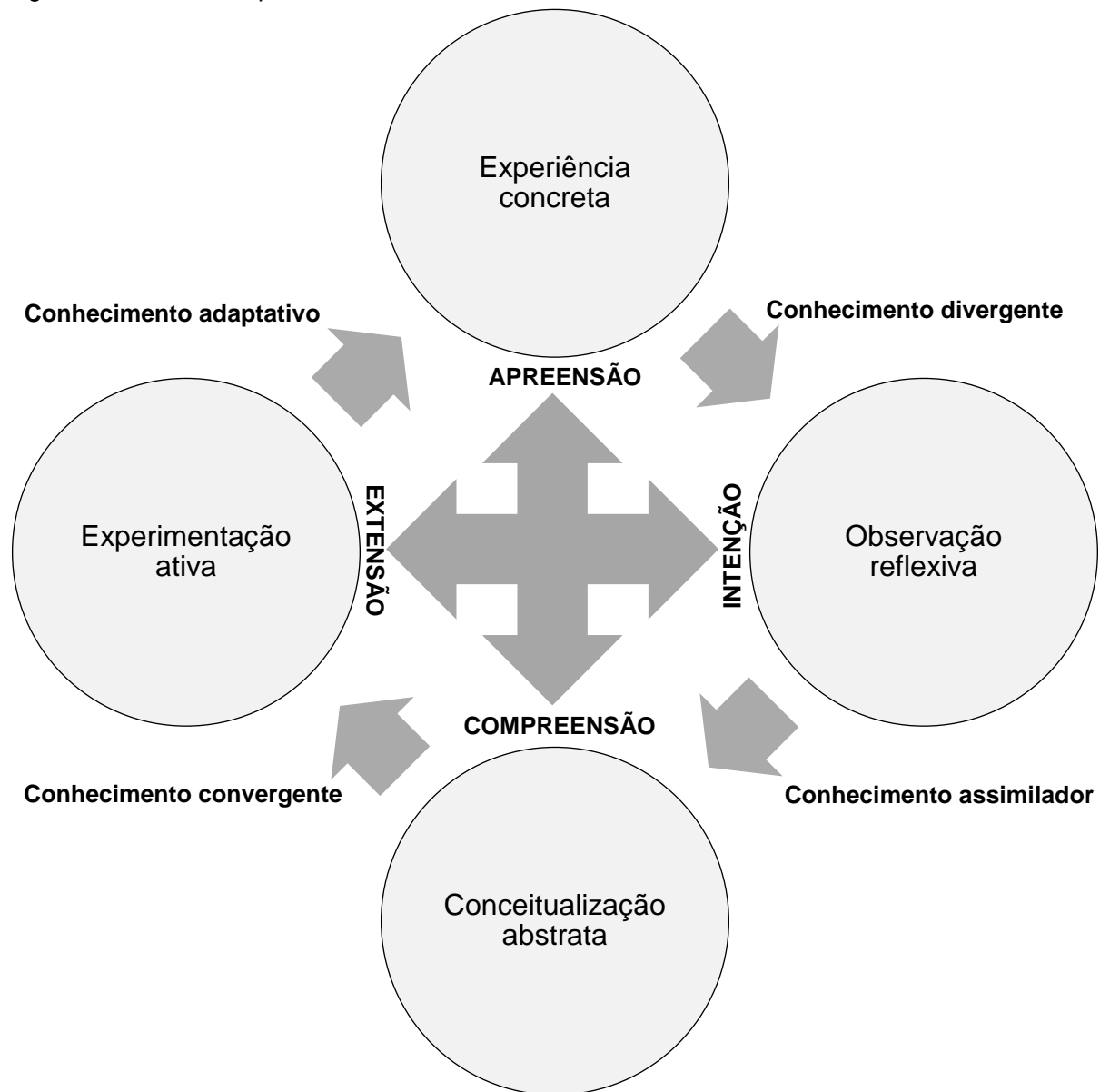


Fonte: Massari (2019).

Durante o desenvolvimento de todos os módulos, levou-se em conta o ciclo de aprendizado de Kolb (2014). A base deste modelo, que deve suas origens às obras de Lewin, Dewey e Piaget, é que os alunos tenham uma experiência concreta, sobre a qual eles devem realizar uma observação reflexiva que os levará a desenvolver uma conceitualização abstrata, testada por meio da experimentação ativa (Figura 178). Esse ciclo deve alimentar outro ciclo de experiência concreta, e assim por diante. O modelo reconhece a necessidade dos alunos desenvolverem teorias, aplicá-las aos problemas reais, avaliar os resultados e, posteriormente,

refinar suas compreensões acadêmicas. A aprendizagem experiencial, portanto, apoia o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e permite que os alunos apliquem e pratiquem o que aprenderam mediante contextos clínicos autênticos (DALE; SULLIVAN; MAY, 2008; KERR; MULLAN; MAIN, 2013).

Figura 178 – Ciclo de aprendizado de Kolb



Fonte: Adaptada de Kolb (2014).

Acredita-se que, na sala de aula virtual, seja possível impulsionar a experiência que o estudante já tem nas aulas presenciais ou que, mesmo esta, possa ser acessada como uma sala de aula invertida (*flipped classroom*). O *Google Classroom* é uma ferramenta do *Google Apps for Education*, que tem se revelado um instrumento valioso para o aprendizado ativo, pois permite que os estudantes se

comuniquem, visualizem apresentações e vídeos, interajam com os demais alunos e professores e interajam com recursos em grupos de trabalho (IFTAKHAR, 2016; SHAHARANEE; JAMIL; RODZI, 2016; AZHAR; IQBAL, 2018; HEGGART; YOO, 2018; RAMADHANI et al., 2019).

Como auxílio a tudo isso, a radiologia, que inclui tantas técnicas de diagnóstico por imagem, revela-se um importante recurso de ensino-aprendizagem na medida em que se torna mais disponível para realização de exames em animais e acessível aos estudantes de Medicina Veterinária. Nesse ínterim, a TC pode fornecer tanto imagens para a visualização macroscópica pela internet como para impressão 3D de biomodelos (CÁCERES, 2005; COUTURIER et al., 2005; VENEZIANI, 2017; WISNER; ZWINGENBERGER, 2015).

O termo "Educação à Distância" (do inglês, *distance education*) faz referência ao fato da prestação de recursos de ensino-aprendizagem ocorrer sem limite de tempo e espaço, ou seja, sem horário e local físico para que docentes e discentes pessoalmente se encontrem (ERTMER; NOUR, 2007).

O método EaD encontra-se hoje em ascensão tanto no número de oferta de vagas como no interesse de instituições de Ensino Superior públicas e, principalmente, privadas. Neste contexto, ocorre o processo de virtualização da sala de aula, com a popularização do uso de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) nos cursos *online* (*e-learning*) e nas disciplinas semipresenciais (*b-learning*). A diluição da relação espacial-temporal ocorre porque, segundo Moran (2007, p. 89), "o presencial se virtualiza e a distância se presencializa. Os encontros em um mesmo espaço físico se combinam com os encontros virtuais, à distância, através da internet". O grande desafio do ambiente virtual, de acordo com o autor, "é recriar a riqueza de possibilidades de aprendizagem do bom *campus* presencial". Desta forma, os AVA certamente trazem vantagens e desvantagens para o processo de ensino-aprendizagem na Medicina Veterinária.

É muito provável que o *e-learning* continue a se desenvolver no futuro previsível e, de certo, isto afetará radicalmente a maneira como se ensina e se aprende. Na Medicina Veterinária, este fenômeno é sentido tanto em nível de graduação quanto de pós-graduação (SHORT, 2002). Padrão semelhante de crescimento do EaD foi observado nos números de matrícula do programa de aprendizagem à distância sobre tecnologia veterinária na Universidade de Purdue,

onde foram criados dois cursos *online* sobre fisiologia animal (ERTMER; NOUR, 2007).

Já o *blended learning* refere-se a um sistema de formação onde a maior parte dos conteúdos é transmitida em curso *online*, todavia incluem-se aqui obrigatoriamente as aulas presenciais. Tal aprendizado misto em universidades visa satisfazer as demandas de treinamento em nível nacional e internacional através das plataformas educacionais (CAETANO-SIMÕES, 2009; MACDONALD, 2008; ANTÚNEZ et al., 2013).

Nesse íterim, o ensino à distância assume seu papel perante a Anatomia Animal, tornando-se uma alternativa (complementar e, não, substitutiva) às salas de aulas tradicionais. Os estudantes podem se beneficiar da flexibilidade gerada pelo ensino à distância, em especial, aqueles que apresentam maior dificuldade financeira e temporal para frequentar os cursos tradicionais. O ensino à distância poderá aumentar as oportunidades para estudantes em todo o mundo, possibilitando que estes não tenham que escolher uma escola necessariamente com base em sua proximidade geográfica. O EaD também oferece maior flexibilidade aos alunos em termos de como e quando assistir às aulas (KASEMSAP, 2019). Logo, a facilitação do ensino virtual tem o potencial de melhorar o desempenho acadêmico e obter vantagem competitiva sustentável no ensino de Ciências Agrárias como na Medicina Veterinária.

Entretanto, frente a isso tudo, a Associação Brasileira de Educação à Distância, em seu relatório analítico da aprendizagem à distância no Brasil (ABED, 2018), apresentou o problema da evasão e das baixas taxas de conclusão nos cursos à distância como um “elefante na sala”, visto que o abandono desses cursos é um dos principais problemas enfrentados pelo EaD, para o qual não é possível identificar uma causa única, mas toda uma conjuntura de obstáculos muitas vezes negligenciados pelos educadores, como a falta de acessibilidade dos estudantes.

No início do século XXI, os estudos sobre a qualidade em EaD se concentraram em três pilares, tidos como tríade essencial para a oferta de um curso com qualidade: material didático, tutoria e avaliação. Entretanto, novas pesquisas apontam para o surgimento de um novo pilar: o método empregado nas aulas (ABED, 2018).

Para refinar tal método dentro da Medicina Veterinária, as abordagens ativas de ensino, como a sala de aula invertida (*flipped learning*), estão vinculadas a

melhores resultados de aprendizado para alunos de disciplinas médicas, com o potencial de apoiá-los em sua preparação para a prática. Na abordagem instrutiva da sala de aula invertida, os alunos se envolvem em uma pré-aula significativa para aprender conhecimentos, habilidades e atitudes fundamentais e, em seguida, podem realizar atividades instrucionais em laboratório tradicional que os obrigam a integrar, aplicar e estender o conteúdo da disciplina a novos contextos. As atividades da pré-aula geralmente incluem uma revisão dos materiais didáticos mediante questões norteadoras de aprendizado preparatório, como enquetes, estudo de casos e resolução de exercícios através de uma atribuição reflexiva. Além da sala de aula invertida beneficiar o aprendizado dos alunos, igualmente traz benefício ao corpo docente envolvido que conta com estudantes que já tiveram algum contato prévio virtual com o tema a ser lecionado (MIKKELSEN, 2015; DAY, 2018; FLEAGLE et al., 2018; MATTHEW et al., 2019; SANDRONE et al., 2020).

Nessa toada, a crescente complexidade dos problemas induz ao uso de diferentes formas de articulação entre as disciplinas em abordagens multi, pluri, trans e interdisciplinar para sua solução. Tais estratégias reúnem as possibilidades de produção de conhecimento entre cada área de especialidade dentro da Medicina Veterinária. A multidisciplinaridade envolve mais de uma disciplina em que, aparentemente, uma não tem relação direta com a outra; logo, cada disciplina permanece com seu método próprio, não havendo um resultado integrado. Na pluridisciplinaridade há cooperação, mas sem coordenação entre as disciplinas; ou seja, há troca entre elas, ainda que não seja organizada, propondo estudar o mesmo objeto em várias disciplinas ao mesmo tempo. Já na interdisciplinaridade, ocorre intercâmbio mútuo e interação de diversos conhecimentos de forma recíproca e coordenada em uma perspectiva metodológica comum a todas; isto é, ocorre uma integração dos resultados mesmo permanecendo os interesses próprios de cada disciplina, porém, buscam-se soluções aos seus próprios problemas através da articulação com as outras disciplinas. Enfim, na transdisciplinaridade, etapa que não atinge apenas as interações ou reciprocidades, essas relações encontram-se situadas no interior de um sistema total havendo a interação global das várias ciências, sem que seja possível efetivamente separar as disciplinas (SOUZA MARINS et al., 2019).

Nas ciências morfológicas, embora as dissecações originalmente ensinem sobre estrutura, função e evolução, sendo a base para habilidades avançadas em

preparação de amostras, pesquisa em Anatomia Comparativa e correlação anatomo-clínica veterinária, o acesso às diversas amostras de tecidos animais que sustentam essas aulas pode ser um fator limitante para alguns cursos. Isso ocorre uma vez que o fornecimento de grande número de cadáveres possa ser impraticável para algumas instituições e muitas considerações bioéticas e de preparo e conservação das peças naturais podem encorajar o uso de alternativas de alta qualidade (BALCOMBE, 2001; VILLIERS; MONK, 2005; THOMAS; FORDYCE, 2012; CROWTHER; BAILLIE, 2016). Além disso, as coleções de peças anatômicas orgânicas em cada universidade, geralmente, compreendem a fauna regional, fato este que muitas vezes restringe comparações taxonomicamente amplas, especialmente nas aulas de Anatomia dos animais silvestres. Por isso, as peças sintéticas de alta fidelidade têm sido um recurso a mais para driblar esses entraves, havendo hoje no cenário educacional uma forte inclinação dos educadores a produzirem suas próprias réplicas animais para Anatomia (NIVEN et al., 2009; KHOT et al. 2013; PREECE et al. 2013; LOMBARDI et al. 2014; YAMMINE; VIOLATO, 2015, THOMAS et al., 2016).

Mediante o estudo realizado na presente tese, acredita-se que a técnica anatômica de impressão 3D para a produção de peças sintéticas, associada à plataforma de ensino em Anatomia Animal, possa completar lacunas de ensino-aprendizagem, mitigando a pobreza de acervos de muitas universidades brasileiras. A interface da imagologia, fornecendo imagens de diagnóstico veterinário que gera os modelos anatômicos virtuais, ao uso da impressão 3D mediante prototipagem rápida, engloba uma tendência no ensino de Anatomia Veterinária. No entanto, é importante frisar aqui, mais uma vez, que essa alternativa didática não substitui as aulas no laboratório através de dissecação, mas complementa o método tradicional de ensino-aprendizagem em Anatomia (MASSARI et al., 2018).

Diante disso, a criação de novas técnicas por FDM, o custo cada vez mais acessível das impressoras 3D e o surgimento de novos *softwares* para análise de imagens médicas permitiram a criação dos biomodelos 3D no desenvolvimento desta tese e isso, certamente, corrobora para a preservação dos acervos de peças anatômicas. Caso contrário, a deterioração das peças orgânicas pelo manejo contínuo durante as aulas práticas e a dificuldade em se obter um número adequado de peças anatômicas para todos os alunos em turmas numerosas impactariam de forma negativa no aproveitamento acadêmico. Isto vai de encontro aos resultados de

Lozano et al. (2017) ao proporem que o advento das impressoras 3D permitiu a criação de biomodelos por prototipagem rápida, proporcionando a produção de estruturas tridimensionais a partir de uma modelagem gráfica computacional seguida de um processo de manufatura aditiva.

Nesta tese, também se deparou com dificuldades na biomodelagem, assim como relatados por Gross et al. (2004), como, por exemplo, alguns defeitos na superfície das réplicas sendo causados por camadas irregulares de polímero e fios soltos gerando um aspecto “peludo” ao objeto. Ademais, os defeitos internos podem ter resultado de diferenças no diâmetro e na densidade do filamento usado pela impressora que acabam afetando o modo como o material plástico foi extrudado pelo bico da impressora 3D.

Contudo, embora aprimoramentos devam ser feitos na técnica de impressão 3D, isso pode amenizar os problemas associados à infraestrutura deficiente dos laboratórios de Anatomia, uma vez que, só no Brasil, existem hoje mais de 350 cursos de graduação em Medicina Veterinária, além de outros cursos relacionados, como Zootecnia e Ciências Biológicas (CFMV, 2020).

5.1 BREVE ANÁLISE SOBRE AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADAS AO ENSINO DE MEDICINA VETERINÁRIA NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE ENFRENTAMENTO DA COVID-19

A rápida disseminação do novo coronavírus (SARS-CoV-2) pelo mundo, em 2020, culminou em um grande impacto ao desenvolvimento econômico, social e educacional de todos os países (HEYMANN; SHINDO, 2020; RODRIGUEZ-MORALES et al., 2020). Embora não existam, até o momento, informações disponíveis sobre a influência da pandemia sobre o processo de ensino-aprendizagem de Medicina Veterinária no Brasil, acredita-se que muito seja possível aprender a partir do projeto chinês “*School’s out, but class’s on*” que trata da aplicação do ensino *online* em larga escala (ZHOU et al., 2020). A partir disso, os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) podem não ser apenas um plano para contornar essa crise, mas podem representar um novo modelo educacional motivando inclusive futuras reformas no Ensino Superior (HAYASHI, 2020).

O Brasil, especialmente o Estado de São Paulo, também vivencia o isolamento social durante a COVID-19 e muitos docentes têm lecionado por teleaulas mediante plataformas como a *G Suite* para minimizar qualquer defasagem

acadêmica e garantir a continuidade de ensino, pesquisa e extensão, mesmo à distância. Assim, as ferramentas como o *Google Classroom* são fundamentais como salas de aulas virtuais para a postagem de materiais didáticos, enquanto o *Google Hangouts Meet* possibilita as videoconferências interativas (VENTAYEN et al., 2018).

Contudo, conforme pesquisado nesta tese, nem todas as plataformas de *e-learning* oferecem ambientes colaborativos tão instrutivos, principalmente se forem considerados os recursos de compartilhamento padrão de plataformas sociais como o *Facebook*. Já o portfólio de recursos incluídos no programa *Google Apps for Education* deve ser utilizado com prudência para não corroborar com modelos tradicionais de ensino centrados no professor, onde o local virtual do curso funciona como um repositório de slides, mas, sim, para criar um modelo pedagógico que garanta aprendizado colaborativo centrado no aluno. Nesse ponto, as salas de aula-invertidas podem ser a chave para propiciar aos estudantes autonomia suficiente para buscar conhecimentos com ética e responsabilidade (FERREIRA, 2014).

Apesar de tantos desafios, nos últimos tempos de enfrentamento da COVID-19, a missão dos docentes continua sendo formar Médicos Veterinários empáticos, responsáveis com a saúde pública e de excelência técnica mesmo em período de crise. Para isso, a plataforma *Iniversity*, da Springer Nature, também tem colaborado no oferecimento de cursos *online* ao ensino universitário, especialmente MOOCS (*massive open online course*), que tanto têm sido integrados à educação médica (HENDRIKS et al., 2020). Com a evolução da doença, seu impacto educacional é altamente incerto e isso dificulta prever o aproveitamento acadêmico desses estudantes a partir da adoção de um ambiente virtual de aprendizagem. No entanto, com certeza está sendo desafiador aos professores reformular a estrutura curricular das disciplinas, integrando a tecnologia ao ensino para minimizar os prejuízos causados pela impossibilidade de haver aulas presenciais nesse momento conturbado da história da educação.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a presente tese criou um auxílio pedagógico que pode mitigar as dificuldades encontradas para ensino-aprendizagem em Anatomia Animal, com base em um conjunto de disciplinas ministradas na graduação de Medicina Veterinária. A partir disso, acredita-se ser possível que o ensino de Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres, na modalidade à distância, entendida como complementar (e jamais substitutiva) em relação às aulas presenciais, cumpra eficientemente com o propósito de oferecer ferramentas aos discentes matriculados nos cursos de Medicina Veterinária para a construção de conhecimento integrativo do corpo animal.

Sendo o intuito magistral da Anatomia Comparativa a investigação da forma (desde a arquitetura até a estrutura) e da função, passando também pelo processo de desenvolvimento embrionário do corpo animal, a dissecação não pode ser abandonada no Ensino Superior. No entanto, a aquisição de cadáveres torna-se cada vez mais difícil, principalmente quando se leciona em instituições de ensino com turmas que contemplam um número grande de estudantes onde a manipulação das peças originais durante as atividades práticas é intensa e estas acabam rapidamente se deteriorando semestre após semestre. Logo, é certo que tal danificação dos cadáveres sem a devida reposição dos mesmos acaba refletindo negativamente na qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Isso sugere a busca por técnicas complementares que integrem a *práxis* didática de maneira satisfatória.

Finalmente, por ser inegável que o desenvolvimento de métodos de ensino capazes de proporcionar a substituição, a redução e o refinamento ao uso de animais como modelos didáticos seja hoje um grande desafio, futuras pesquisas devem ser desenvolvidas para se avaliar o quanto a plataforma de ensino em Anatomia Animal e a impressão 3D como técnica anatômica podem realmente trazer benefícios ao desempenho acadêmico dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ABED. **Associação Brasileira de Educação a Distância**. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 08 dez. 2018.
- ABREU, G. **Ultra-sonografia Ocular: atlas e texto**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 348 p.
- ABREU, J. L. N. Ilustração, experimentalismo e mecanicismo: aspectos das transformações do saber médico em Portugal no século XVIII. **Topoi**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 15, p. 80-101, 2007.
- ALMEIDA FREITAS, R. et al. Osteodistrofia fibrosa em canino idoso secundário à doença renal crônica: relato de caso. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 39, n. 3, p. 2015-220, 2017.
- ALVES, M. A. M. K.; CRIVELLENTI, L. Z.; CARVALHO, M. B. Fibrous osteodystrophy of renal origin in two old dogs: case report. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.109, p. 51-56. 2014.
- ANTÚNEZ, G. et al. Blended learning: una propuesta en actividades de postgrado en profesionales de las Ciencias Veterinarias. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 14, n. 4, p. 1-8, 2013.
- ARRUDA MISTIERI, M. L.; PASCON, J. P. E.; DUARTE, C. A. Ultrassonografia diagnóstica do ombro de cães – técnicas e principais achados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3245-3256.
- ASSIS, D. A. G. et al. A Importância da prática radiológica na Medicina Veterinária. **Ciência Veterinária UniFil**, v. 1, n. 1, p. 8-12, 2018.
- AZHAR, K. A.; IQBAL, N. Effectiveness of Google Classroom: Teachers' perceptions. **Prizren Social Science Journal**, v. 2, n. 2, p. 52-66, 2018.
- BALCOMBE, J. Dissection: the scientific case for alternatives. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v. 4, n. 2, p. 117-126, 2001.
- BARRY, D. S. et al. Anatomy education for the YouTube generation. **Anatomical Sciences Education**, v. 9, n. 1, p. 90-96, 2016.
- BEAUMIER, A. et al. Clinical findings and survival time in dogs with advanced heart failure. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 3, p. 944-950, 2018.
- BERNKOPF, M.; FRANZ, S.; BAUMGARTNER, W. Experiences with a blended learning course for clinical veterinary education at the University of Veterinary Medicine Vienna, Austria. **Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere/Nutztiere**, v. 38, n. 02, p. 99-108, 2010.
- BERNS, G. S.; BROOKS, A. M.; SPIVAK, M. Functional MRI in awake unrestrained dogs. **PloS One**, v. 7, n. 5, 2012. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0038027>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

BEZAS, G.; WERNECK, A. L. Idioma grego: análise da etimologia anatomocardiológica: passado e presente. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 27, n. 2, p. 318-326, 2012.

BILMONT, A.; MATHON, D.; AUTEFAGE, A. Arthroscopic management of osteochondrosis of the glenoid cavity in a dog. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 54, n. 5, p. 545-03, 2018.

BISCONCINI, L. T. I. et al. Capacitação para a educação à distância e dificuldades de implementação dos 20% de carga horária nesta modalidade. **Revista Uningá Review**, v. 33, n. 2, p. 30-44, 2018.

BOJRAB, M. J. **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2005. 920 p.

BROCHADO, A. J. **Técnicas anatômicas**. Camaçari: Pinaúna Editora, 2018. 63 p.

BUDRAS, K. et al. **Anatomia do Cão: texto e atlas**. São Paulo: Ed. Manole, 2012. 228 p.

BUDSBERG, S. C. et al. Lack of effectiveness of tramadol hydrochloride for the treatment of pain and joint dysfunction in dogs with chronic osteoarthritis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 252, n. 4, p. 427-432, 2018.

CABRAL, R. M.; PACHECO, E. N. S.; BUCK, J. A. Fisioterapia para tratamento de reabilitação física de um cão portador de doença articular degenerativa DAD: relato de caso. **Anais do 5º Congresso paulista de clínicos veterinários de pequenos animais**. São Paulo, SP. 2005. p. 257.

CÁCERES, K. P. S. **Efeitos da variação da espessura do corte tomográfico e da largura do campo de visão (FOV) na reprodução de estruturas ósseas finas, com a finalidade de prototipagem rápida-estudo *in vitro***. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Radiologia Odontológica e Imagiologia). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

CAETANO-SIMÕES, J. C. O Papel das TIC na Produção Animal e Medicina Veterinária. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2009.

CAMPBELL, D. E. How to write good multiple-choice questions. **Journal of Paediatrics and Child Health**, v. 47, n. 6, p. 322-325, 2011.

CANINE Brain MRI Atlas. **Brain MRI & Brain Tissue Section Atlas, Brain *in situ* MRI Atlas and Brain MRI Anatomy Self-Assessment**. Saint Paul: University of Minnesota, College of Veterinary Medicine, 2018. Disponível em: <<http://vanat.cvm.umn.edu/mriBrainAtlas>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

CÁRDENAS-VALENZUELA, J. L. Enseñanza de la Anatomía. Uso de Medios en el Aula. **International Journal of Morphology**, v. 37, n. 3, p. 1123-1129, 2019.

CARVALHO, Y. K. **500 perguntas em Anatomia Animal: animais domésticos**. Pará de Minas: VirtualBooks Editora, 2017. 140 p.

CARVALHO, Y. K. et al. 3D Anatomical models of patellar luxation: radiological research and assessment in the teaching of veterinary anatomy. **The FASEB Journal**, v. 33, n. 1, p. 441-444, 2019.

CASTRO, M. C. N. et al. Hiperparatireoidismo renal secundário em cão jovem. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 577-578, 2007.

CERQUEIRA, H. D. B. et al. Abordagem nutricional terapêutica em cães e gatos com doença cardíaca. In: TRIVILIN, L. O. et al. **Tópicos Especiais em Ciência Animal VII**, Alegre: Caufes, 1. ed., p. 234-249, 2018. Disponível em: <http://www.cienciasveterinarias.ufes.br/sites/cienciasveterinarias.ufes.br/files/field/anexo/topicos_especiais_em_ciencia_animal_vii_-_teca_2018_1.pdf#page=236>. Acesso em 07 jan. 2019.

CFMV. Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Dados da Comissão de Educação da Medicina Veterinária**. Brasília, 2020. Disponível em: <<http://portal.cfmv.gov.br>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

CFMV – Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Resolução nº 1.114, de 17 de junho de 2016**. Altera a Resolução CFMV nº 595, de 11 de dezembro de 1992. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://portal.cfmv.gov.br/lei/index/id/483>>. Acesso em: 07 jan. 2020.

CHAIYO, Y.; NOKHAM, R. The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system. In: **Proceedings of the International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)**. IEEE, p. 178-182, 2017.

CHEN, S. et al. The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trail. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2017.

CHETBOUL, V. et al. Quantitative assessment of systolic and diastolic right ventricular function by echocardiography and speckle-tracking imaging: a prospective study in 104 dogs. **Journal of Veterinary Science**, v. 19, n. 5, p. 683-692, 2018.

COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. **Anatomia e fisiologia clínica para Medicina Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010. 568 p.

CONRADO, A. L. V. et al. A ecocardiografia nas clínicas veterinárias de pequenos animais: roteiro prático para graduandos em estágio. **Investigação**, v. 16, n. 8, 2017.

COSENZA, R. M. **Fundamentos de Neuroanatomia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 568 p.

COSTA NETO, J. M.; MARTINS FILHO, E. F. Substituição de animais no ensino: até que ponto? **Revista CFMV**, Brasília-DF, Ano XXIII, nº 72, p. 34-42, 2017.

COSTA, A. P. A. et al. Ultrassonografia ocular em cães. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 10, n. 18, 2014.

COUTURIER, L. et al. Anatomical study of cranial nerve emergence and skull foramina in the dog using magnetic resonance imaging and computed

tomography. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 46, n. 5, p. 375-383, 2005.

CROWTHER, E.; BAILLIE, S. A method of developing and introducing case-based learning to a preclinical veterinary curriculum. **Anatomical Sciences Education**, v. 9, n. 1, p. 80-89, 2016.

CROY, B. A.; DOBSON, H. Radiology as a tool for teaching veterinary anatomy. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 30, n. 3, p. 264-269, 2003.

CURY, F. S.; CENSONI, J. B.; AMBRÓSIO, C. E. Técnicas anatômicas no ensino da prática de Anatomia Animal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 5, p. 688-696, 2013.

DALE, V. H. M.; SULLIVAN, M.; MAY, S. A. Adult learning in veterinary education: theory to practice. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 35, n. 4, p. 581-588, 2008.

DATTA, R. et al. A digital atlas of the dog brain. **PLoS One**, v. 7, n. 12, 2012.

DAVIES, M. Practical management of canine osteoarthritis. **Vet Times**, p. 1-16. 2015. Disponível em: <<https://www.vettimes.co.uk/app/uploads/wp-post-to-pdf-enhanced-cache/1/practical-management-of-canine-osteoarthritis.pdf>>. Acesso em 14 jan. 2019.

DAY, L. J. A gross anatomy flipped classroom effects performance, retention, and higher-level thinking in lower performing students. **Anatomical Sciences Education**, v. 11, n. 6, p. 565-574, 2018.

DECAMP, C. E. et al. **Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2015. 868 p.

DEL PRIORE, M. L. M. A história do corpo e a Nova História: uma autópsia. **Revista USP**, n. 23, p. 48-55, 1994.

DI DIO, L. J. A. **Tratado de anatomia aplicada**. São Paulo: Poluss, 1998. 287 p.

DRAKE, R. L. A retrospective and prospective look at medical education in the United States: Trends shaping anatomical sciences education. **Journal of Anatomy**, v. 224, n. 3, p. 256-260, 2014.

DUNN, P. M. Leonardo Da Vinci (1452–1519) and reproductive anatomy. **Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition**, v. 77, n. 3, p. 249-249, 1997.

EIVERS, Caroline R. et al. Computed tomographic arthrography is a useful adjunct to survey computed tomography and arthroscopic evaluation of the canine shoulder joint. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 59, n. 5, p. 535-544, 2018.

EKNOYAN, G. Michelangelo: art, anatomy, and the kidney. **Kidney International**, v. 57, n. 3, p. 1190-1201, 2000.

EKNOYAN, G. The origins of nephrology – Galen, the founding father of experimental renal physiology. **American Journal of Nephrology**, v. 9, n. 1, p. 66-

82, 1989.

ERTMER, P. A.; NOUR, A. Y. M. Teaching basic medical sciences at a distance: strategies for effective teaching and learning in internet-based courses. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 34, n. 3, p. 316-324, 2007.

ESTAI, M.; BUNT, S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. **Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger**, v. 208, p. 151-157, 2016.

ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 2254 p.

EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. **Guide to the dissection of the dog**. Elsevier Health Sciences, 2016. 303 p.

EYRE, P. Professing change. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 28, n. 1, p. 3-9, 2001.

FANG, Y. A retrospective study of postoperative complications after fracture repair in dogs and cats, with focus on fractures in the radius and ulna. **Second cycle**, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Clinical Sciences. 2018.

FERREIRA, J. M. M. Flipped classrooms: From concept to reality using Google Apps. In: **Proceedings of the 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)**. Porto: Universidade do Porto, p. 204-208, 2014.

FESTUGATTO, R. et al. Hidrocefalia secundária a meningoencefalite bacteriana em cão. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 599-600, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/actavet/35-suple-2/anclivepa%20artigo%20neurologia.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

FIGUEIREDO, A. M. et al. Insuficiência cardíaca congestiva decorrente de cardiomiopatia dilatada canina na raça dobermann – relato de caso. **Eventos Científicos da Fundação Educacional de Ituverava**, v. 3, n. 3, 2018.

FIRES, C. T.; BENEDICENTI, L. What is your neurologic diagnosis? **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 256, n. 1, p. 47-50, 2020.

FISHMAN, E. K. et al. Volume rendering versus maximum intensity projection in CT angiography: what works best, when, and why. **Radiographics**, v. 26, n. 3, p. 905-922, 2006.

FLEAGLE, T. R. et al. Application of flipped classroom pedagogy to the human gross anatomy laboratory: Student preferences and learning outcomes. **Anatomical Sciences Education**, v. 11, n. 4, p. 385-396, 2018.

FOSSUM, T. **Cirurgia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015.

FRANK, I. et al. Diagnostic ultrasound detection of changes in femoral muscle mass recovery after tibial plateau levelling osteotomy in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 32, n. 05, p. 394-400, 2019.

FRASER, C. M. **Manual Merck de Medicina Veterinária**. 7. ed. São Paulo: Roca, 1996. 2169 p.

FREIRE, T. **Estilos de aprendizagem e o autodesenvolvimento**. Manifesto 55, 2018. Disponível em: <<https://oer.kmi.open.ac.uk/wp-content/uploads/2012/04/fig4.jpg>>. Acesso em: 03 ago. 2018.

GARCIA, V. L.; CARVALHO JUNIOR, P. M. Educação à distância (EAD), conceitos e reflexões. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, v. 48, n. 3, p. 209-213, 2015.

GETTY, R. et al. **Sisson e Grossman: Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 2052 p.

GONÇALVES, D. et al. Hipocalcemia Puerperal em Cão-Relato de Caso. **Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde**, v. 6, n. 15, p. 52-54, 2016.

GRANDE NETO, N. S. **Utilização de material alternativo para a obtenção e caracterização de biomodelos, por meio da técnica de impressão 3DPRINTER**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

GRIFFON, D. J. et al. Radiographic, computed tomographic, and arthroscopic diagnosis of radioulnar incongruence in dogs with medial coronoid disease. **Veterinary Surgery**, v. 47, n. 3, p. 333-342, 2018.

GROSS, B. C. et al. Evaluation of 3D printing and its potential impact on biotechnology and the chemical sciences. **Analytical Chemistry**, v. 86, n. 7, p. 3240-3253, 2014.

GUERRA NETO, C. L. B. et al. **Tecnologia 3D na saúde: uma visão sobre órteses e próteses, tecnologias assistivas e modelagem 3D**. Natal: SEDIS-UFRN, 2018.

HARRIS, T. et al. Comparison of a virtual microscope laboratory to a regular microscope laboratory for teaching histology. **The Anatomical Record: an Official Publication of the American Association of Anatomists**, v. 265, n. 1, p. 10-14, 2001.

HART, L. A.; WOOD, M. W.; WENG, H. Mainstreaming alternatives in veterinary medical education: resource development and curricular reform. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 32, n. 4, p. 473-480, 2005.

HAYASHI, A. et al. The role of social presence and moderating role of computer self-efficacy in predicting the continuance usage of e-learning systems. **Journal of Information Systems Education**, v. 15, n. 2, p. 5, 2020.

HEGGART, K. R.; YOO, J. Getting the most from Google Classroom: a pedagogical framework for tertiary educators. **Australian Journal of Teacher Education**, v. 43, n. 3, p. 9, 2018.

HENDRIKS, R. A. et al. Instructional design quality in medical massive open online courses for integration into campus education. **Medical Teacher**, v. 42, n. 2, p. 156-163, 2020.

HESPEL, A.; WILHITE, R.; HUDSON, J. Invited review-applications for 3D printers in veterinary medicine. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 55, n. 4, p. 347-358, 2014.

HEYMANN, D. L.; SHINDO, N. COVID-19: what is next for public health? **The Lancet**, v. 395, n. 10224, p. 542-545, 2020.

HORNOF, W. J. et al. Radiographic interpretation of the abdomen in dogs and cats. In: **Proceedings of the Ontario Veterinary Medical Association Conference**, Toronto, p. 129-131. 2019.

HUDSON, J. A. et al. Ultrasonographic diagnosis of canine hydrocephalus. **Veterinary Radiology**, v. 31, n. 2, p. 50-58, 1990.

IFTAKHAR, S. Google classroom: what works and how. **Journal of Education and Social Sciences**, v. 3, n. 1, p. 12-18, 2016.

ILKIW, J. E. et al. Curricular revision and reform: the process, what was important, and lessons learned. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 44, n. 3, p. 480-489, 2017.

JAARSMA, D. A. D. C. et al. Preparation for practice by veterinary school: a comparison of the perceptions of alumni from a traditional and an innovative veterinary curriculum. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 35, n. 3, p. 431-438, 2008.

JABER, J. R. et al. 3-D computed tomography reconstruction: another tool to teach anatomy in the veterinary colleges. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 19, n. 1, p. 1-2, 2018.

JANEIRO, A. R.; PECHULA, M. R. Anatomia: uma ciência morta? O conceito “arte-anatomia” através da história da biologia. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 12-30, 2016.

JERICÓ, M. M.; ANDRADE NETO, J. P.; KOGIKA, M. M. **Tratado de medicina interna de cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2015. 2464 p.

JOHNSON, I. P. et al. Online learning resources in anatomy: What do students think? **Clinical Anatomy**, v. 26, n. 5, p. 556-563, 2013.

JOSE, A. M. Anatomy and Leonardo da Vinci. **The Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 74, n. 3, p. 185, 2001.

JUTKOWITZ, L. A. Reproductive emergencies. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 35, n. 2, p. 397-420, 2005.

KAINER, R. A.; MCCRACKEN, T. O. **Anatomia do Cão: atlas para colorir**. São Paulo: Roca, 2016.

KASEMSAP, K. The role of distance education in global education. In: **Advanced Methodologies and Technologies in Modern Education Delivery**. Tailândia: IGI Global, 2019. p. 865-877.

KEALY, J. K.; MCALLISTER, H.; GRAHAM, J. P. **Radiologia e ultrassonografia do cão e do gato**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2012. 600 p.

KEELE, K. D. Leonardo da Vinci's influence on Renaissance Anatomy. **Medical history**, v. 8, n. 4, p. 360-370, 1964.

KERR, A. J.; MULLAN, S. M.; MAIN, D. C. J. A new educational resource to improve veterinary students' animal welfare learning experience. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 40, n. 4, p. 342-348, 2013.

KHOT, Z. et al. The relative effectiveness of computer-based and traditional resources for education in Anatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 6, n. 4, p. 211-215, 2013.

KLEIN, B. G. **Cunningham tratado de fisiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014. 624 p.

KOLB, D. A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. 2. ed. Nova Jersey: FT press, 2014. 416 p.

KUSTRITZ, M. V. R. **Clinical Canine and feline reproduction: evidence-based answers**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

LABRUYÈRE, J.; SCHWARZ, T. CT and MRI in veterinary patients: an update on recent advances. **In Practice**, v. 35, n. 10, p. 546-563, 2013.

LARSSON, C. E.; LUCAS, R. **Tratado de medicina externa: dermatologia veterinária**. 2. ed. São Paulo: Interbook, 2019. 1216 p.

LEBLANC, N. L. et al. Prevalence of major complications and procedural mortality in 336 dogs undergoing interventional cardiology procedures in a single academic center. **Journal of Veterinary Cardiology**, v. 23, p. 45-57, 2019.

LIMA, A. S. et al. Printing 3D models of canine jaw fractures for teaching undergraduate veterinary medicine. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 34, n. 9, 2019.

LOMBARDI, S. A. et al. Are all hands-on activities equally effective? Effect of using plastic models, organ dissections, and virtual dissections on student learning and perceptions. **Advances in physiology education**, v. 38, n. 1, p. 80-86, 2014.

LOZANO, M. T. U. et al. 3D digitization and prototyping of the skull for practical use in the teaching of human anatomy. **Journal of Medical Systems**, v. 41, n. 5, p. 83, 2017.

MACDONALD, J. **Blended learning and online tutoring: planning learner support and activity design**. Aldershot: Gower Publishing Limited, 2008. 209 p.

MACEDO, A. R. et al. Educação Superior no Século XXI e a Reforma Universitária Brasileira. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 47, p. 127-148, abr./jun., 2005.

MARCONDES, M. et al. Hidrocefalia congênita em cão: revisão de literatura e relato

de caso clínico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 29, n. 1, p. 105-112, 1992.

MARTINS FILHO, E. F. **Sistema Educacional Hiperímia aplicado ao ensino da Técnica Cirúrgica Veterinária**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MASSARI, C. H. A. L. et al. Tendências do Ensino de Anatomia Animal na Graduação de Medicina Veterinária. **Revista de Graduação USP**, v. 3, n. 2, p. 25-32, 2018.

MATTHEW, S. M. et al. Flipped classroom use in veterinary education: a multinational survey of faculty experiences. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 46, n. 1, p. 97-107, 2019.

MCMENAMIN, P. G. et al. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. **Anatomical Sciences Education**, v. 7, n. 6, p. 479-486, 2014.

MENESES, M. S. **Técnicas de estudo do sistema nervoso central**. Curitiba: Editora UFPR, 2007.

MENEZES, C. C.; SERENO, J. E. **Modelagem anatômica em modelos cegos**. Trêma e-books, 2020. 88 p.

MICHELI SERRA, A.; HERNÁNDEZ, G. P. Breve historia de la digital y los digitálicos. Homenaje a la memoria del ilustre maestro y académico Dr. Rafael Méndez Martínez, pionero de los estudios farmacológicos sobre la digital y los glucósidos digitálicos. **Gaceta Médica de México**, v. 151, n. 5, p. 660-665, 2015.

MIKKELSEN, T. R. Nursing students' experiences, perceptions and behavior in a flipped-classroom anatomy and physiology course. **Journal of Nursing Education and Practice**, v. 5, n. 10, p. 28-35, 2015.

MILLER, G. W.; LEWIS, T. L. Anatomy education for the YouTube generation: Technical, ethical, and educational considerations. **Anatomical Sciences Education**, v. 9, n. 5, p. 496-497, 2016.

MILLIS, D. L.; LEVINE, D. The role of exercise and physical modalities in the treatment of osteoarthritis. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 27, n. 4, p. 913-930, 1997.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Portaria nº 2.117, de 6 de dezembro de 2019. Dispõe sobre a oferta de carga horária na modalidade de Ensino à Distância - EaD em cursos de graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino. **Diário Oficial da União**, ed. 239, seção 1, p. 131, 2019b.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Resolução nº 3, de 15 de agosto de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina Veterinária e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, ed. 158, seção 1, p. 199, 2019a.

MODOLO, J. R. et al. Investigação soroepidemiológica de leptospirose canina na área territorial urbana de Botucatu, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 5, p. 598-604, 2006.

MORAN, J. M. **A Educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 4. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2007.

MUZZI, R. A. L. et al. Doença crônica da valva mitral em cães: avaliação clínica funcional e mensuração ecocardiográfica da valva mitral. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 2, p. 337-344, 2009.

NAZ, S. et al. Perceptions of cadaveric dissection in anatomy teaching. **Journal of Ayub Medical College Abbottabad**, v. 23, n. 3, p. 145-148, 2011.

NELSON, R.; COUTO, C. G. **Medicina interna de pequenos animais**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015. 1512 p.

NIVEN, L. et al. Virtual skeletons: using a structured light scanner to create a 3D faunal comparative collection. **Journal of Archaeological Science**, v. 36, n. 9, p. 2018-2023, 2009.

NUNES, L. B. X.; PECHLIYE, M. M. História da ciência e ensino de sistema circulatório: uma proposta de sequência didática. **Revista da SBEnBio**, n. 9. 2016.

ORTALE, J. R. A importância da Anatomia na formação do médico. **Títulos não-correntes**, v. 8, n. 1/2, 2012.

OZKADIF, S.; EKEN, E. Modernization process in veterinary anatomy education. **Energy Education Science and Technology - Part B**, v. 4, n. 2, p. 957-62, 2012.

PARKER, V. J.; GILOR, C.; CHEW, D. J. Feline hyperparathyroidism: Pathophysiology, diagnosis and treatment of primary and secondary disease. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 17, n. 5, p. 427-439, 2015.

PARSONS, K.; MURRELL, J. Joint pain in dogs related to osteoarthritis – part 3. **Vet Times**. p. 1-13, 2016. Disponível em: <<https://www.vettimes.co.uk/app/uploads/wp-post-to-pdf-enhanced-cache/1/joint-pain-in-dogs-related-to-osteoarthritis-part-3.pdf>>. Acesso em 14 jan. 2019.

PATEL, A.; FORSYTHE, P. J. **Dermatologia em pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier Health Sciences, 2011. 392 p.

PEDERSEN, N.C.; MORGAN, J.P.; VASSEUR, P.B. Doenças articulares de cães e gatos. In: WASHABAU, R.J. **Tratado de medicina interna veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v.2, p.1962-87, 2004.

PELC, J. S.; BEAULIEU, C. F. Volume Rendering of Tendon –Bone Relationships Using Unenhanced CT. **American Journal of Roentgenology**, v. 176, n. 4, p. 973-977, 2001.

PEREIRA, C. O. **Hipocalcemia puerperal em cadela – relato de caso**. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária), Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

PEREIRA, P. M.; CAMACHO, A. A.; MORAIS, H. A. Tratamento de insuficiência cardíaca com benazepril em cães com cardiomiopatia dilatada e endocardiose. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, v. 57, p. 141-148, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/28574>>. Acesso em 27 abr. 2019.

PERLMANN, E.; SÁ, M. B. P. B.; SQUARZONI, R. Ultrassonografia ocular como ferramenta diagnóstica na Medicina Veterinária. **MEDVEP – Revista Científica de Medicina Veterinária**, p. I2114-I2114, 2012.

PILLEN, S. et al. Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 35, n. 3, p. 443-446, 2009.

PINTEREST. Autorretrato e Estudo de cavalo e cavaleiro. Desenhos de Leonardo da Vinci (1481). In: **Pinterest**. 2019. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/385409680584522664>>. Acesso em 10 jan. 2019.

PLENDL, J. et al. Active participation instead of passive behaviour opens up new vistas in education of Veterinary Anatomy and Histology. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 38, n. 5, p. 355-360, 2009.

POSANATO. Programa de Pós-Graduação de Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres. In: FACULDADE de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.posanato.vet.br>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

POSPISCHIL, A. et al. Introduction to the Swiss way of teaching veterinary pathology in the twenty-first century: application of e-learning modules. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 34, n. 4, p. 445-449, 2007.

PRADA, I. **Neuroanatomia funcional em Medicina Veterinária com correlações clínicas**. Jaboticabal: Terra Molhada, 2014. 586 p.

PRASSE, K. W.; HEIDER, L. E.; MACCABE, A. T. Envisioning the future of veterinary medicine: the imperative for change in veterinary medical education. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 231, n. 9, p. 1340-1342, 2007.

PREECE, D. et al. "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 6, n. 4, p. 216-224, 2013.

RADOSTITS, O. M. Engineering Veterinary Education: A Clarion Call for Reform in Veterinary Education-Let's Do It! **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 30, n. 2, p. 176-190, 2003.

RAJAMOHAN, S. et al. Diagnostic evaluation and therapeutic management of dilated cardiomyopathy (DCM) in a Labrador retriever. **The Pharma Innovation Journal**, v. 7, n. 6, p. 509-511. 2018.

RAMADHANI, R. et al. The effect of flipped-problem based learning model integrated with LMS-Google Classroom for senior high school students. **Journal for the Education of Gifted Young Scientists**, v. 7, n. 2, p. 137-158, 2019.

REIS, D. A. L. et al. Biomodelos ósseos produzidos por intermédio da impressão 3d: uma alternativa metodológica no ensino da anatomia veterinária. **Revista de Graduação USP**, v. 2, n. 3, p. 47-53, 2017.

RENBORG, W. C. Pathophysiology and management of arthritis. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 35, n. 5, p. 1073-1091, 2005.

RODRIGUES, H. **Técnicas anatômicas**. 3. ed. Vitória: Gráfica e Editora GM, 2005. 63 p.

RODRIGUEZ-MORALES, A. J. et al. COVID-19 in Latin America: The implications of the first confirmed case in Brazil. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 101613, 2020.

RUFFINI, A. **Fisiogenia**. Milão: Editor Victor Francesco Vallardi. 1925.

RUSSEL, W. M. S.; BURCH, R. L. **The Principles of humane experimental technique**. England: Universities Federation for Animal Welfare, 1992.

RYAN, M. T. et al. Practical classes: A platform for deep learning? Overall context in the first-year veterinary curriculum. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 36, n. 2, p. 180-185, 2009.

SANDRONE, S. et al. Strategic considerations for applying the flipped classroom to neurology education. **Annals of Neurology**, v. 87, n. 1, p. 4-9, 2020.

SCOTT, D. W.; MILLER JR, W. H.; GRIFFIN, C. E. **Muller & Kirk, dermatologia de pequenos animais**. Philadelphia: WB Saunders, 1996.

SCOTT, J. L.; MOXHAM, B. J.; RUTHERFORD, S. M. Building an open academic environment – a new approach to empowering students in their learning of anatomy through ‘Shadow Modules’. **Journal of Anatomy**, v. 224, n. 3, p. 286-295, 2014.

SHAHARANEE, I. N. M.; JAMIL, J. M.; RODZI, S. S. M. Google classroom as a tool for active learning. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC, 2016.

SHORT, N. The use of information and communication technology in veterinary education. **Research in Veterinary Science**, v. 72, n. 1, p. 1-6, 2002.

SILVA, C. E. S. et al. Normatização dos equipamentos e técnicas de exame para realização de exames ecocardiográficos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 82, p. 1-10, 2004.

SILVA, J. P. B. M. **A história da anatomia e a sua importância no desenvolvimento das ciências farmacêuticas**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2014.

SIMÕES, R. S. et al. **Glossário de termos Morfológicos**. UNIFESP: São Paulo,

2014.

SINGH, B. **Tratado de anatomia veterinária**. Tradução de: Dyce, Sack and Wensing's textbook of veterinary anatomy. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. 872 p.

SOUZA MARINS, B. V. et al. Interdisciplinarity in Higher Education: A Cross-Sectional Analysis of the Literature in the period 2014-2018. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 1, p. 113-125, 2019.

SPRUMONT, P. Anatomical terms: towards development of Terminologies (terminogenesis). **European Journal of Anatomy**, v. 20, n. 3, p. 249-280, 2016.

SWAMY, M.; SEARLE, R. F. Anatomy teaching with portable ultrasound to medical students. **BMC Medical Education**, v. 12, n. 1, p. 99, 2012.

TEIXEIRA, T. F.; FERREIRA, E. D.; MICHELS, E. E **Regulamentação da oferta de disciplinas EaD em 20% da carga horária total dos cursos presenciais e a virtualização da educação superior**. XVIII Colóquio Internacional de Gestão Universitária, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidad Técnica Particular de Loja: San Cayetano Alto, Ecuador. 2018.

TERÇARIOL, S. G. **Anatomia humana: história e glossário**. Araçatuba, 2018. 154 p.

THOMAS, D. B. et al. 3D scanning and printing skeletal tissues for anatomy education. **Journal of Anatomy**, v. 229, n. 3, p. 473-481, 2016.

THOMAS, D. B.; FORDYCE, R. E. Biological plasticity in penguin heat-retention structures. **The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology**, v. 295, n. 2, p. 249-256, 2012.

THOMAS, W. B. Hydrocephalus in dogs and cats. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 40, n. 1, p. 143-159, 2010.

THRALL, D. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014. 864 p.

TILLEY, L. P.; GOODWIN, J. **Manual de cardiologia para cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002. 504 p.

TOBIAS, K. M.; JOHNSTON, S. A. **Veterinary Surgery: Small Animal**. Volume 2. St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2013. 2332 p.

VAHALIA, K. V. et al. The use of multiple-choice tests in anatomy: common pitfalls and how to avoid them. **Clinical Anatomy: the Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists**, v. 8, n. 1, p. 61-65, 1995.

VAN GINNEKEN, C. J.; VANTHOURNOUT, G. Rethinking the learning and evaluation environment of a veterinary course in gross anatomy: the implementation of an assessment and development center and an e-learning platform. **Journal of Veterinary Medical Education**, v. 32, n. 4, p. 537-543, 2005.

VEIGA, R. P.; VEIGA, M. P. Insuficiência renal crônica em cães e gatos domésticos: revisão de literatura. **Revista Uningá**, v. 7, n. 1, 2017.

VENEZIANI, G. R. **Desenvolvimento de um objeto simulador Canis Morphic utilizando impressora 3D para aplicação em dosimetria na área de radioterapia veterinária**. Tese (Doutorado em Ciências), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

VENTAYEN, R. J. M. et al. Usability evaluation of Google Classroom: Basis for the adaptation of GSuite e-learning platform. **Asia Pacific Journal of Education, Arts and Sciences**, v. 5, n. 1, p. 47-51, 2018.

VETMASTERS. **Investigando através dos olhos**. São Paulo: 2019. Disponível em: <<http://www.vetmasters.com.br/ultrassom-ocular>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

VILLIERS, R.; MONK, M. The first cut is the deepest: reflections on the state of animal dissection in biology education. **Journal of Curriculum Studies**, v. 37, n. 5, p. 583-600, 2005.

WAVA – World Association of Veterinary Anatomists. **Nomina Anatomica Veterinaria, Nomina Histologica Veterinaria & Nomina Embryologica Veterinaria**. Disponível em: <<http://www.wava-amav.org/wava-documents.html>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

WEN, C. L. Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): a integração da computação gráfica, impressão 3D e realidade virtual para aprendizado de anatomia, fisiologia e fisiopatologia. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 1, p. 7-15, 2016.

WHATMOUGH, C.; LAMB, C. R. Computed tomography: principles and applications. **Compendium Vet**. Londres, p. 789-800. 2006. Disponível em: <http://vetfolio-vetstreet.s3.amazonaws.com/mmah/35/e9a56949814ae89da396e9fa59a37a/filePV_28_11_789.pdf>. Acesso em 26 abr. 2019.

WHITTICK, W. G. **Canine orthopaedics**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, p. 857-894. 1990.

WISNER, E.; ZWINGENBERGER, A. **Atlas of Small Animal CT and MRI**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2015.

YAMMINE, K.; VIOLATO, C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 8, n. 6, p. 525-538, 2015.

ZACHARY, J. F.; MCGAVIN, M. D. **Pathologic basis of veterinary disease expert consult**. Elsevier Health Sciences, 2016.

ZHOU, L. et al. 'School's Out, But Class' On', the largest online education in the world today: taking China's practical exploration during the COVID-19 epidemic prevention and control as an example (March 15, 2020). **Best Evidence of Chinese Education**, v. 4, n. 2, p. 501-519. 2020.

APÊNDICE

ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE O TEMA

Tendências do Ensino de Anatomia Animal na Graduação de Medicina Veterinária



Catia Helena de Almeida Lima Massari¹, Luciana Silveira Flores Schoenau¹, Andressa Daronco Cereta¹, Maria Angélica Miglino^{1,2*}

¹Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

²Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

* Autora para correspondência: miglino@usp.br

RESUMO

O ensino de anatomia é de fundamental importância a todos os profissionais da área da saúde. Especialmente no campo da macroscopia, observam-se estímulos para o desenvolvimento de novos conceitos de educação médica com a aplicação de diferentes abordagens pedagógicas. Nos cursos de graduação em Medicina Veterinária, o método tradicional de ensino vem passando por inovações semestre após semestre. O presente artigo aborda quatro tendências no ensino de anatomia veterinária, verificadas através de uma revisão crítica: a) Aprendizagem assistida por computador a fim de desenvolver modelos anatômicos de animais virtuais; b) Modelos anatômicos artesanais, manequins e simuladores; c) Gravação de videoaulas e compartilhamento pela internet; e d) Uso de técnicas de preservação de cadáveres livres de formol. Conclui-se que a melhor metodologia de ensino de anatomia veterinária tende a ser aquela em que exista a associação de todos os novos recursos com a dissecação animal, complementando-se uns aos outros.

Palavras-Chave: Ensino Superior; Medicina Veterinária; Anatomia Animal; Objetos Educacionais de Aprendizagem; Peças Anatômicas.

ABSTRACT

Anatomy teaching has fundamental importance to all health professionals. Especially in the field of gross anatomy, incentives have been observed for the development of new concepts of medical education with the application of different pedagogical approaches. In Veterinary Medicine courses, the traditional teaching method has undergone continuous innovations semester after semester. The present paper aims to investigate four trends in veterinary anatomy teaching through a critical review about: a) Computer-assisted learning in order to develop anatomical models of virtual animals; b) Anatomical models, mannequin and simulators; c) Videotapes recording and internet sharing; and d) Use of formaldehyde-free cadaver preservation techniques. Therefore, it concluded that the best methodology of veterinary anatomy teaching tends to be the association of all these new resources with animal dissection, complementing each other.

Keywords: Higher Education; Veterinary Medicine; Animal Anatomy; Educational Learning Objects; Anatomical Pieces.

Introdução

O ensino de anatomia revela-se importante para todos os profissionais da área da saúde – seja humana ou animal. De modo mais específico, observam-se, sobretudo no campo da macroscopia, estímulos para o desenvolvimento de novos conceitos de educação médica com a pesquisa e aplicação de novas abordagens pedagógicas. Ou seja, sendo o objetivo da anatomia macroscópica

o estudo das estruturas corpóreas observáveis a olho nu, atualmente muitos recursos tecnológicos dos mais variados possíveis estão sendo incorporados à prática laboratorial (MCCUSKEY *et al.*, 2005).

Na maioria das faculdades de Medicina Veterinária, as disciplinas relacionadas à anatomia (descritiva, sistêmica, topográfica e cirúrgica) vêm tendo suas cargas horárias reduzidas nos últimos

anos. Com isso, há um compromisso dos docentes em identificar e selecionar material didático em quantidade e qualidade satisfatória ao ensino superior (DYCE *et al.*, 2010).

Nos cursos de graduação (bacharelado) em Medicina Veterinária, uma nova geração de estudantes já está se formando tendo experimentado práticas complementares ao método tradicional, possibilitando cada vez mais criatividade acadêmica e transformação curricular. Mas, quais seriam essas ferramentas didáticas alternativas que poderiam ser utilizadas no ensino de anatomia animal? Inúmeros modelos, manequins e simuladores estão sendo desenvolvidos artesanalmente nas salas de aula ou até mesmo comercialmente por algumas empresas nacionais. Os programas de aprendizagem assistida por computador possibilitam simulações multimídias através de dissecações virtuais; *softwares* interativos podem gerar imagens 3D que propiciam uma imersão do estudante em habilidades e procedimentos psicomotores a serem praticados de forma altamente sensorial, até mesmo tendo oportunidades de interação em tempo real ou impressão tridimensional de peças anatômicas. Os vídeos sobre anatomia são encontrados de forma rápida pela internet, confrontando-se cada vez mais com a disponibilidade do aluno em aprender através de prossecções de peças cadavéricas no laboratório. Nas aulas práticas, o uso do formol torna-se desconfortável devido aos riscos para a saúde dos alunos, funcionários e professores dentro do laboratório, o que desafia o docente a buscar novas técnicas para a conservação de peças anatômicas. Contudo, o estudo da anatomia em Medicina Veterinária não seria completo sem o trabalho prático com cadáveres de animais e seus tecidos; para isso, buscam-se sempre materiais de origem ética, melhores soluções para a preservação dos espécimes e maior cooperação entre departamentos que possam tornar-se fontes de materiais didáticos dentro do meio acadêmico, como o de patologia e cirurgia (MARTINSEN & JUKES, 2005; THEORET *et al.*, 2007).

26

Breve Descrição do Método Tradicional de Ensino de Anatomia Veterinária

O ensino de Anatomia objetiva abordar a forma, a disposição e a estrutura dos tecidos e órgãos que compõem o corpo. Em sua etimologia, a palavra, de origem grega, significa literalmente “cortar em pedaços”, uma vez que a dissecação de cadáveres é o método tradicionalmente utilizado no processo de ensino-aprendizagem desse ramo do conhecimento médico veterinário (DYCE *et al.*, 2010).

Historicamente, a dissecação de cadáveres é considerada a referência de qualidade para os ensinamentos de anatomia macroscópica. O debate acerca da educação em anatomia é vasto, e ponderações a respeito de vantagens e desvantagens do método tradicional de ensino são suscitadas nos dias de hoje (WILSON *et al.*, 2017).

Apesar dos muitos desafios relacionados ao uso de material cadavérico para ensinar estudantes de Medicina Veterinária, a abordagem tradicional do ensino, com bisturi em mãos no laboratório, continua sendo um passo importante à instrução dos alunos (GUMMERY *et al.*, 2017).

Aprendizagem Assistida por Computador: Modelos Anatômicos de Animais Virtuais

O ensino da anatomia veterinária vem sendo repensado nos últimos anos, buscando-se introduzir novas tecnologias que substituam o tradicional método baseado em cadáveres fixados, mantendo a qualidade do aprendizado. Tal complementação visa a atender anseios das comissões de ética no uso de animais (CEUA), além de perpassar por possíveis questões ambientais reduzindo a geração de resíduos químicos e preservando a saúde dos indivíduos envolvidos nessas práticas (SIMÃO & DE MELO, 2015).

A tecnologia do diagnóstico por imagem está se revelando um importante recurso de ensino em anatomia animal na medida em que se torna mais avançada e amplamente disponível para pacientes veterinários com a crescente popularização da tomografia computadorizada e da ressonância magnética incrementando a capacidade espacial

e visual dos estudantes de Medicina Veterinária (DELISSER & CARWARDINE, 2017).

Verifica-se que, na disciplina de anatomia animal, os tópicos são muitas vezes abordados a partir de diagramas bidimensionais (2D), fotografias e desenhos de atlas veterinários que mostram apenas um ponto de vista fixo. Isso leva à perda de informações espaciais, podendo induzir no estudante confusão ao transferir esse conhecimento ao paciente vivo. Assim, os métodos de aprendizagem assistidos por computador como modelos anatômicos 3D interativos têm ganhado espaço na educação em Medicina Veterinária (RAFFAN *et al.*, 2017; SCHOENFELD-TACHER *et al.*, 2017).

Os modelos anatômicos tridimensionais (3D), através de aprendizagem assistida por computador, recebem cada vez mais refinamento devido aos recursos derivados do escaneamento da superfície de objetos reais (como o esqueleto animal) ou do mapeamento de regiões anatômicas de interesse a partir de imagens de seções em série do corpo real. Nesses modelos, o aluno pode controlar a posição da imagem como se fosse um objeto 3D real em suas mãos, tendo noção de medidas e profundidades para aprendizagem de anatomia espacial, além de poder imprimir tais imagens através de técnicas de prototipagem em impressoras específicas (GARG *et al.*, 2001; GARG *et al.*, 2002).

Ademais, na área de anatomia microscópica, o advento de tecnologias digitais adotadas em sala de aula como ferramentas para visualização e interação com o conteúdo a ser ministrado já é realidade nos cursos de graduação com a utilização de laminários virtuais (SIVIERO & DE OLIVEIRA, 2016; RINALDI *et al.*, 2017). Também se faz disponível o uso de simuladores de células específicas para elucidação de certos eventos fisiológicos como, a título de exemplo, em circuitos neurais (PETTO *et al.*, 2017).

Ainda, possibilita dissecar virtualmente algumas regiões extremamente frágeis ou de difícil acesso nas peças anatômicas reais e melhora o ensino a respeito de interações espaciais complexas.

Também a impressão 3D pode ser empregada para reproduzir diversos objetos, incluindo próteses e esboços de peças anatômicas de diversas espécies animais (HARRISON *et al.*, 2001; BIASUTTO *et al.*, 2006; CHITTARO & RANON, 2007; JOHN, 2007; HISLEY *et al.*, 2008; SEIXAS-MIKELUS *et al.*, 2010; CODD & CHOUDHURY, 2011; BATTULGA *et al.*, 2012; PREECE *et al.*, 2013; MCMENAMIN *et al.*, 2014; SALTARELLI *et al.*, 2014; VIEHDORFER *et al.*, 2014; SIMÃO & DE MELO, 2015; YAMMINE & VIOLATO, 2015; NEMANIC *et al.*, 2016; SABER *et al.*, 2016; DOS REIS *et al.*, 2017; GROSS *et al.*, 2017; RINALDI *et al.*, 2017; SCHOENFELD-TACHER *et al.*, 2017; SMITH, *et al.*, 2018).

Modelos Anatômicos, Manequins e Simuladores Manufaturados

No Brasil, atualmente já existem empresas que comercializam simuladores veterinários em tamanho natural para estudo e treinamento de diversas técnicas em animais (CIVIAM, 2018). Da mesma maneira, ossos artificiais fabricados em poliuretano rígido já são comercializados para utilização em aulas práticas a respeito de anatomia descritiva de algumas espécies de animais domésticos como caninos, felinos e equinos (NACIONAL OSSOS, 2018).

No entanto, destaque aqui é dado à confecção artesanal de modelos anatômicos, como, por exemplo, a representação das articulações do ombro e do joelho de cão, utilizando massa de *biscuit* para reproduzir os diferentes ligamentos existentes nas referidas articulações, ou a representação da topografia vascular da face de um equino demonstrada com a colagem de lâ colorida sobre a superfície óssea da cabeça do animal, ilustrando dessa forma toda a trama arterial que é responsável pela irrigação sanguínea dessa região (DE MORAES SOUZA *et al.*, 2012).

A modelagem com argila também é uma dessas alternativas que fornecem uma solução cinestésica e tridimensional numa abordagem construtiva e sensorial para aprender anatomia. Acredita-se que, além de despertar a atenção do

estudante para tal tarefa, certamente aumente a carga cognitiva no momento da realização dessa atividade (DEHOFF *et al.*, 2011).

Vídeoaulas Compartilhadas pela Internet

A gravação de vídeoaulas sobre anatomia macroscópica e seu compartilhamento através da internet tentam “driblar” a redução de horas-aula em laboratório que vem ocorrendo na maioria das faculdades: disponibiliza-se aos estudantes material visual com boa qualidade para estudos em casa (TOPPING, 2014).

Embora seja controverso que as vídeoaulas efetivamente melhorem o desempenho acadêmico nas disciplinas relacionadas à anatomia animal, uma vez que jamais substituem o estudo presencial no laboratório, muitos estudantes são favoráveis à sua aplicação (THEORET *et al.*, 2007; SAXENA *et al.*, 2008; MAHMUD *et al.*, 2011). Schoenau e Schoenau (2013), fazendo uso da produção de vídeoaulas pelos acadêmicos como forma de aprendizado, nas quais estes participaram ativamente do processo, concluíram que o uso dos vídeos na disciplina de anatomia animal constitui uma ferramenta de suporte divertida, que promove satisfação pessoal, integração do grupo, divisão de tarefas e responsabilidade. Além do mais, estimula o aprendizado através da experiência. No entanto, alerta-se que a disponibilidade de tempo, do suporte tecnológico e do material didático anatômico deve ser levada em consideração.

Certamente, essa demanda é sentida por muitos docentes em anatomia veterinária nos dias de hoje, quando os alunos tendem a estudar para as avaliações também através de redes sociais *on-line* e *sites* de compartilhamento de vídeos como o *YouTube*, o qual demonstra ser um recurso emergente para a educação em anatomia (JAFFAR, 2012).

Técnicas de Preservação de Cadáveres Animais sem o Uso de Solução de Formol

Diversas são as técnicas anatômicas que se destinam à preservação de cadáveres para o ensino (RODRIGUES, 2005). Desde que foi descoberto

no século XVII, o formaldeído (aldeído fórmico, formol ou formalina) é, sem dúvida, o fixador e conservante de tecido biológico mais utilizado em laboratórios de anatomia, por apresentar ação bactericida, fungicida, virucida e esporicida. No entanto, oferece riscos de carcinogenicidade, especialmente como doença ocupacional a docentes, discentes e funcionários submetidos à exposição tóxica no laboratório. Por também ser tóxico ao meio ambiente, não pode ser descartado no esgoto comum, devendo ser retirado através de serviço de firma especializada na coleta adequada de resíduos químicos (LIMBERGER *et al.*, 2011; NETO & BIGONI, 2014).

Franceschini e Carvalho (1993) relatam que a utilização dessa solução é indevida na maioria dos laboratórios de anatomia, tendo em vista que muitos a usam para a conservação dos cadáveres e não apenas para a fixação dos mesmos. Isso ocorre, geralmente, pelo fato de que a solução de formol a 10% é fácil de ser preparada e também apresenta um menor custo aos laboratórios.

Conhecer tais riscos é primordial para que o popular formol possa ser substituído por outras técnicas de conservação como a glicerinação e a plastinação, que oferecem menor vulnerabilidade à saúde. No entanto, verifica-se que, embora estas sejam técnicas muito eficientes para a conservação de peças anatômicas, principalmente para fins de estudo em aulas práticas por evitarem riscos à saúde, seus custos ainda são elevados, e isso explica a pouca utilização da glicerinação e da plastinação em laboratórios de anatomia animal (CURY *et al.*, 2013; NETO & BIGONI, 2014).

Historicamente, em 1998, numa viagem a estudo à Universidade de Guarulhos pelo Curso de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo, o professor Dr. Alzido de Oliveira (*in memoriam*) apresentou uma técnica de conservação de cadáveres desenvolvida e utilizada naquela instituição por ele: a solução de Laskowski modificada. Tal solução foi implantada no Laboratório de Anatomia Animal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

em 2002 e continua sendo utilizada até os dias de hoje com ótimos resultados¹. Nessa técnica, as peças são acondicionadas em meio líquido, havendo na composição: a glicerina e o álcool como agentes conservadores, o ácido bórico com ação fungicida, e o ácido fênico com ação bactericida.

Outra técnica de preservação de cadáveres é através da solução Larssen. Criada no século XVIII, foi adaptada para reduzir os custos do produto sem perder a qualidade (solução de Larssen modificada). Tal líquido, quando perfundido, consegue preservar os tecidos, conservando a cor e a flexibilidade características das peças anatômicas. Nessa técnica, o cadáver é mantido no *freezer*, sendo descongelado a cada uso (DA SILVA *et al.*, 2004; MATERA, 2009).

Oliveira (2014; 2017), pensando na substituição do formaldeído devido a seus diversos efeitos nocivos, desenvolveu uma técnica alternativa de conservação de cadáveres em meio líquido, que consiste no uso de uma solução salina (cloreto de sódio a 30%), utilizada também até os dias de hoje nos laboratórios de anatomia da Universidade Estadual Paulista – Unesp e da Universidade de São Paulo – USP.

Ainda, visando a abolir o uso do formol como conservante e permitindo assim um ambiente agradável para ensino-aprendizagem, outras técnicas anatômicas como a criodesidratação, a injeção de látex e a injeção de vinilite seguida de corrosão são executadas, utilizando corpos e órgãos de animais provenientes de doações. A técnica de criodesidratação consiste em desidratar as peças para serem utilizadas em sala de aula (TEIXEIRA *et al.*, 1991; TEIXEIRA FILHO, 1996). As técnicas de preenchimento consistem em injetar em vasos sanguíneos, linfáticos, biliares e até em vias urinárias, reprodutoras e brônquios o látex natural, borracha siliconada e polímeros como o acetato de vinila – produtos de maior aceitação pelos anatomistas devido ao alto grau de penetração que fazem em pequenos capilares (CURY *et al.*, 2013).

Já na técnica de plastinação, após a dissecação do cadáver, este é submerso em acetona pura,

para que todo o líquido e as gorduras do corpo sejam removidos e, em seguida, a peça deve ser submetida ao processo de vácuo para substituir a acetona do corpo por um polímero (LATORRE *et al.*, 2007; ARREDONDO *et al.*, 2016; FRUHSTORFER *et al.*, 2011).

Considerações Finais

Mesmo com a consciência de que as inovações no ensino de anatomia através do uso de metodologias computadorizadas ou manufaturadas desenvolvam um novo campo para pesquisa, oferecendo aos estudantes de Medicina Veterinária muitos elementos para facilitar a abordagem das estruturas anatômicas, acredita-se que a aula prática no laboratório em que o discente experimenta o contato direto com as peças de cadáveres e seus tecidos ainda não possa ser substituída.

Salienta-se que a solução de formol ainda se faz necessária para a fixação das peças numa primeira etapa da preparação anatômica, embora felizmente seu uso já não seja obrigatório para a conservação dessas numa segunda etapa. Nessa segunda etapa, diante das diferentes técnicas oferecidas, devem-se analisar custos, forma de descarte dos resíduos, praticidade de uso, odor emanado no ambiente, coloração final das peças, maleabilidade e aceitação pelos estudantes, para uma escolha adequada do meio de conservação das peças nos laboratórios.

Conclui-se, portanto, que a melhor metodologia de ensino de anatomia veterinária tende a ser aquela em que exista a associação de todos os novos recursos com a dissecação animal, complementando uns aos outros.

Nota

¹ Comunicação pessoal da Profa. Dra. Luciana Silveira Flores Schoenau, em 16 de fevereiro de 2018.

Referências Bibliográficas

AL-KHALILI, Sereen M.; COPPOC, Gordon L. 2D and 3D stereoscopic videos used as pre-anatomy lab tools improve students' examination performance

- in a veterinary gross anatomy course. *Journal of veterinary medical education*, v. 41, n. 1, 2014, pp. 68-76.
- ARREDONDO, Jorge; LÓPEZ-ALBORS, Octavio; RECILLAS, Sergio; VICTORIA, Mauro; CASTELÁN, Octavio; GONZÁLEZ-RONQUILLO, Manuel; BECERRIL, Sigrid & LATORRE, Rafael. Modelo Virtual Tridimensional de la Articulación Cubital del Perro a Partir de Cortes Plastinados Ultradelgados. *International Journal of Morphology*, v. 34, n. 4, 2016, pp. 1253-1258.
- BATTULGA, Bayanmunkh; KONISHI, Takeshi; TAMURA, Yoko & MORIGUCHI, Hiroki. The effectiveness of an interactive 3-dimensional computer graphics model for medical education. *Interactive journal of medical research*, v. 1, n. 2, 2012.
- BIASUTTO, Susana Norma; CAUSSA, Lucas Ignacio; DEL RÍO, Luis Esteban Criado. Teaching anatomy: cadavers vs. computers?. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, v. 188, n. 2, 2006, pp. 187-190.
- CHITTARO, Luca; RANON, Roberto. Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, v. 49, n. 1, 2007, pp. 3-18.
- CIVIAM. Simuladores Veterinários. Disponível em: <<http://www.civiam.com.br/civiam/index.php/simulacao-veterinaria.html>>. Acesso em 15 jan. 2018.
- CODD, Anthony M.; CHOUDHURY, Bipasha. Virtual reality anatomy: Is it comparable with traditional methods in the teaching of human forearm musculoskeletal anatomy?. *Anatomical sciences education*, v. 4, n. 3, 2011, pp. 119-125.
- CURY, Fabio Sergio; CENSONI, Julia Barriounevo; AMBRÓSIO, Carlos Eduardo. Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 33, n. 5, 2013, pp. 688-696.
- DA SILVA, Rosane Maria Guimarães; MATERA, Julia Maria; RIBEIRO, Antonio Augusto Coppi Maciel. Preservation of cadavers for surgical technique training. *Veterinary surgery*, v. 33, n. 6, 2004, pp. 606-608.
- DE MORAES SOUZA, Aline Luize; DE ASSUMÇÃO, Rômulo Ferreira; GUIMARÃES, Luísa Faustino & RODRIGUES, Ana Bárbara Freitas. Utilização de métodos didáticos alternativos para o estudo da anatomia veterinária. *PUBVET*, v. 6, 2012, pp. Art. 1423-1428.
- DEHOFF, Mary Ellen; CLARK, Krista L.; MEGANATHAN, Karthikeyan. Learning outcomes and student-perceived value of clay modeling and cat dissection in undergraduate human anatomy and physiology. *Advances in physiology education*, v. 35, n. 1, 2011, pp. 68-75.
- DELISSER, Peter J.; CARWARDINE, Darren. Student Perceptions of Sectional CT/MRI Use in Teaching Veterinary Anatomy and the Correlation with Visual Spatial Ability: A Student Survey and Mental Rotations Test. *Journal of veterinary medical education*, 2017, pp. 1-10.
- DOS REIS, Daniela de Alcântara Leite; GOUVEIA, Beatriz Laura Rojas; DE ALCANTARA, Brenda Mendonça; SARAGIOTTO, Brunna Pereira; BAUMEL, Érica Esther Domanski; FERREIRA, Janaina Santos; ROSA JÚNIOR, José Carlos; DE OLIVEIRA, Francileusa Delys; SANTOS, Paulo Ramos da Silva & DE ASSIS NETO, Antônio Chaves. Biomodelos Ósseos Produzidos por Intermédio da Impressão 3D: Uma Alternativa Metodológica no Ensino da Anatomia Veterinária. *Revista de Graduação USP*, v. 2, n. 3, 2017, pp. 47-53.
- DYCE, Keith M.; WENSING, Cornelius J. G.; SACK, Wolfgang O. *Tratado de anatomia veterinária*. Elsevier Brasil, 2010.
- FRANCESCHINI, Licurgo José; CARVALHO, Vilma Clóris de. Exposição ao formaldeído em anatomia: um risco de saúde ocupacional?. *Rev. bras. ciênc. morfol*, v. 10, n. 2, 1993, pp. 137-41.
- FRUHSTORFER, Birgit H.; PALMER, J.; BRYDGES, S. & ABRAHAM, P. H. The use of plastinated prosections for teaching anatomy—the view of medical students on the value of this learning resource. *Clinical Anatomy*, v. 24, n. 2, 2011, pp. 246-252.
- GARG, Amit X.; NORMAN, Geoff; SPEROTABLE, Lawrence. How medical students learn spatial anatomy. *The Lancet*, v. 357, n. 9253, 2001, pp. 363-364.
- GARG, Amit X.; NORMAN, Geoffrey R.; EVA, Kevin W.; SPERO, Lawrence; SHARAN, Sumit. Is there any real virtue of virtual reality?: The minor role of multiple orientations in learning anatomy from computers. *Academic Medicine*, v. 77, n. 10, 2002, pp. S97-S99.
- GROSS, M. Melissa; WRIGHT, Mary C.; ANDERSON, Olivia S. Effects of image-based and text-based active learning exercises on student examination performance in a musculoskeletal anatomy course. *Anatomical sciences education*, v. 10, n. 5, 2017, pp. 444-455.
- GUMMERY, Erica; COBB, Kate A.; MOSSOP, Liz H. & COBB, Malcolm A. Student Perceptions of Veterinary Anatomy Practical Classes: A Longitudinal Study. *Journal of veterinary medical education*, 2017, pp. 1-14.
- HARRISON, Jon F.; NICHOLS, Jennifer S.; WHITMER, Allison C. Evaluating the impact of physical renovation, computerization, and use of an inquiry approach in an undergraduate, allied health human anatomy and physiology lab. *Advances in physiology education*, v. 25, n. 4, 2001, pp. 202-210.
- HISLEY, Kenneth C.; ANDERSON, Larry D.; SMITH, Stacy E.; KAVIC, Stephen M. & TRACY, J. Kathleen. Coupled physical and digital cadaver

- dissection followed by a visual test protocol provides insights into the nature of anatomical knowledge and its evaluation. *Anatomical sciences education*, v. 1, n. 1, 2008, pp. 27-40.
- JAFFAR, Akram Abood. YouTube: An emerging tool in anatomy education. *Anatomical sciences education*, v. 5, n. 3, 2012, pp. 158-164.
- JOHN, Nigel W. The impact of Web3D technologies on medical education and training. *Computers & Education*, v. 49, n. 1, 2007, pp. 19-31.
- LATORRE, Rafael M.; GARCÍA-SANZ, Mary P.; MORENO, Matilde; HERNÁNDEZ, Fuensanta; GIL, Francisco; LÓPEZ, Octavio; AYALA, María D.; RAMÍREZ, Gregorio; VÁZQUEZ, Jose M.; ARENCIBIA, Alberto & HENRY, Robert W. How useful is plastination in learning anatomy?. *Journal of Veterinary Medical Education*, v. 34, n. 2, 2007, pp. 172-176.
- LIMBERGER, Daniela Cristina Haas. Processos de recuperação, reuso e destinação do formol em laboratório de anatomia. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- MAHMUD, Waqas; HYDER, Omar; BUTT, Jamaal & AFTAB, Arsalan. Dissection videos do not improve anatomy examination scores. *Anatomical sciences education*, v. 4, n. 1, 2011, pp. 16-21.
- MARTINSEN, Siri; JUKES, Nick. Towards a humane veterinary education. *Journal of Veterinary Medical Education*, v. 32, n. 4, 2005, pp. 454-460.
- MATERA, Júlia Maria. Nível de aprendizado nos métodos substitutivos ao uso de animais no ensino. *Revista CFMV*, v. 15, n. 46, 2009, pp. 01-84.
- MCCUSKEY, Robert S.; CARMICHAEL, Stephen W.; KIRCH, Darrell G. The importance of anatomy in health professions education and the shortage of qualified educators. *Academic Medicine*, v. 80, n. 4, 2005, pp. 349-351.
- McMENAMIN, Paul G.; QUAYLE, Michelle R.; McHENRY, Colin R. & ADAMS, Justin W. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. *Anatomical sciences education*, v. 7, n. 6, 2014, pp. 479-486.
- NACIONAL OSSOS. Linha Veterinária. Disponível em: <<http://ossos.com.br/loja/veterinaria.html>>. Acesso em 15 jan. 2018.
- NEMANIC, Sarah; MILLS, Serena; VIEHDORFER, Matt; CLARK, Terri & BAILEY, Mike. The Effectiveness of a 3D Computerized Tutorial to Enhance Learning of the Canine Larynx and Hyoid Apparatus. *Journal of veterinary medical education*, v. 43, n. 3, 2016, pp. 243-254.
- NETO, Raul Antonio Fragoso; BIGONI, Paulo Sérgio. Substituição do formaldeído pela glicerina na conservação de preparações anatômicas. *Revista Laborativa*, v. 3, n. 1, 2014, pp. 75-87.
- OLIVEIRA, Fabrício Singaretti. Assessing the effectiveness of 30% sodium chloride aqueous solution for the preservation of fixed anatomical specimens: a 5-year follow-up study. *Journal of anatomy*, v. 225, n. 1, 2014, pp. 118-121.
- OLIVEIRA, Fabrício Singaretti. Técnica alternativa de conservação de cadáveres animais. 2017. Disponível em: <<http://unan.unesp.br/destaques/25768/tecnica-alternativa-de-conservacao-de-cadaveres-animais&pagina=1>>. Acesso em 17 fev. 2018.
- PETTO, Andrew; FREDIN, Zachary; BURDO, Joseph. The use of modular, electronic neuron simulators for neural circuit construction produces learning gains in an undergraduate anatomy and physiology course. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, v. 15, n. 2, 2017, pp. A151.
- PREECE, Daniel; WILLIAMS, Sarah B.; LAM, Richard & WELLER, Renate. "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anatomical sciences education*, v. 6, n. 4, 2013, pp. 216-224.
- RAFFAN, Hazel; GUEVAR, Julien; POYADE, Matthieu & REA, Paul M. Canine neuroanatomy: Development of a 3D reconstruction and interactive application for undergraduate veterinary education. *PloS one*, v. 12, n. 2, 2017, pp. e0168911.
- RINALDI, Vera D.; LORR, Nancy A.; WILLIAMS, Kimberly. Evaluating a technology supported interactive response system during the laboratory section of a histology course. *Anatomical sciences education*, v. 10, n. 4, 2017, pp. 328-338.
- RODRIGUES, Hidegardo. *Técnicas anatômicas*. In: *Técnicas anatômicas*. 3. ed. Vitória, ES: [s.n.], 2005.
- SABER, A. S.; SHOGHY, K. M. & MOHAMMED, S. A. Plasticine Modeling as Alternative in Teaching Veterinary Anatomy. *J. Vet. Anat. Vol.*, v. 9, n. 1, 2016, pp. 47-61.
- SALTARELLI, Andrew J.; ROSETH, Cary J.; SALTARELLI, William A. Human cadavers vs. multimedia simulation: a study of student learning in anatomy. *Anatomical sciences education*, v. 7, n. 5, 2014, pp. 331-339.
- SAXENA, Varun; NATARAJAN, Pradeep.; O'SULLIVAN, Patricia S. & JAIN, Sharad. Effect of the use of instructional anatomy videos on student performance. *Anatomical sciences education*, v. 1, n. 4, 2008, pp. 159-165.
- SCHOENAU, Luciana Silveira Flores; SCHOENAU, William. The production of video-classes as a learning tool to the animal anatomy discipline. *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, v. 12, n. 12, 2013, pp. 2560-2567.
- SCHOENFELD-TACHER, Regina M.; HORN,

- Timothy J.; SCHEVIK, Tyler A.; ROYAL, Kenneth D. & HUDSON, Lola C. Evaluation of 3D Additively Manufactured Canine Brain Models for Teaching Veterinary Neuroanatomy. *Journal of veterinary medical education*, v. 44, n. 4, 2017, pp. 612-619.
- SEIXAS-MIKELUS, Stéfanie A.; ADAL, Adaffaras; KESAVADAS, Thenkurussi; BAHETI, Ankur; SRIMATHVEERAVALLI, Govindarajan; HUSSAIN, Abid; CHANDRASEKHAR, Rameela; WILDING, Gregory E. & GURU, Khurshid A. Can image-based virtual reality help teach anatomy?. *Journal of endourology*, v. 24, n. 4, 2010, pp. 629-634.
- SIMÃO, Vitor Tadeu Cunha; DE MELO, Maria Isabel Vaz. Inovação Tecnológica no ensino da anatomia veterinária. *Síntaxe Múltipla*, v. 4, n. 1, 2015, pp. 63.
- SIVIERO, Fábio; DE OLIVEIRA, Sérgio Ferreira. Modernização do Ensino de Biologia Tecidual. *Revista de Graduação USP*, v. 1, n. 1, 2016, pp. 35-40.
- SMITH, Claire F.; TOLLEMACHE, Nicholas; COVILL, Derek & JOHNSTON, Malcolm. Take away body parts! an investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anatomical sciences education*, 2017.
- TEIXEIRA FILHO, Althen; GUARENTI, V. D. P. J.; TEIXEIRA, A.; CARAMBULA, S. F.; CRUZATI, A. & BRUCKER, P. F. The cryodehydration technique applied to cavitory and parenchymatous viscera. *Braz. j. morphol. sci.*, v. 13, n. 2, 1996, pp. 177-80.
- TEIXEIRA, Althen; TEIXEIRA FILHO, Althen; GUARENTI, Vicente De Paula J. Desidratação de músculos no preparo de peças anatômicas. *Rev. bras. ciênc. morfol.*, v. 7, n. 2/1, 1991, pp. 45-7.
- THEORET, Christine Laura; CARMEL, Éric-Norman; BERNIER, Sonia. Why dissection videos should not replace cadaver prosections in the gross veterinary anatomy curriculum: Results from a comparative study. *Journal of veterinary medical education*, v. 34, n. 2, 2007, pp. 151-156.
- TOPPING, Daniel B. Gross anatomy videos: Student satisfaction, usage, and effect on student performance in a condensed curriculum. *Anatomical sciences education*, v. 7, n. 4, 2014, pp. 273-279.
- VIEHDORFER, Matt; NEMANIC, Sarah; MILLS, Serena & BAILEY, Mike. Virtual dog head: using 3D models to teach complex veterinary anatomy. In: *ACM SIGGRAPH 2014 Studio*. ACM, 2014. pp. 17.
- WILSON, Adam B.; MILLER, Corinne H.; KLEIN, Barbie A.; TAYLOR, Melissa A.; GOODWIN, Michael; BOYLE, Eve K.; BROWN, Kirsten; HOPPE, Chantal & LAZARUS, Michelle. A Meta-analysis of Anatomy Laboratory Pedagogies. *Clinical Anatomy*, 2017.
- YAMMINE, Kaissar; VIOLATO, Claudio. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anatomical sciences education*, v. 8, n. 6, 2015, pp. 525-538.

Publicado em 04/07/2018.

A UTILIZAÇÃO DE OSSOS ARTIFICIAIS COMO MÉTODO COMPLEMENTAR AO ENSINO DE ANATOMIA ANIMAL NO CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA EM SALTO/SP

The use of artificial bones as a complementary method to animal anatomy teaching on Veterinary Medicine course in the city of Salto/SP

Catia Helena de Almeida Lima Massari [catia.massari@usp.br]

Universidade de São Paulo - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres (doutoranda), Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87 – CEP 05508-270, São Paulo/SP

Patricia Castelucci [pcastel@usp.br]

Universidade de São Paulo – Instituto de Ciências Biomédicas, Departamento de Anatomia, Av. Prof. Lineu Prestes, 2415 – CEP 05508-900, São Paulo/SP

Maria Angélica Miglino [miglino@usp.br]

Universidade de São Paulo - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Cirurgia, Setor de Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres, Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87 – CEP 05508-270, São Paulo/SP

Recebido em: 07/02/2018

Aceito em: 19/08/2018

Resumo

A disciplina de Anatomia Descritiva dos Animais Domésticos aborda, entre outros conteúdos didáticos, o sistema locomotor. Adotou-se a utilização de ossos artificiais como método complementar para o ensino de osteologia e artrologia. O material foi produzido pela empresa Nacional Ossos® e financiado pelo CEUNSP, sendo as peças fabricadas em poliuretano anatomicamente muito próximas aos ossos reais. Dentre tantos desafios enfrentados, considera-se que a utilização dos ossos artificiais como ferramenta de ensino foi satisfatória no curso de graduação em Medicina Veterinária, uma vez que as mesmas propiciaram aprendizado introdutório sobre a classificação, a estrutura e os aspectos biomecânicos de ossos e articulações de cães. Sob o ponto de vista educacional, o emprego de ossos artificiais nas aulas agregou uma nova prática pedagógica ao ensino de anatomia animal dentro da instituição privada, com a seleção de material apropriado para uma abordagem complementar.

Palavras-chave: Ensino superior, Medicina veterinária, Anatomia animal, Osteologia.

Abstract

The discipline of Descriptive Anatomy of Domestic Animals addresses, besides other didactic topics, the locomotor system. It was adopted the use of artificial bones as a complementary method for the teaching of osteology and arthrology. The material was produced by the company National Ossos® and financed by CEUNSP, the pieces made of polyurethane demonstrated be anatomically very close to the real bones. Among many challenges faced, it is considered that the use of artificial bones as a teaching tool was satisfactory on Veterinary Medicine undergraduate course because it provided introductory learning about classification, structure and biomechanical aspects of bones and joints of dogs. From the educational point of view, the employment of artificial bones in classes added a new pedagogical practice to the teaching of animal anatomy on private institution, selecting appropriate material for a complementary approach.

Keywords: Higher education, Veterinary medicine, Animal anatomy, Osteology.

Introdução

Segundo Dyce; Sack & Wensing (2010), o estudo de anatomia intenciona a abordagem da forma, da disposição e da estrutura dos tecidos e órgãos que compõem o corpo do animal. Em sua etimologia, a palavra anatomia, de origem grega, significa literalmente “cortar em pedaços”, uma vez que a dissecação de cadáveres é o método tradicionalmente utilizado para ensino desse ramo do conhecimento médico. Os anatomistas de hoje, porém, empregam diversas outras técnicas auxiliares para complementar o conhecimento sobre anatomia macroscópica, o qual até meados do século passado era somente obtido com a clássica utilização de bisturi e atlas.

Para Morin (2005), é notável a ambivalência do método científico que, ao mesmo tempo em que ele evidentemente traz progressos técnicos inéditos, também acaba insensibilizando sua própria prática. Isto é, a mesma ciência que tem a capacidade de resolver enigmas, dissipar mistérios, satisfazer necessidades sociais e desabrochar a civilização, concomitantemente, apresenta-nos, cada vez mais, problemas graves que se referem ao conhecimento que produz, à ação que determina, à sociedade que transforma.

Isso, indubitavelmente, reflete a celeuma ética presente em nossos tempos. Na maioria das universidades, as disciplinas de anatomia foram progressivamente modificadas e, algumas vezes, barbaramente encurtadas nos últimos anos, de acordo com Dyce; Sack & Wensing (2010). Naz et al. (2011) lamentam até mesmo a falta de interesse atual dos estudantes de medicina pelas dissecações, bem como a redução dessa prática em estudos acadêmicos. Mas, apesar de tudo, conforme Barry et al. (2016), a anatomia continua sendo a pedra angular da educação médica, embora os desafios contemporâneos estejam sendo presenciados pelos professores que vivenciam uma redução significativa na carga horária de suas aulas práticas realizadas em laboratório na maior parte das universidades ao longo das últimas décadas.

Sob o panorama acadêmico, a utilização de cadáveres na educação é historicamente tida como uma das ferramentas mais eficientes para alcançar os objetivos de aprendizagem. Em toda a área de ensino de ciências biológicas e agrárias, os animais são amplamente utilizados com propósitos educativos, especialmente na Medicina Veterinária. Os objetivos da utilização desses corpos estão vinculados ao processo da construção do raciocínio científico de diversas formas: transmitindo os conhecimentos; demonstrando os processos dinâmicos da vida, bem como a integração dos sistemas; ensinando as metodologias da pesquisa científica e treinando as habilidades manuais e técnicas, conforme Nab (1990).

Historicamente, sabe-se que a utilização de animais e seus corpos em aprendizagens é bastante antiga. De acordo com Miziara et al. (2012), já haviam relatos a respeito disso, em meados de 500 a.C., de filósofos pré-socráticos como Pitágoras (570-495 a.C.). Mas acredita-se que as investigações mais acuradas na área de anatomia provavelmente tiveram início com os estudos do médico grego Hipócrates (460-370 a.C.), que relacionava o aspecto de órgãos humanos com o de animais. Nas obras hipocráticas não são raros os escritos contendo descrições claras sobre dissecação de animais e procedimentos práticos. Os anatomistas Alcmaeon (510 a.C.), Herophilus (335-280 a.C.) e Erasistratus (304-250 a.C.) realizavam vivisseções em animais com o objetivo de observar estruturas e formular hipóteses sobre o funcionamento delas. Aristóteles (384-322 a.C.) realizou estudos comparativos entre órgãos humanos e de animais, constatando semelhanças e diferenças de conformação e fisiologia. Cerca de 500 anos depois, Galeno (129-217 d.C.), médico e filósofo investigativo do período romano, ficou conhecido como um dos precursores das ciências médicas experimentais por realizar dissecação de animais vivos com objetivos experimentais. Tal prática foi retomada no século XVI, dentre 1514 e 1564, por Vesalius, médico belga considerado o pai da

anatomia moderna. Tempos depois, o médico britânico William Harvey publicou, em 1638, talvez a primeira pesquisa científica com animais, sob o título *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in Animalibus*, com resultados comparativos da fisiologia circulatória de mais de 80 diferentes espécies animais. Também se seguiram importantes contribuições dos cientistas René Réaumur (1683-1757) e Stephen Hales (1677-1761).

Essas e outras experiências, segundo Paixão (2001), forneceram um campo fértil para que, no século XIX, o uso de cadáveres no ensino de ciências se tornasse um importante método pedagógico, principalmente nas mãos de François Magendie e seu sucessor Claude Bernard, institucionalizando as bases da pesquisa experimental moderna.

Nas últimas décadas, no entanto, Roquete de Macedo et al. (2005), Drake (2014), Scott; Moxham & Rutherford (2014) relatam que, em decorrência de sucessivas reformas educacionais, tanto no cenário nacional como internacional, as práticas educacionais no Ensino Superior vêm passando por substancialmente grandes alterações e evolução que refletem em efeitos no cotidiano acadêmico.

Para Paixão (2001), nos cursos de graduação em áreas médicas, tem ocorrido uma diminuição cada vez maior da utilização de animais e seus corpos, motivada por vários fatores como, por exemplo, o desenvolvimento de diversas alternativas de ensino que se revelam vantajosas; uma maior mobilização de alunos baseados na questão dos direitos dos animais e no conflito em sala de aula relacionado à objeção consciente ao uso de animais; um maior questionamento acerca do paradoxo em que se coloca o educador ao procurar desenvolver conhecimentos, valores, posturas éticas e ações num contexto cultural de exploração, além de legislações cada vez mais restritivas que se pronunciam especificamente a respeito do uso de animais com finalidades de ensino.

Entre tantos planos de ensino presentes nos projetos pedagógicos de curso (PPC) de cada instituição pública ou privada, o da disciplina de Técnica Cirúrgica, conforme Matera (2008), foi um dos que primeiramente se deparou com o impacto dessas mudanças no ensino advindas tanto da consciência dos professores que ministram as aulas como dos seus alunos envolvidos. A cada semestre, os métodos alternativos para minimizar o uso de animais vivos para o treinamento dos estudantes estão sendo cada vez mais incorporados ao conteúdo programático. Atualmente, no currículo de Medicina Veterinária de universidades brasileiras, animais que vieram a óbito por diversas causas nos hospitais veterinários têm contribuído para extinguir a eutanásia para fins didáticos, pois, após serem legalmente doados, seus corpos são preservados em solução especial e, com isso, tais cadáveres acabam sendo reutilizados por diversas vezes já que apresentam características morfológicas semelhantes às encontradas em animais vivos como textura, coloração e consistência tecidual.

É certo de que muito disso se deve ao conceito dos “3Rs”, estabelecido por Russel; Burch & Hume (1959) na obra *The Principles of Humane Experimental Technique*. Tal circunstância certamente representou o impulso inicial na comunidade acadêmica em relação ao conceito de “alternativas”: o primeiro “R” vem de *replacement* (substituição das metodologias de ensino que empreguem corpos animais), o segundo “R” simboliza *reduction* (redução do número de animais utilizados em aulas práticas), e finalmente, o terceiro “R” representa *refinement* (minimização de qualquer desconforto ou sofrimento aos animais quando esses forem realmente necessários para fins experimentais e didáticos).

De acordo com de Oliveira Carniatto (2017), o uso de animais em aulas práticas, onde estes seriam sacrificados apenas para observação de estruturas anatômicas ou visualização de processos fisiológicos já conhecidos e estabelecidos, vem sendo substituído por videogravações e/ou utilização de modelos anatômicos artificiais como manequins e simuladores. A implantação dos recursos

alternativos é um processo tecnológico progressivo, porém lento, que deve ser desenvolvido, implantado e incentivado pelo professor universitário, afirmando sua responsabilidade social e científica.

Costa Neto & Martins Filho (2017) relatam que, diferentemente da graduação em Medicina (humana), na Medicina Veterinária não existem ainda tantos nem tão variados recursos alternativos e, quando acontece, a maioria é de custo elevado e de origem estrangeira. Opcionalmente, muitos professores brasileiros passaram a desenvolver diversificados protótipos de forma artesanal, popularizando-os entre a comunidade acadêmica.

Em relação à divulgação dos acervos na tentativa de ampliar a possibilidade de aprendizagem por um maior número de estudantes, a integração das mídias sociais aos alunos de graduação tem mudado as abordagens tradicionais de ensino em ciências bem como alterado a relação professor-aluno. O surgimento da chamada geração You Tube ou geração conectada pode oferecer novas possibilidades para a educação em anatomia animal, engajando-a com plataformas digitais e compartilhando seus conhecimentos livremente através da internet, conforme Barry et al. (2016) e Miller & Lewis (2016).

Enfim, as alternativas estão aos poucos gradativamente crescendo. Enquanto Campos; Campos & Rocha (1996) apoiam o desenvolvimento de software educacional do tipo hiperídia, Preece et al. (2013) demonstram maiores vantagens do uso de um modelo físico para estudo de anatomia sobre os modelos computacionais 3D de imagens ou livros didáticos uma vez que se acredita que é possível através de simuladores melhor apreciar as complexas relações anatômicas espaciais.

Nibblett et al. (2017) ratificam que os instrumentos didáticos estão evoluindo a cada ano e é indiscutível a necessidade de validação de novos métodos de ensino em técnicas aplicadas aos animais. O próprio Código de Ética do Médico Veterinário do CFMV (2016) cita o dever profissional de “usar os animais em práticas de ensino e experimentação científica, somente em casos justificáveis, que possam resultar em benefício da qualidade do ensino, da vida do animal e do homem, e apenas quando não houver alternativas cientificamente validadas”.

Finalmente, apesar dos avanços para transformar a educação em anatomia em relação a seus tradicionais métodos didáticos, ainda há uma necessidade contínua dos estudantes universitários contextualizarem seus estudos para tornar a aprendizagem mais significativa, segundo Anstey (2017). Ashton et al. (2014) acreditam que o meio acadêmico alcançará êxito em relação à substituição de animais por métodos alternativos a partir do momento em que ocorra integração de interesses científicos, políticos, legislativos e educacionais.

Metodologia

Adotou-se no primeiro período da graduação em Medicina Veterinária do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio – CEUNSP, a utilização de ossos artificiais para o ensino de osteologia e artrologia, sendo estes componentes educacionais integrantes do plano de ensino da disciplina de Anatomia Descritiva dos Animais Domésticos. As aulas sobre o estudo dos ossos e das articulações foram agrupadas, então, seguindo-se as principais divisões do corpo animal: tronco, cabeça, membros torácicos e membros pélvicos.

Os estudantes passaram previamente por aula teórica, seguida da prática com as peças sintéticas sobre o sistema locomotor. Elegeu-se como padrão de estudo a espécie canina (*Canis lupus familiaris*), conforme mostram as figuras 1 e 2. No entanto, não foram deixadas de lado as diferenças aparentes significativas encontradas nas demais espécies domésticas; assim, através da anatomia

macroscópica comparada, os alunos tiveram a oportunidade de analisar também ossos de outras espécies animais.



Figura 1 - Comparação de crânio canino natural (à esquerda) do Museu de Anatomia Veterinária da FMVZ/USP com peça artificial produzida em poliuretano rígido (à direita) pela Nacional Ossos® em vista dorsal. **1**, abertura nasal; **2**, forame infraorbital; **3**, órbita; **4**, arco zigomático; **5**, processo frontal do osso zigomático; **6**, processo zigomático do osso frontal; **7**, crista sagital externa. Observa-se que o crânio sintético possui interior maciço e * mandíbula articulada com anatomia próxima ao esperado de um cão da raça Husky Siberiano. **Fonte:** Fotografia própria.



Figura 2 - Comparação de mandíbula canina natural (abaixo) do Museu de Anatomia Veterinária da FMVZ/USP com peça artificial produzida em poliuretano rígido (acima) pela Nacional Ossos® em vista dorsal. **1**, sínfise mandibular; **2**, corpo (parte horizontal); **3**, processo coronoide e **4**, processo condilar (no ramo, parte vertical). **Fonte:** Fotografia própria.

Desse modo, todas as descrições basearam-se nas estruturas anatômicas do cão. Contudo, as características comparativas mais notáveis foram apontadas especialmente em felinos, equinos, ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) e suínos.

Os modelos artificiais de ossos caninos utilizados nas aulas práticas foram produzidos pela empresa Nacional Ossos®, localizada em Jaú/SP, e custeados pelo CEUNSP, integrante do grupo Cruzeiro do Sul Educacional.

Sendo as peças sintéticas anatomicamente muito próximas aos ossos reais, conforme ilustram as figuras 3 e 4, estas foram incorporadas ao acervo do Laboratório de Anatomia Animal que atualmente se encontra em fase de implantação no campus da cidade de Salto/SP da referida instituição de ensino superior (IES).

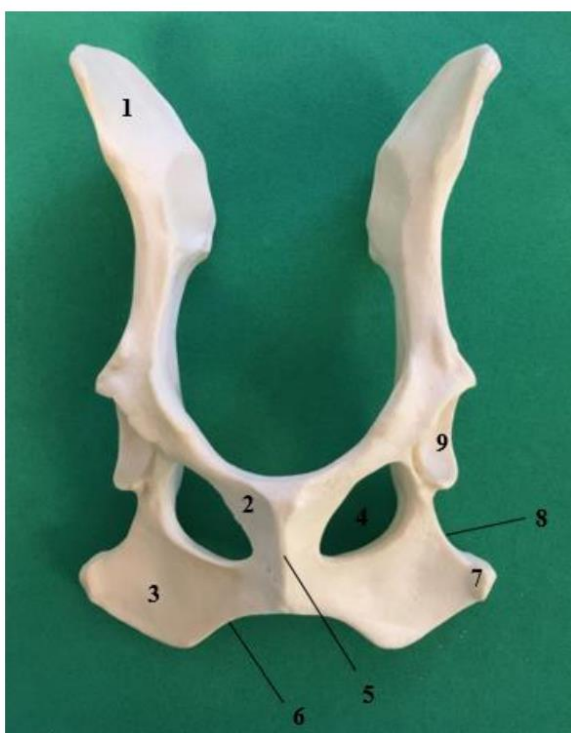


Figura 3 – Ossos artificiais do quadril canino produzidos em poliuretano rígido pela Nacional Ossos® em vista ventral. 1, asa do ílio; 2, púbis; 3, isquio; 4, forame obturado; 5, sínfise pélvica; 6, arco isquiático; 7, túber isquiático; 8, incisura isquiática menor; 9, acetábulo. **Fonte:** Fotografia própria.

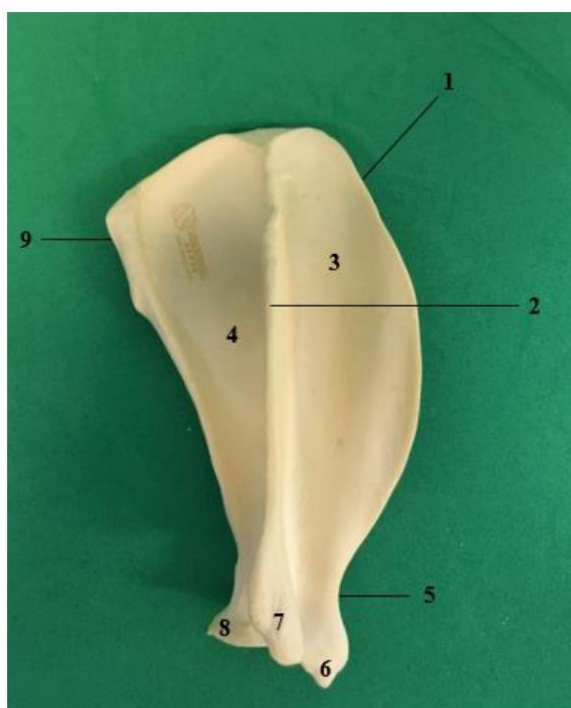


Figura 4 - Escápula canina artificial produzida em poliuretano rígido pela Nacional Ossos® em vista lateral. 1, ângulo cranial; 2, espinha; 3, fossa supraespinhosa; 4, fossa infraespinhosa; 5, colo; 6, tubérculo supraglenoide; 7, acrômio; 8, tubérculo infraglenoide; 9, ângulo caudal. Nota-se a marca publicitária indevidamente na parte proximal do osso. **Fonte:** Fotografia própria.

Resultados e Discussão

Dentre tantos motivos éticos e institucionais, optou-se pelo uso das peças sintéticas de cão num momento em que o laboratório se encontrava em fase de implantação nessa IES. Certamente, foi uma alternativa válida devido ao curto prazo solicitado para montagem do acervo didático necessário para osteologia e artrologia no primeiro período do curso. Diante da conjuntura inicial, em que o espaço físico do laboratório ainda estava em obras, o emprego das peças artificiais foi positivo porque não envolveu dissecação, aplicação de produtos químicos, descarte de resíduos, etc.

Entretanto, o processo de ensino-aprendizagem com as peças artificiais apresenta desafios que vão muito além do fato desses biomodelos ósseos simplesmente possuírem características físicas semelhantes às de uma peça *in natura* como tamanho e forma anatômica. É importante enfatizar que a utilização de métodos alternativos ao uso de ossos de cadáveres também deve atender ao alto grau de detalhamento requerido aos estudantes de graduação que cursam a disciplina. Para esses acadêmicos, é fundamental a compreensão das irregularidades presentes na superfície externa dos ossos, quais funcionam como locais de fixação para músculos e ligamentos; tais irregularidades são elevações (linhas, cristas, tubérculos, tuberosidades, espinhas) ou depressões (fossas, sulcos).

Relata-se que a emergência dos biomodelos em questão vem possibilitando aos estudantes aprenderem os detalhes anatômicos de caninos domésticos, não só comparando as peças sintéticas com as naturais como também através de imagens de atlas coloridos e tratados de anatomia veterinária

oferecidos pela biblioteca do campus de Salto/SP.

Sob o ponto de vista educacional, os ossos artificiais empregados agregaram uma nova prática pedagógica ao ensino de anatomia animal com a seleção de material apropriado para uma abordagem complementar às aulas em laboratório. Todavia, analisando-se especificamente a qualidade dos biomodelos, certamente existem prós e contras, ou seja, estruturas que podem ser vistas e estruturas que já não podem ser facilmente identificadas quando comparadas às peças *in natura*.

Algumas falhas encontradas nos protótipos foram: a) na cabeça, é notável a perda de delimitação dos ossos que compõe o crânio, pela atenuação das articulações fibrosas denominadas suturas, o que prejudica o entendimento dessa região topográfica como sendo um mosaico constituído por diversos ossos, ademais alguns forames cranianos não são percebidos com tanta clareza na resina; b) nos membros, houve discreta danificação do protótipo devido ao descolamento parcial dos ossos curtos juntos agrupados como no carpo e no tarso, ou sejam, tais regiões que são imprescindíveis na multiplicação das articulações distais de membros torácicos e pélvicos possibilitando a realização de movimentos complexos e reduzindo a ocorrência de concussões em animais vivos, infelizmente nas peças em resina acabam não suportando o manuseio constante pelos estudantes sendo necessária a manutenção constante com a aplicação de cola; c) a empresa fornecedora insere sua própria marca, um tipo de carimbo padrão de propaganda com o nome do fabricante que acompanha as próprias peças, isso causa certa confusão ao estudante que inadequadamente pode acabar apoiando-se mais na localização de tal carimbo do que no real entendimento de termos direcionais da anatomia veterinária; e) ausência de variação anatômica quando só se estuda pelas peças sintéticas, assim os alunos precisam ser advertidos que as características morfológicas dos animais reais não são padronizadas, existindo diversos fatores de variação mesmo entre os caninos, como idade, sexo, raça e biótipo.

Como vantagens, verifica-se que o custo para a aquisição dos biomodelos de resina é menor quando comparado à possível despesa para a confecção de esqueleto real para fins didáticos. A montagem de acervo natural para osteologia demanda maiores recursos materiais e humanos, pois o processo é trabalhoso, exige cuidados específicos e mão de obra técnica qualificada para individualização dos ossos, etiquetagem, maceração, limpeza das peças, clareamento e montagem dos esqueletos. Também o prazo para constituição de todo o conjunto de peças para osteologia veterinária é mais curto quando se adquire os protótipos se comparado ao tempo que seria necessário para a preparação das estruturas *in natura* aplicando-se as técnicas anatômicas convencionais.

Como perspectiva salutar ao ensino de ciência, aponta-se alguns outros resultados relevantes encontrados pela docente. Acredita-se que um benefício esteja relacionado à possibilidade de representar, na peça de poliuretano, algumas estruturas complexas (particularmente localizadas na vista ventral ou na base da caixa craniana); o fabricante possibilitou a construção de peças adequadamente rígidas e ao mesmo tempo com a maioria dos acidentes anatômicos (relevos) característicos. Isso representa um grande avanço à conservação de tal material a ser destinado para as aulas laboratoriais (principalmente em turmas com grande número de discentes) uma vez que as peças orgânicas naturalmente acabam sofrendo acelerado desgaste pelo manuseio dos alunos. Ademais, as peças anatômicas naturais, ao apresentar impreterivelmente certa fragilidade e padecer pela deterioração progressiva semestre após semestre, necessitam ser repostas com frequência. É certo que tal danificação dos esqueletos orgânicos, sem a devida reposição dos mesmos, acabaria refletindo negativamente na qualidade do ensino e, assim, o modelo artificial de ossos elaborados pela prototipagem em resina pode em muito contribuir para menor necessidade de manipulação das peças naturais, sendo ética e economicamente viável.

Outro aspecto favorável está relacionado à prontidão no planejamento da aula prática visto a não necessidade de aprovação de tais peças artificiais por Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA, já que estas possuem meramente estrutura plástica.

Também, considera-se conveniente a simplificação do método de obtenção dos modelos, uma vez que se enfrenta nos dias de hoje crescente dificuldade em adquirir peças reais para o ensino de anatomia. Como é sabida, para a Medicina Veterinária a obtenção dos cadáveres de animais domésticos geralmente sucede-se de pela doação de corpos através das clínicas veterinárias de pequenos animais mediante consentimento do representante legal (tutor responsável) pela espécie que veio a óbito; já os cadáveres de grandes animais em sua maioria acabam sendo adquiridos de abatedouros (envolvendo devido investimento financeiro institucional para tanto). Nesse ínterim, a fabricação de modelagens sintéticas representa certamente facilidade de acesso e custo razoável por objetos que apresentam características de tamanho, peso, consistência e coloração muito similares daquelas observadas em peças cadavéricas.

Todavia, é necessária cautela ao se analisar criticamente as peças artificiais que, embora sejam apresentadas como vantajosas à maioria das IES, também podem mostrar reduzido alcance educacional e limitações relacionadas ao não uso de corpos de animais em aulas experimentais.

Faz-se uma digressão a alguns aspectos relacionados à qualidade do Ensino Superior que merecem aqui uma ressalva como, por exemplo, o risco de se propiciar no ambiente acadêmico uma formação mais teórica do que prática com o comprometimento de conteúdos importantes. Muitos anatomistas enxergam o alto padrão de ensino em suas instituições sendo comprometido pela falta de cadáveres para dissecação, verificando que seus alunos apresentam maiores dificuldades para compreender a disposição dos órgãos no corpo e como eles se relacionam entre si quando usando apenas bonecos ou manequins.

Por fim, acredita-se atualmente que a utilização de peças artificiais possa com eficiência complementar o estudo, mas ainda não substitui o emprego de esqueletos naturais, ou seja, o ensino baseado na dissecação. Não obstante, sugere-se a combinação didática entre aulas teóricas e práticas tanto com uso de cadáveres como com aplicação de modelos complementares para constante analogia entre as peças orgânicas e sintéticas. Sendo assim, a utilização tanto dos exemplares artificiais como dos naturais tem o seu devido valor dentro do laboratório de anatomia animal já que ambos adicionam conhecimento amplo para os discentes envolvidos.

Considerações Finais

Considera-se que a utilização de ossos artificiais como ferramenta de ensino foi satisfatória no curso de graduação em Medicina Veterinária em Salto/SP, pois propiciou aprendizado sobre a classificação, a estrutura e os aspectos biomecânicos de ossos e articulações de cães. Tal método complementar demonstrou ser um agente facilitador do processo educacional uma vez que possibilitou a manipulação de peças secas, inodoras (ausente também de resíduo de formol) e com vida útil longa.

Com isso, espera-se ter alcançado os objetivos da disciplina de Anatomia Descritiva dos Animais Domésticos, relacionando o sistema locomotor aos conceitos básicos da Nomenclatura Anatômica Veterinária, além de compreender a forma e a função de estruturas ósseas do esqueleto canino.

Contudo, ressalta-se aqui a imprescindibilidade de se estabelecer os critérios de análise de quaisquer instrumentos alternativos de ensino-aprendizagem no Ensino Superior. É necessário investigar, futuramente, através de experimentos com os próprios alunos participantes se os modelos complementares ao ensino de morfologia animal cumprem eficientemente com seus propósitos – oferecer meios ao discente de Medicina Veterinária para que se efetive a construção do conhecimento

integrado em Anatomia Descritiva dos Animais Domésticos.

Por fim, este artigo de certo introduz a empregabilidade desses modelos de resina como objetos de ensino-aprendizagem, no entanto, sugere-se que mais pesquisas sejam realizadas para validar este método em relação aos acadêmicos do curso de Medicina Veterinária através de avaliações de desempenho dos estudantes no processo a longo prazo. Num futuro próximo, seria importante analisar se os processos de avaliação apontarão diferença significativa entre estudantes que tiveram aulas com ossos artificiais com relação a aqueles que tiveram aulas com ossos naturais.

Logicamente, buscar formas para validar os métodos complementares desenvolvidos não é tarefa simples, mas pode orientar adequadamente na formação docente-discente visando compatibilizar os interesses educacionais à nova perspectiva da sociedade em relação aos direitos dos animais e, garantir, de forma mais justa, a aplicação dos “3Rs” para guiar uma utilização mais parcimoniosa de animais e seus corpos no Ensino Superior.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Museu de Anatomia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (mav.fm.vz.usp.br), que gentilmente emprestou as peças naturais que integram seu acervo para a pesquisa.

Referências

- Anstey, L. M. (2017). “Applying anatomy to something I care about”: Authentic inquiry learning and student experiences of an inquiry project. *Anatomical sciences education*, 10(6), 538-548.
- Ashton, R., De Wever, B., Fuchs, H. W., Gaca, M., Hill, E., Krul, C., ... & Roggen, E. L. (2014). State of the art on alternative methods to animal testing from an industrial point of view: ready for regulation. *Altex*, 31(3), 357-363.
- Barry, D. S., Marzouk, F., Chulak-Oglu, K., Bennett, D., Tierney, P., & O’Keeffe, G. W. (2016). Anatomy education for the YouTube generation. *Anatomical sciences education*, 9(1), 90-96.
- Campos, F., Campos, G., & Rocha, A. R. (1996, July). Dez etapas para o desenvolvimento de software educacional do tipo hiperídia. In *Congresso Ibero-Americano de Informática Educacional*. <http://www.c5.cl/investiga/riple> (Vol. 96).
- CFMV. (2016). Código de Ética Profissional Do Médico Veterinário. In: *Manual de Legislação do Sistema CFMV/CRMVs*. Resolução nº 1.138, de 16 de dezembro de 2016, p. 9.
- Costa Neto, J. M.; Martins Filho, E. F. (2017). Substituição de animais no ensino: até que ponto? *Revista CFMV*, Brasília-DF, Ano XXIII, nº 72, p. 34-42.
- de Oliveira Carniatto, C. H. (2017). Propostas pedagógicas substitutivas ao uso de animais no ensino superior: Uma revisão. *PUBVET*, 11, 424-537.
- Drake, R. L. (2014). A retrospective and prospective look at medical education in the United States: Trends shaping anatomical sciences education. *Journal of anatomy*, 224(3), 256-260.
- Dyce, K. M., Wensing, C. J. G., & Sack, W. O. (2010). *Tratado de anatomia veterinária*. Elsevier Brasil.

- Matera, J. M. (2008). O ensino de cirurgia: da teoria à prática. *Ciência Veterinária nos trópicos*, 11, 92-101.
- Miller, G. W., & Lewis, T. L. (2016). Anatomy education for the YouTube generation: Technical, ethical, and educational considerations. *Anatomical sciences education*, 9(5), 496-497.
- Miziara, I. D., Magalhães, A. T. D. M., Santos, M. D. A., Gomes, É. F., & Oliveira, R. A. D. (2012). Research ethics in animal models. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 78(2), 128-131.
- Morin, E. (2005). *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Nab, J. (1990). Reduction of animal experiments in education in The Netherlands. *Alternatives to laboratory animals: ATLA*.
- Naz, S., Nazir, G., Iram, S., Mohammad, M., Umair, U., Qari, I. H., & Mohammad, S. (2011). Perceptions of cadaveric dissection in anatomy teaching. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 23(3), 145-148.
- Nibblett, B. M. D., Pereira, M. M., Sithole, F., Orchard, P. A., & Bauman, E. B. (2017). Design and Validation of a Three-Dimensional Printed Flexible Canine Otoscopy Teaching Model. *Simulation in Healthcare*, 12(2), 91.
- Paixão, R. L. (2001). *Experimentação animal: razões e emoções para uma ética*. 2001 (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Saúde Pública) -Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro).
- Preece, D., Williams, S. B., Lam, R., & Weller, R. (2013). "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anatomical sciences education*, 6(4), 216-224.
- Roquete de Macedo, A., Vettorato Trevisan, L. M., Trevisan, P., & Sperandeo de Macedo, C. (2005). Educação superior no século XXI e a reforma universitária brasileira. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação*, 13(47).
- Russell, W. M. S., Burch, R. L., & Hume, C. W. (1959). The principles of humane experimental technique.
- Scott, J. L., Moxham, B. J., & Rutherford, S. M. (2014). Building an open academic environment—a new approach to empowering students in their learning of anatomy through 'Shadow Modules'. *Journal of anatomy*, 224(3), 286-295.

Volumetric Computed Tomography Reconstruction, Rapid Prototyping and 3D Printing of Opossum Head (*Didelphis albiventris*)

Reconstrucción Volumétrica por Tomografía Computarizada, Prototipado
Rápido e Impresión 3D de Cabeza de Zarigüeya (*Didelphis albiventris*)

Catia Helena de Almeida Lima Massari¹; Ana Carolina Brandão de Campos Fonseca Pinto²;
Yuri Karaccas de Carvalho³; Adriano Ferreira Silva¹ & Maria Angélica Miglino²

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLINO, M. A. Volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.

SUMMARY: Natural anatomical pieces of wild animals are rare and teachers seek alternatives in satisfactory quantity and quality to inform their students. This article aims to describe the use of multiplanar reconstructions and 3D volume rendering computed tomography (CT) images, rapid prototyping and 3D printing of opossum head to create a biomodel to veterinary education in descriptive anatomy of wild animals. A six-step method study was conducted to construct the biomodel: (1) selection of opossum head from museum; (2) CT scanning of bones structures in veterinary hospital; (3) DICOM visualization medical images in multiplanar reconstructions and 3D volume rendering; (4) .dicom file conversion to .stl; (5) 3D printing of opossum head by rapid prototyping; (6) comparison of 3D model printed with the original anatomical piece. The use of CT images with their different forms of reconstruction can provide a more comprehensive 3D view of opossum craniofacial region and allow a better understanding of head anatomy of this species. The 3D printed biomodel can be a viable alternative to original bone specimens when used in anatomy education. However, further studies must be continued to validate the method in Veterinary Medicine courses.

KEY WORDS: Veterinary Education; Anatomy; Biomodel; 3D Printing; Opossum.

INTRODUCTION

The white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, can be considered an excellent model for comparative embryology in developmental biology studies. The group Metatheria (Didelphimorphia) has relevance among mammals, particularly related to reproduction aspects, as they represent an important transition link between Prototheria and Eutheria groups.

But it is not so easy to study the opossums today because of the difficulty to obtain animal corpses in many veterinary universities. Most natural anatomical pieces of wild animals are rare and teachers seek alternatives in satisfactory number and gross peculiarity to inform their students. Fortunately, the traditional method of teaching has undergone innovations time after time. The use of diagnostic

imaging in order to develop virtual anatomical models and the use of 3D printing to objectify through rapid prototyping these scanned models is a trend in veterinary anatomy teaching. This didactic alternative is not substitutive for the dissection based teaching but a complement to the traditional method of teaching-learning in anatomy (Massari *et al.*, 2018).

The available literature suggests that both digital and physical scale models of animal skeletal components can be rapidly produced by using 3D printing technology (Li *et al.*, 2018).

Understanding the three-dimensional nature of wild animal form is imperative for an effective medical practice

¹ PhD Student in Anatomy of Domestic and Wild Animals, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo (FMVZ/USP), Brazil.

² Surgery Department, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo (FMVZ/USP), Brazil.

³ Laboratory of Veterinary Anatomy - 3D Educational Technologies. Federal University of Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brazil.

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLIANO, M. A. Volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.

especially in descriptive anatomy where morphology is compared between different species of domestic and wild animals. Literature affirms that the emergence of 3D printing can provide numerous opportunities to enhance aspects of medical and healthcare training. These plastic models can be used in anatomy education as a teaching tool as well as a method for increasing the curriculum and innovating established learning modalities, integrating anatomy to radiology (Smith *et al.*, 2017).

The creation of new rapid prototyping techniques, the low cost of 3D printers as well as the emergence of new software for image analysis have allowed the creation of 3D models of bones. Truly, its application is possible in the field of anatomy teaching in many universities of animal sciences. The deterioration of bone pieces by continuous use, the difficulty in obtaining a good number of anatomical pieces for all students as well as the coming up of the 3D printers at an affordable price for the manufacturing of 3D bones models at full scale have led to the introduction of a new way of studying anatomy. The advent of 3D printers has allowed the creation of biomodels by rapid prototyping, providing production of three-dimensional structures starting from a computer graphic modeling and, then, an additive manufacturing process (Lozano *et al.*, 2017).

Technological resources can contribute to veterinary anatomy teaching, making subjects related to this area which are essential for the training of Veterinary Medicine students, increasingly updated in the face of new technologies and new generations of students. Specific in osteology, today

there are biomodels of canine and equine skeletons reporting the use of 3D printing to produce them (dos Reis *et al.*, 2017).

This article aims to describe the use of multiplanar reconstruction, volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head to create a biomodel to veterinary education in descriptive anatomy of wild animals. The academics need to know gross anatomy of wild animals but unfortunately, they often do not have an available laboratory with a satisfactory collection of anatomical pieces. Currently, the main macroscopic study tool is by comparative anatomy investigating the shape and development of the animal body through the analogy between different species.

MATERIAL AND METHOD

This study was developed in the University of São Paulo (USP), Brazil, comprising six steps as shown by the flowchart below (Fig. 1).

The first step was borrowing the opossum head from the collection of the University's Veterinary Anatomy Museum (MAV/USP), which made possible to study the bones in situ to know this topographic region. The second stage comprised a computerized tomography examination by the Diagnostic Imaging Service- Surgery Department – School of Veterinary Medicine and Animal Science; the computed tomographic images were acquired with a Philips

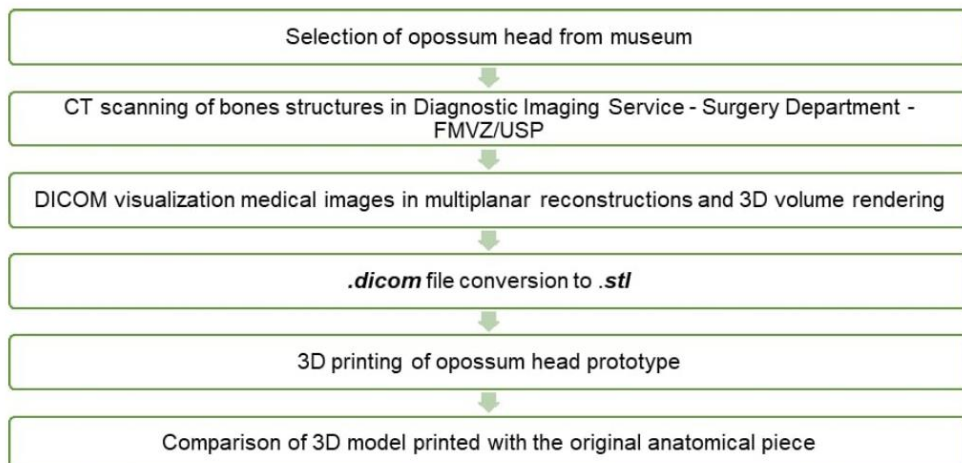


Fig. 1. Flowchart for design of 3D anatomical model. Sequence of six steps to creation of 3D prototyping of opossum head.

CT Scanner MX 8000 IDT® 16 data channels in DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) file format. It was produced in 271 slices thickness of 0,7 mm. The third step involved the files analysis in Osirix® and Radiant® DICOM viewers, which allowed to compare different sequences: the multiplanar reconstructions in orthogonal planes (transverse, sagittal and dorsal planes) and the 3D volume rendering that allows the view of a large volume of data generated by CT scanner in three-dimensional space and interactively explored in different aspects. The fourth step involved the conversion of DICOM file to STL through the software InVesalius® for the creation of the opossum head prototype. The fifth step was to print the opossum head prototype through the 3D printer model Flexprinter® 2025 (available in www.flexbras.com.br), according to the following specifications: layer thickness 0.2 mm, wall thickness 1.2 mm, fill 20 %, material ABS color ivory. These were used to produce a 1:1 scale physical model with the fused deposition modeling (FDM) 3D printer to produce highly accurate opossum head model using the software Cura®. And finally, the sixth stage comprised the comparison of the 3D model with the original anatomical piece of the museum, evaluating pros and cons of the biomodel created.

RESULTS AND DISCUSSION

Particularly the skull is made of many fused bones as the animal becomes skeletally mature. CT is an excellent modality to depict and study the complex anatomy of the skull and the jaws using multi-planar 2D images as well as 3D rendering images. The skull is generally symmetric along sagittal plane which can be used for comparisons of paired structures during interpretation (Wisner & Zwingenberger, 2015).

The opossum skull is relatively small and narrow. It can be divided into two parts: facial or viscerocranium, which comprises a pair of mandibles and bones that circumscribe the initial part of the digestive and respiratory systems, and neurocranium which houses the encephalic organs from central nervous system. Figures 2, 3 and 4 show the gross anatomy of bones that compose the head of an opossum.

This research proves that the parts of maxilla and premaxilla palate are fenestrated by a series of paired apertures. The external sagittal crest, the most prominent structure in the dorsal view of the skull, can also be palpated in a living animal during semiology examination.

840

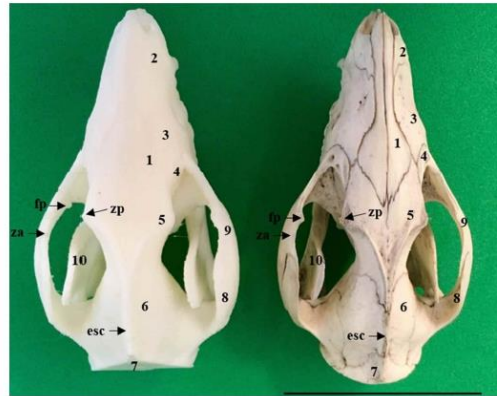


Fig. 2. Dorsal view of natural bones (left) and 3D-printed bones (right) that compose the head of opossum. 1, nasal; 2, incisive; 3, maxilla; 4, lacrimal; 5, frontal; 6, parietal; 7, occipital; 8, temporal; 9, zygomatic; 10, mandibula. Note also: esc, external sagittal crest; za, zygomatic arch; zp, zygomatic process of the frontal bone; fp, frontal process of the zygomatic bone. Bar = 5 cm.



Fig. 3. Ventral view of natural bones (left) and 3D-printed bones (right) that compose the head of opossum. Note also: ms, mandibular symphysis; za, zygomatic arch; mf, maxillopalatine fenestra; pf, palatine fenestra; ch, choana; ap, angular process of mandibula; cp, condylar process of mandibula. Bar = 5 cm.

The mandible is definitely the largest bone in the head. However, in this work it was not possible to separate the mandible from the skull since it was already found artificially glued because it is a very fragile piece exposed in the Anatomy Veterinary Museum.

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLINO, M. A. Volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.

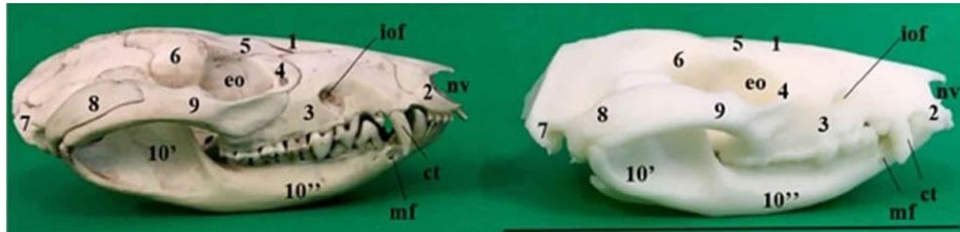


Fig. 4. Left lateral view of natural bones (left) and 3D-printed bones (right) that compose the head of opossum. 1, nasal; 2, incisive; 3, maxilla; 4, lacrimal; 5, frontal; 6, parietal; 7, occipital; 8, temporal; 9, zygomatic; 10', mandibular ramus; 10'', mandibular body. Note also: nv, nasal vestibule; iof, infraorbital foramen; ct, canine tooth; mf, mentalis foramen; eo, eye orbit. Bar = 9.5 cm.

When comparing the two pieces (in natura and artificial), the printed template has estimated weight of 21.47 grams while the original piece has 23.10 g. The area measures are similar presenting 9.5 cm of height and 5.0 of width.

The qualitative aspects of rapid prototyping and 3D printing regarding structures that can be seen and structures that unfortunately cannot be seen when compared to the piece in natura are presented in the Table I.

About dental arch defect observed in biomodel, it is believed that the problem actually occurred during 3D printing process since the Figure 5 proves that the dental roots were correctly scanned by CT. The maximum intensity projection (MIP), projecting the voxel with the highest attenuation value on every view throughout the volume onto a 2D image makes possible to analyze with a close definition not only the tooth but also the gomphosis or the dentoalveolar syndesmosis.








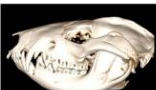

Anatomical view	Natural model	TC reconstruction	3D printed model	Quality
Dorsal				Although all bones are printed successfully, the cranial sutures have not been well identified in the printed piece which may hinder the skull bones delimitation. The caudal region of skull, specifically the occipital bone, has undergone a cut due to modeling where the cutted line represents the place where the part rests on the printer tray. It must be improved by modifying the support structure, lifting the part, and eliminating such a defect.
Ventral				All bones were printed reliably to natural; however joints such as the mandibular symphysis are very attenuated. A small defect bore in the caudal region due to the cut already cited above.
Right lateral				Although tooth was printed, specifically the exposure of the dental root in the <i>in natura</i> piece is not maintained in the biomodel. There is a difficulty of differentiating between them in the printed part. Note again the prototyping error in the caudal region.

Table I. Analysis of qualitative aspects of the prototyped piece compared to the natural one. Images from authors.

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLIANO, M. A. Volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.



Fig. 5. Maximum intensity projection (MIP) is a CT method analysis for opossum dentistry evaluation.

This kind of defect is not rare when using a 3D printer; biomodel presents this dentistry identification problem when compared to in natura piece or DICOM file images from CT. In the original one, it is possible to delimit clearly the dental roots of some teeth, mainly of the premolars, whereas in the biomodels the region of dental arch is not so well identifiable. One of the possibilities for correction of this defect can be by applying Meshmixer®, a free software to clean the 3D scan before printing.

Opossums have the following dental formula: I 5/4, C 1/1, PM 3/3, M 4/4, totalizing 50 teeth, according to Silva *et al.* (2006). They have more incisors teeth in inferior dental arch (mandibula) than in superior dental arch. Marsupials have absence of deciduous dentition; its only deciduous tooth is the third premolar. In this study it was possible to observe that the superior canine teeth are extremely well developed for hunting.

The opossum skeleton basically follows the pattern of all other mammals. However, the literature points at distinguishing characteristics related to the locomotor system like the presence of epipubic bones (Silva *et al.*) and the absence of a true patella. After all, there was no significant difference between bones found in head of the white-eared opossum when compared to those described for dogs.

In this study, CT proved to be an important teaching-learning resource as it becomes more advanced for animal patients and available for students of Veterinary Medicine. It can also dissect virtually some extremely fragile or hard-to-reach regions in anatomical pieces and to improve teaching on complex spatial interactions. The multiplanar and 3D postprocessing techniques demonstrated the feasibility of generating virtual models, being a teaching-learning tool that offers an opportunity to study anatomical pieces that are often rare in veterinary anatomy laboratories.

The use of CT images with their different forms of reconstruction can provide students with a more

comprehensive 3D view of opossum craniofacial region, allow greater understanding of head anatomy and awareness for the preservation of this important species. And the 3D model of skull obtained using the addition manufacturing technique in 3D printing with FDM technology reproduces the anatomical details that the students of anatomy must know, with great accuracy and precision. The rapid advancement in the design of increasingly fast and accurate 3D printers as well as the appropriated software that facilitates their use suggests the growing implementation of this technology in the field of veterinary education.

In relation to the aspects of the biomodel creation itself, the value of US\$ 17.00 was spent for the production of one anatomical piece. The time of creation was of 1h 30 min for conversion of the CT image in stereolithography file format and the time for the actual printing was of 3h. The quality of slight loss in the printed model was due to the inexperience of the authors about handling the 3D printed biomodel, being recommended the standardization of this new 3D printer for future works with bones scanned by TC.

The results present so many advantages of biomodel when comparing to the preparation of a natural anatomical piece through traditional anatomical technique. Firstly, all bones used in animal anatomy studies must be obtained legally and it is unquestionable the difficulties today in obtaining corpses of wild animals due to ethical obstacles and by government agencies regarding the collection of dead wild animals in forests or roads. Secondly, the anatomical osteotechniques involves bones maceration, drying, assembly of skeletons and application of varnishes to preserve them. These steps must occur in a preparation room of anatomy laboratory and involve a correct environmental disposal of biological material such as removing soft tissues. All of this certainly involves higher financial investments with specialized technical manpower, chemical products, surgical instruments and appropriate facilities. In addition to this the storage of the natural parts needs to be in an appropriate place to avoid fungus deterioration. In face of all this, the biomodeling of synthetic bones is less expensive, faster and requires much less care for the storage of the parts made in polymerizable resins.

Another great advantage lies in the provision of a large number of biomodels of different species, often not present in that geographic region, for an infinite number of students in short time production. It also allows to so many universities, including those addressed far away from the habitat of this species, to access the biomodel.

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLIANO, M. A. Volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.

For learning and teaching gross anatomy practically, a variety of specimen is necessary in quantity that meets all the academic. Hagebeuker *et al.* (2018) related to the importance in producing syntactic didactic material for classes. They demonstrated that anatomically correct valuable equine skulls of horses at different ages in different sizes can easily be produced with the help of 3D printing in any requested number.

Access to adequate anatomical specimens can be an important aspect in learning the anatomy of wild animals. Moreover, the 3D printed biomodel can be a viable alternative to original bone specimens when used in anatomy education. This study demonstrated an important example of reproducing bone models to be used in anatomy veterinary education. Schimming *et al.* (2016) related that knowledge of the skull morphology in mammals is very important, because it provides baseline anatomic information and can improve veterinarian medical and surgical clinics knowledge.

Due to the existence of few published works using 3D manufacture in the area of teaching of the anatomy of wild animals, certainly this work has an important role in the disclosure of biomodels as a didactic alternative to veterinary osteology teaching. However, further studies must be continued to validate the method in the teaching-learning relationship of academics in veterinary medicine courses. So, an investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education is suggested in future research certainly because the progress in the creation of new biomodels will be the greatest achievement in veterinary education development.

In Brazil, according to Federal Council of Veterinary Medicine (Conselho Federal de Medicina Veterinária, 2018), there are more than 300 undergraduate courses in veterinary medicine today besides other related courses such as animal sciences (zotechnic courses) and biological sciences (Conselho Federal de Medicina Veterinária). So, 3D printing can overcome problems associated with the poor infrastructure of anatomy laboratories.

This work also presented a multidisciplinary aspect showing that it is possible to integrate disciplines such as anatomy, diagnostic imaging and surgery (producing specific biomodels for surgical training). Nowadays, we are experiencing a badly reduction in the workload of the anatomy class in order to increase the workload of disciplines linked to the medical clinic. Under this point of view, this work can provide a new educational perspective by changing the traditional teaching method for the integration of contents.

CONCLUSION

It is concluded that it is possible to mitigate the problems caused by the restriction of the use of animals or their bodies in educational institutions, creating biomodels to veterinary education. This work certainly reduces the academic gap between students from universities with large natural collections and students from beginners' institutions especially in the Brazilian private higher education network.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the University of São Paulo Museum of Veterinary Anatomy (<http://mav.fmvz.usp.br>) for lending its collection and Flexbras (<http://impressora3dflexbras.com.br>) for the development of Brazilian 3D printing technology.

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLIANO, M. A. Reconstrucción volumétrica por tomografía computarizada, prototipado rápido e impresión 3D de cabeza de zarigüeya (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.

RESUMEN: Las piezas anatómicas naturales de animales salvajes son raras y los profesores buscan alternativas satisfactorias, en cantidad y calidad, para enseñar a sus alumnos. Este artículo tuvo como objetivo describir el uso de la reconstrucción volumétrica por tomografía computarizada, la creación rápida de prototipos y la impresión 3D de la cabeza de zarigüeya para obtener un biomodelo en anatomía descriptiva de animales salvajes para educación veterinaria. Se realizó un estudio en seis pasos para construir el biomodelo: (1) selección de cabeza de zarigüeya del museo; (2) tomografía computarizada de estructuras óseas en hospital veterinario; (3) visualización de las imágenes médicas en DICOM por reconstrucciones multiplanares y renderización de volumen 3D; (4) conversión de archivos .dicom a .stl; (5) impresión 3D de cabeza de zarigüeya mediante prototipado rápido; (6) comparación del modelo 3D impreso con la pieza anatómica original. El uso de imágenes de tomografía computarizada, con sus diferentes formas de reconstrucción, puede proporcionar una vista 3D más completa de la región craneofacial de zarigüeya y permitir una mejor comprensión de la anatomía de la cabeza de esta especie. El biomodelo 3D impreso puede ser una alternativa viable a las muestras óseas originales cuando se utiliza en la educación de la anatomía. Sin embargo, se deben continuar los estudios para validar el método en los cursos de Medicina Veterinaria.

PALABRAS CLAVE: Educación Veterinaria; Anatomía; Biomodelo; Impresión 3D; Zarigüeya.

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLINO, M. A. Volumetric computed tomography reconstruction, rapid prototyping and 3D printing of opossum head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3):838-844, 2019.

REFERENCES

- Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). Website. Brasília, Conselho Federal de Medicina Veterinária, 2018. Available in: <http://portal.cfmv.gov.br>
- dos Reis, D. A. L.; Gouveia, B. L. R.; Alcântara, B. M.; Saragiotto, B. P.; Baumel, É. E. D.; Ferreira, J. S.; Rosa Júnior, J. C.; Oliveira, F. D.; Santos, P. R. S. & Assis Neto, A. C. Biomodelos ósseos produzidos por intermédio da impressão 3D: uma alternativa metodológica no ensino da anatomia veterinária. *Rev. Grad. U. S. P.*, 2(3):47-53, 2017.
- Hagebeuker, K.; Zandt, E.; Wölfel, I.; Weber, S. & Poulsen Nautrup, C. *Different forms of equine skulls produced with a 3D printer*. Hannover, 32nd Congress of the European Association of Veterinary Anatomists, 2018.
- Li, F.; Liu, C.; Song, X.; Huan, Y.; Gao, S. & Jiang, Z. Production of accurate skeletal models of domestic animals using three-dimensional scanning and printing technology. *Anat. Sci. Educ.*, 11(1):73-80, 2018.
- Lozano, M. T. U.; Haro, F. B.; Diaz, C. M.; Manzoor, S.; Ugidos, G. F. & Mendez, J. A. J. 3D digitization and prototyping of the skull for practical use in the teaching of human anatomy. *J. Med. Syst.*, 41(5):83, 2017.
- Massari, C. H. A. L.; Schoenau, L. S. F.; Cereta, A. D. & Miglino, M. A. Tendências do ensino de anatomia animal na graduação de medicina veterinária. *Rev. Grad. U. S. P.*, 3(2):25-32, 2018.
- Schimming, B. C.; Reiter, L. F. F.; Sandoval, L. M.; Filadelpho, A. L.; Inamassu, L. R. & Mamprim, M. J. Anatomical and radiographic study of the white-eared opossum (*Didelphis albiventris*) skull. *Pesq. Vet. Bras.*, 36(11):1132-8, 2016.
- Silva, J. C. R.; Dias, J. L. C. & Cubas, Z. S. *Tratado de Animais Selvagens*. São Paulo, Roca, 2006.
- Smith, C. F.; Tollemache, N.; Covill, D. & Johnston, M. Take away body parts! An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anat. Sci. Educ.*, 11(1):44-53, 2018.
- Wisner, E. R. & Zwingenberger, A. L. *Atlas of Small Animal CT and MRI*. Ames, Wiley Blackwell, 2015.

Corresponding author:
 Catia Helena de Almeida Lima Massari
 University of São Paulo
 School of Veterinary Medicine and Animal Science
 Surgery Department
 Postgraduate Program in Anatomy of Domestic and Wild Animals
 Av. Prof. Orlando Marques de Paiva, 87
 Cidade Universitária
 São Paulo-SP 05508-010
 BRAZIL

Email: catia.massari@usp.br

Received: 12-12-2018
 Accepted: 01-02-2019

Why to Study Opossums?

¿Por qué Estudiar las Zarigüeyas?

Catia Helena de Almeida Lima Massari¹; Ana Carolina Brandão de Campos Fonseca Pinto²;
Yuri Karaccas de Carvalho³; Adriano Ferreira Silva¹ & Maria Angélica Miglino²

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLINO, M. A. Why to study opossums?. *Int. J. Morphol.*, 37(3):1130-1131, 2019.

SUMMARY: Due to the very important role in Brazilian ecosystems, studying the anatomy of opossums is extremely relevant for their natural preservation and possible clinical and surgical interventions with captive animals. These marsupials occupy diversified niches being well distributed throughout the Brazilian territory. They collaborate in the control of urban and agricultural pests such as rodents and insects. They are also excellent dispersers of seeds through their feces. The conclusion is that opossums can be a great model for the study of the anatomy of wild animals.

KEY WORDS: Veterinary Education; Anatomy; Wild Animals; Opossum.

INTRODUCTION

Nowadays marsupials only occur in the Americas and Australia although fossil marsupials have been discovered on every continent in the world. The genus *Didephis* belongs to the phylum Chordata, the order Didelphimorphia and the family Didelphidae. This is considered the largest family of American marsupials. This type of animal is popularly called opossum and a specimen is presented as a synanthropic animal because it is not domesticated but lives nearby and benefits from humans and their dwellings. In Brazil, the white-eared opossum *Didelphis albiventris* tends to occupy higher altitudes in the western part of the continent, in drier regions on the east coast and also in the cooler southern regions (Tyndale-Biscoe, 2005) (Fig. 1).

An opossum's gestational intra-uterine period lasts only 13 days and new offspring can be born twice a year. The number of puppies per litter is between 8 and 10. Since the puppies are born very small and still embryologically immature, they remain inside the marsupium until its morphogenesis is completed (Bertasoli *et al.*, 2015).

The animals belonging to the Didelphidae family are little marsupials ranging between 10 g to 3 kg on average. Their diet is considered generalist and may include fruits, invertebrates and very small vertebrate animals, occasionally carrion, flowers, nectar and gum trees classifying them as omnivorous. Their behaviour shows that they have night habits and are known to be lonely animals (Silva *et al.*, 2006).

Curiously these animals were once considered a culinary delicacy in Brazil during colonial times. Opossum meat is cited as one of the sources of animal protein appreciated in the diet of Europeans who arrived in the country during the period of the great Portuguese navigations (Hue, 2009).

Knowledge of the morphology in wild mammals is valuable because it provides baseline anatomic information and may collaborate with veterinarian medical and surgical clinics. In the white-eared opossum skull there are clinically relevant anatomic structures and many of these features are easily palpated in the surface anatomy of live animals (Inamassu *et al.*, 2017).

Diagnostic imaging methods are widely used in wild animals having clinical and surgical importance for this species treatment. Unfortunately many opossums are killed or injured when crossing roads at urban perimeters or by suffering from dog and cat bites when attacked going into houses. So they are considered amongst wild animals as having the highest occurrence of roadkill on Brazilian highways. The main indications for conducting computed tomography (CT) exams on opossums is for the diagnosis of fractures. Usually they present severe single or multiple fractures as well as traumatic brain injury and the prognosis depends on the extent of lesions and neurological conditions. Broken bones in opossums have similar orthopedic surgery indications as those presented for pets and, therefore, follow the same surgical techniques (Silva *et al.*).

¹ PhD Student in Anatomy of Domestic and Wild Animals, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo (FMVZ/USP), Brazil.

² Surgery Department, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo (FMVZ/USP), Brazil.

³ Laboratory of Veterinary Anatomy - 3D Educational Technologies, Federal University of Acre (UFAC), Rio Branco, Acre, Brazil.



Fig 1. White-eared opossum invading house on the outskirts of São Paulo State (Brazil) near the banks of the Tietê river. Images from authors.

Medical imaging also establishes a database of healthy versus pathologic conditions and can be used for forensic anatomy in legal veterinary medicine. Like other animals of native, wild or migratory fauna, opossum are protected by the Brazilian environmental crimes law which prohibits killing, persecuting, hunting, catching or using these animals in any other way without a permit or authorization from the competent authority (Brasil, 1998). From this point of view, postmortem computed tomography (PMCT) is a valuable tool for identification and documentation of osteological structures in wild animals (Kot *et al.*, 2018).

Additionally, CT scans can also be converted to a 3D printable bone to produce synthetic pieces for teaching and learning processes about these animals. Technological advances in 3D printing are already widely used for human medicine. Therefore, biomodels have been obtained with an increasingly expressive reduction of financial investments. This fact is certainly making it more affordable for veterinary use too. Although rapid prototyping still crawls with early steps within Veterinary Medicine, there are innumerable clinical, educational and experimental possibilities for its application (Hespel *et al.*, 2014).

Concluding, opossums can be a great model for the study of the anatomy of wild animals. Opossum structures can be built artificially by adding layer upon layer of synthetic material. In recent years additive manufacturing technologies have advanced from design and fitting validation to biomedical, rapid tooling, tissue engineering and arts. Therefore, it can also clearly produce veterinary biomodels (Corcodel & Ilies, 2018).

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors thank Professor MSc. Luci de Almeida Lima, Mrs. Helen Hughes, Dr. Maurício Cândido da Silva, Mr. Ronaldo Roledo and Prof. Wanderley do Prado and Flexbras (www.flexbras.com.br).

MASSARI, C. H. A. L.; PINTO, A. C. B. C. F.; DE CARVALHO, Y. K.; SILVA, A. F. & MIGLINO, M. A. ¿Por qué estudiar las zarigüeyas? *Int. J. Morphol.*, 37(3):1130-1131, 2019.

RESUMEN: Las zarigüeyas desempeñan un papel muy relevante en los ecosistemas brasileños, siendo extremadamente importante estudiar su anatomía para su preservación natural y posibles intervenciones clínicas y quirúrgicas de los animales en cautiverio. Estos marsupiales ocupan nichos diversificados y están bien distribuidos en todo el territorio brasileño. Colaboran en el control de plagas urbanas y agrícolas, como roedores e insectos. También son excelentes dispersores de semillas a través de sus heces. Por lo tanto, se concluye que las zarigüeyas pueden ser un gran modelo para estudiar la anatomía de los animales salvajes.

PALABRAS CLAVE: Educación Veterinaria; Anatomía; Animales Salvajes; Zarigüeya.

REFERENCES

- Bertasoli, B. M.; dos Santos, A. C.; Lessa, T. B.; dos Santos, I. G. D.; Copola, A. G. L.; Maçanares, C. A. F.; da Silva, G. A. B. & Jorge, E. C. Morphological characteristics of the neonate of the white-eared opossum (*Didelphis albiventris* Lund, 1840) (Metatheria: Didelphidae). *Braz. J. Biol. Sci.*, 2(4):209-19, 2015.
- Brasil. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. *Lei de Crimes Ambientais*. Brasília, DF, 1998.
- Corcodel, R. I. & Ilies, H. T. Printability analysis in additive manufacturing. *Computer-Aided Des. Appl.*, 15(3):318-29, 2018.
- Hespel, A. M.; Wilhite, R. & Hudson, J. Invited review--Applications for 3D printers in veterinary medicine. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 55(4):347-58, 2014.
- Hue, S. *Delicias do Descobrimento. A Gastronomia Brasileira no Século XVI*. Zahar, Amazon, 2009.
- Inamassu, L. R.; Mamprim, M. J.; Dadalto, C. R.; Cavaletti, F. C.; Mello, M. C. & Schimming, B. C. Absence of bony patella in the white-eared opossum (*Didelphis albiventris*): Morphology and diagnostic imaging. *Anat. Histol. Embryol.*, 46(6):611-4, 2017.
- Kot, B. C. W.; Chan, D. K. P.; Yuen, A. H. L. & Tsui, H. C. L. Diagnosis of atlanto-occipital dissociation: Standardised measurements of normal craniocervical relationship in finless porpoises (genus *Neophocaena*) using postmortem computed tomography. *Sci. Rep.*, 8(1):8474, 2018.
- Silva, J. C. R.; Dias, J. L. C. & Cubas, Z. S. *Tratado de Animais Selvagens*. São Paulo, Roca, 2006.
- Tyndale-Biscoe, C. H. *Life of Marsupials*. Collingwood, CSIRO Publishing, 2005.

Corresponding author:

Catia Helena de Almeida Lima Massari
Postgraduate Program in Anatomy of Domestic and Wild Animals
School of Veterinary Medicine and Animal Science
University of São Paulo (FMVZ/USP)
BRAZIL

Email: catia.massari@usp.br

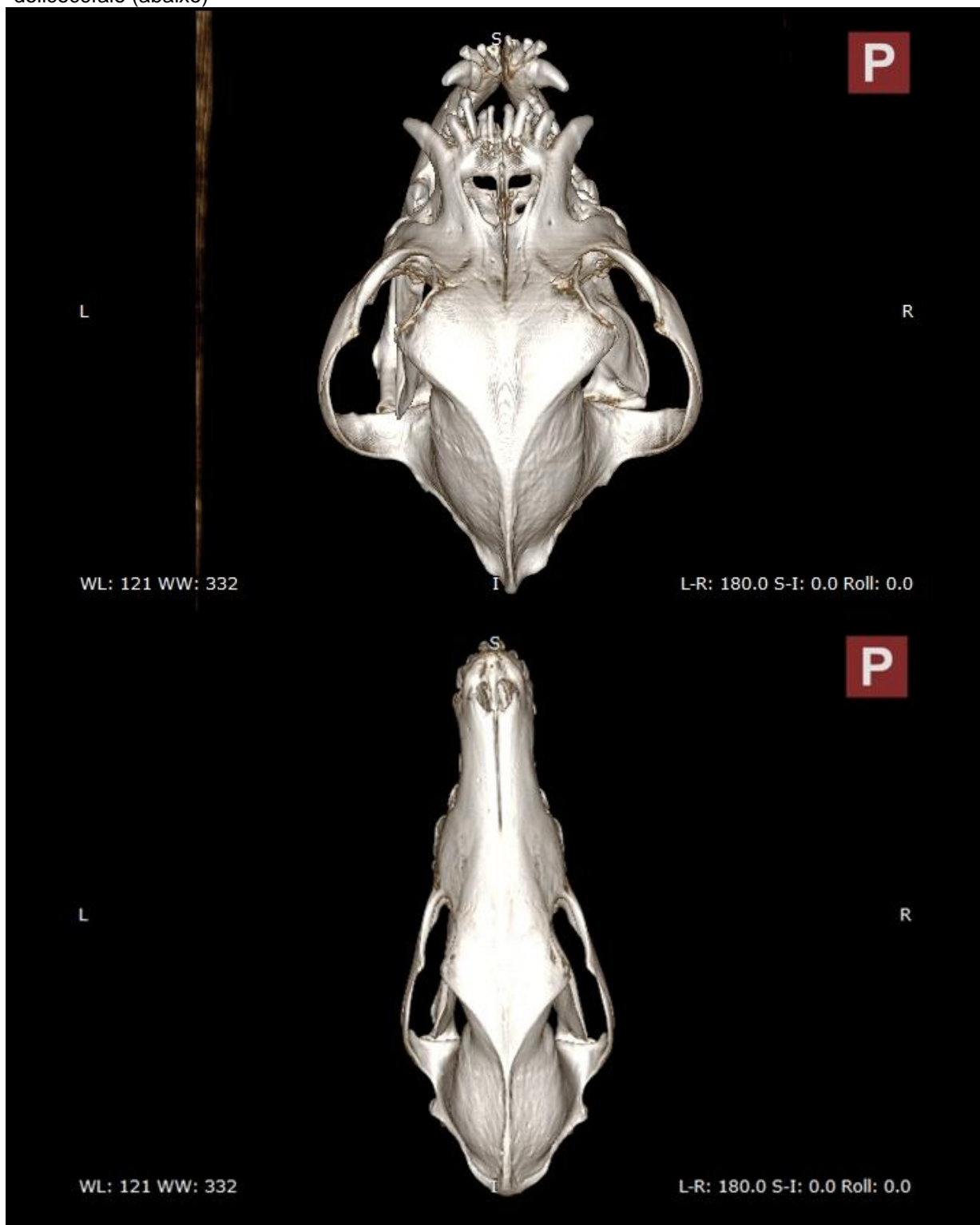
Received: 12-12-2018

Accepted: 08-04-2019

ANEXO I

COMPARAÇÃO ENTRE AS IMAGENS TOMOGRÁFICAS EM FORMATO DICOM E
AS PEÇAS SINTÉTICAS GERADAS A PARTIR DO FORMATO STL

Figura 179 – Imagens geradas a partir da TC: vista dorsal de cabeça de cão braquicéfalo (acima) e doliocéfalo (abaixo)



Fonte: Massari (2019).

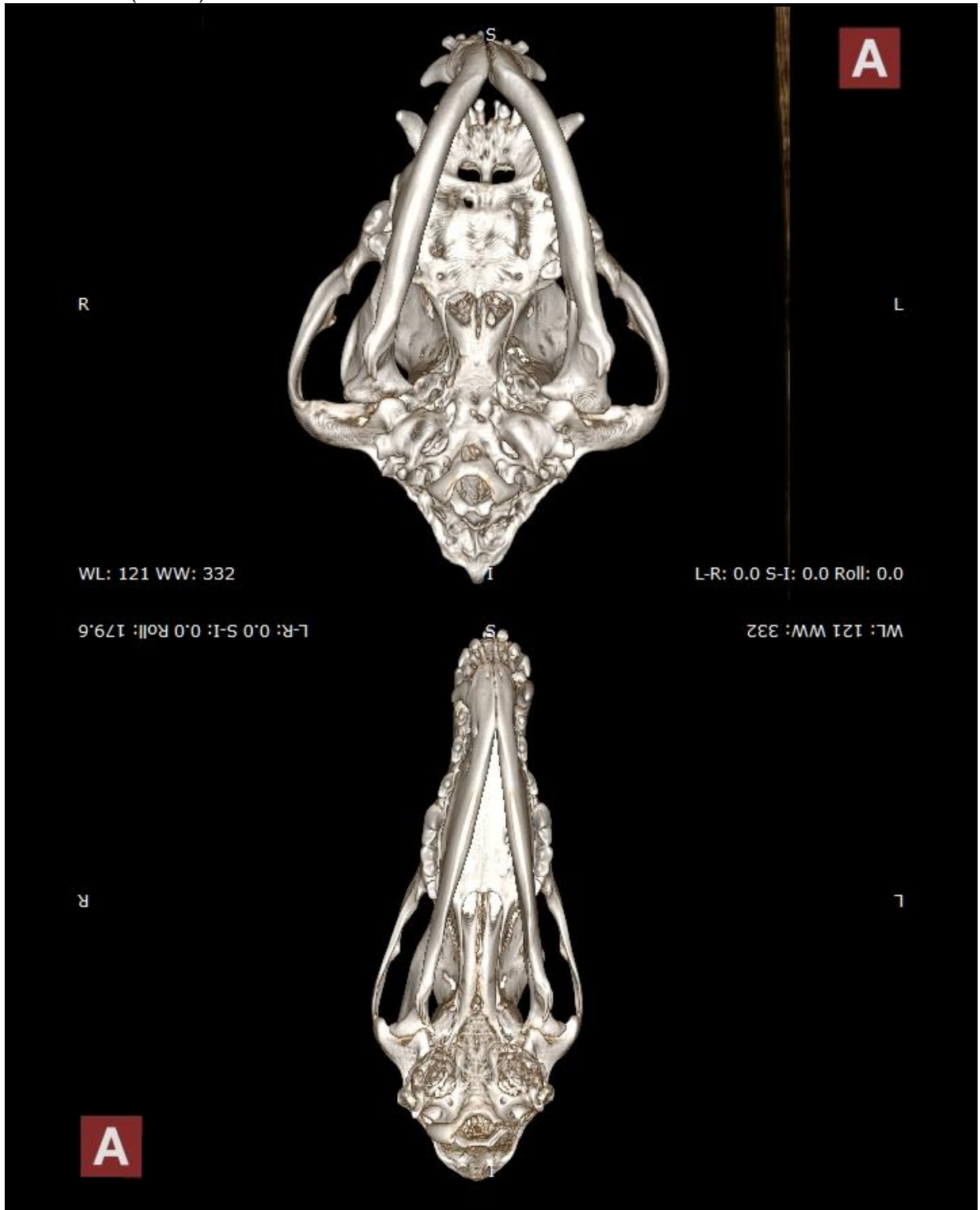
Figura 180 – Peças impressas em acrilonitrila butadieno estireno: Vista dorsal de cabeça de cão braquicéfalo (acima) e dolicocefalo (abaixo)



Fonte: Massari (2019).

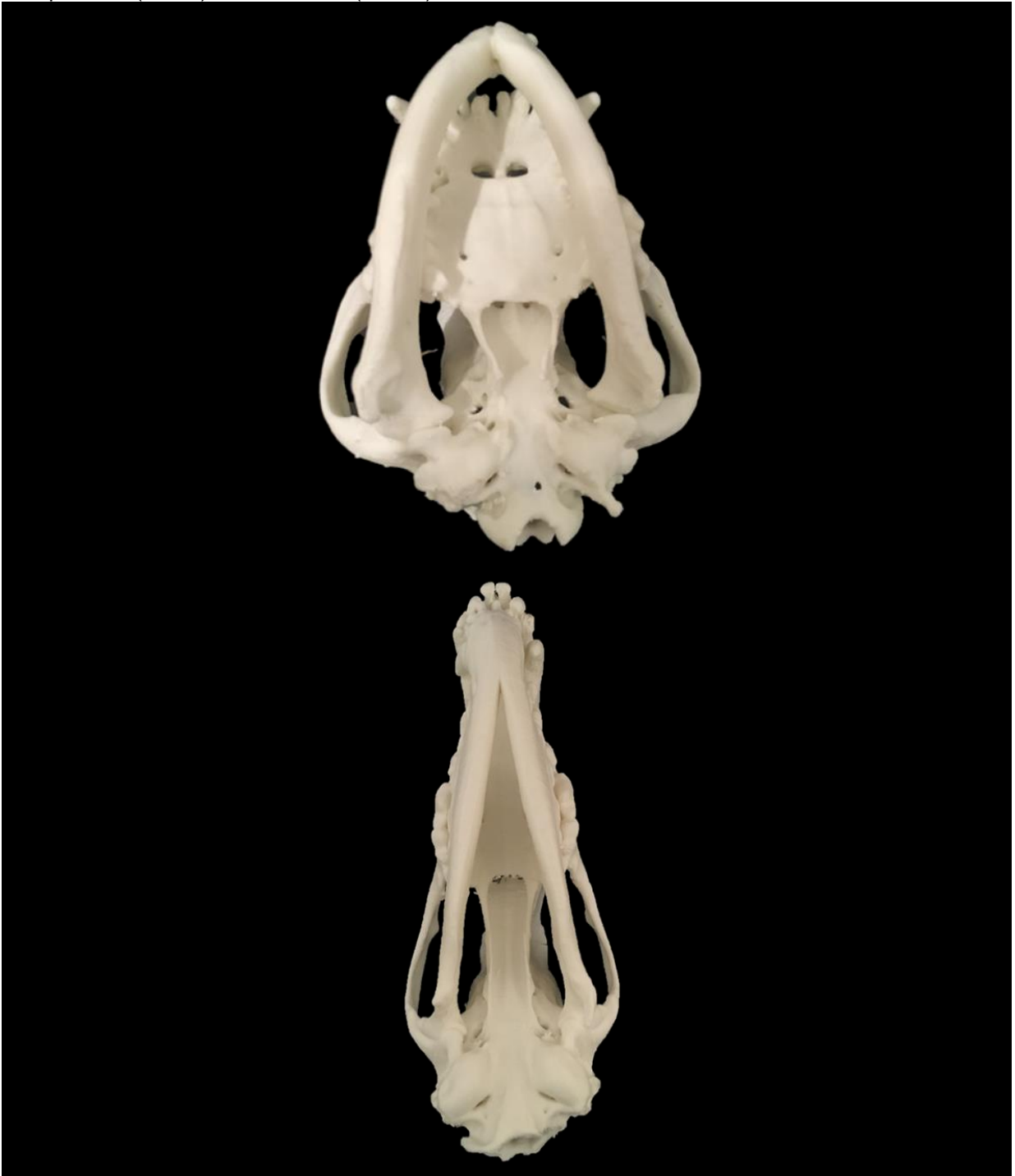
Nota-se a presença dos forames da placa cribriforme no osso etmoide.

Figura 181 – Imagens geradas a partir da TC: vista ventral de cabeça de cão braquicéfalo (acima) e doliocéfalo (abaixo)



Fonte: Massari (2019).

Figura 182 – Peças impressas em acrilonitrila butadieno estireno: vista ventral de cabeça de cão braquicéfalo (acima) e dolílocéfalo (abaixo)



Fonte: Massari (2019).

ANEXO II

VIDEOAULAS

Figura 182 – Videoaulas gravadas



Fonte: Massari (2019).

ANEXO III

QUESTIONÁRIOS

ENQUETE INICIAL

Olá! Esse questionário objetiva avaliar os seus conhecimentos prévios de Anatomia, ou seja, os saberes ou as informações que você já tem em mente antes de ter acesso à Plataforma EaD.

1. Endereço de e-mail
2. Nome completo
3. RA
4. Idade
 - a) até 20 anos.
 - b) 21-30 anos.
 - c) 31-40 anos.
 - d) 41-50 anos.
 - e) 51-60 anos.
 - f) Acima de 60 anos.
5. CPF
6. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: *Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa PLATAFORMA EDUCACIONAL DE ANATOMIA ANIMAL: método complementar ao ensino de Medicina Veterinária. A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar a implantação da plataforma educacional de Anatomia Animal é, ao final desta experiência, investigar a aquisição de conhecimento científico pelos estudantes universitários do primeiro semestre do curso de Medicina Veterinária. A pesquisa se justifica pela necessidade de contribuir para a educação em Medicina Veterinária, aprimorando os métodos complementares de ensino de anatomia. O objetivo desse projeto é investigar o impacto da implantação da plataforma virtual sobre os alunos. Os procedimentos de coleta de dados ocorrerão da seguinte forma: três questionários serão disponibilizados individualmente aos estudantes para serem respondidos, sendo uma enquete inicial, uma avaliação integrada final e uma pesquisa de satisfação, via Google Forms. DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS: Não existe qualquer*

desconforto ou risco mínimo para que você se submeta à coleta de dados quais serão analisados exclusivamente pela pesquisadora (docente responsável). Tal coleta justifica-se pela necessidade de avaliar o que os estudantes aprenderam através desse método virtual de ensino, para que, em conjunto, possamos melhorar sua aplicação no futuro discutindo seus alcances e suas limitações. GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados dos questionários serão enviados para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada com a pesquisadora e outra será fornecida a você. CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para você bem como não será disponível nenhuma compensação financeira adicional. Afirmando que fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. Por fim, autorizo a publicação das minhas respostas na tese da doutoranda Catia Helena de Almeida Lima Massari bem como em artigos científicos que vierem a ser publicados.

- a) Eu aceito participar voluntariamente desse estudo. Declaro, portanto, concordar com o termo acima.

INTRODUÇÃO À ANATOMIA VETERINÁRIA

7. O que você entende por Anatomia?
- a) É a ciência que trata do universo sideral e dos corpos celestes, com a finalidade de situá-los no espaço e no tempo e explicar sua origem e seu movimento.
- b) É o estudo que visa decifrar a influência dos astros no curso dos acontecimentos terrestres, na vida das pessoas e em seu destino.

- c) É a totalidade das ciências, técnicas e conhecimentos que regem a prática da agricultura.
 - d) É o ramo do conhecimento que trata da forma, da disposição e da estrutura dos tecidos e órgãos que formam o corpo.
 - e) É a ciência do Homem que engloba origens, evolução, cultura, psicologia, costumes sociais e crenças.
8. O conhecimento da anatomia é importante para que um indivíduo se torne um(a) bom(ao) médico(a) veterinário(a)? Se sim, liste os argumentos que apoiam sua opinião.

OSTEOLOGIA VETERINÁRIA

9. “Esqueleto” é um termo muito genérico que pode ser empregado desde a área da saúde até na construção civil. O esqueleto do corpo animal oferece sustentação, locomoção e proteção de certos órgãos. Na Anatomia Veterinária, ele é formado por:
- a) Ossos.
 - b) Músculos.
 - c) Sangue.
 - d) Nervos.
 - e) Tegumento.

ARTROLOGIA VETERINÁRIA

10. A Artrologia é o ramo da anatomia que estuda as articulações. Uma articulação é a junção entre:
- a) Osso e músculo.
 - b) Artéria e veia.
 - c) Músculo e músculo.
 - d) Osso e osso.
 - e) Osso e nervo.

MIOLOGIA VETERINÁRIA

11. Quais os três tipos de músculo e qual a característica básica de cada tipo?
- a) Musculatura esquelética (movimenta internamente as vísceras), musculatura

- cardíaca (move ossos e gera calor), musculatura visceral (bombeia o sangue).
- b) Musculatura esquelética (controle involuntário), musculatura cardíaca (controle voluntário), musculatura visceral (controle voluntário).
 - c) Musculatura esquelética (fixada aos ossos), musculatura cardíaca (na parede dos vasos sanguíneos), musculatura visceral (no coração).
 - d) Musculatura esquelética (lisa), musculatura cardíaca (estriada), musculatura visceral (estriada).
 - e) Musculatura esquelética (estriada), musculatura cardíaca (estriada), musculatura visceral (lisa ou sem estriações).

ESPLANCNOLOGIA VETERINÁRIA

12. Esplancnologia é a parte da anatomia que estuda as vísceras. Assim, excluem-se da esplancnologia os:

- a) Órgãos respiratórios.
- b) Ossos.
- c) Órgãos digestórios.
- d) Órgãos reprodutivos.
- e) Órgãos urinários.

ANGIOLOGIA VETERINÁRIA

13. A angiologia estuda os vasos sanguíneos (artérias, veias e capilares) e linfáticos (capilares e ductos linfáticos), incluindo também órgãos como o coração, o baço e o timo, além dos linfonodos. Para ilustrar os vasos sanguíneos, usa-se colorir as artérias de vermelho e as veias de azul, pois assim fica didaticamente mais fácil de compreender a função destas estruturas. Por quê?

- a) Porque a cor vermelha representa sangue arterial (pobre em oxigênio e rico em gás carbônico) e a cor azul representa sangue venoso (rico em oxigênio).
- b) Porque a cor vermelha representa sangue arterial (rico em oxigênio) e a cor azul representa sangue venoso (pobre em oxigênio e rico em gás carbônico).
- c) Porque a cor vermelha representa sangue arterial (rico em oxigênio) e a cor azul representa linfa (rica em lipídeos).
- d) Porque a cor vermelha representa sangue venoso (rico em oxigênio) e a cor azul representa sangue arterial (pobre em oxigênio e rico em gás carbônico).

- e) Porque a cor vermelha representa linfa (rica em lipídeos) e a cor azul representa sangue venoso (pobre em oxigênio e rico em gás carbônico).

NEUROANATOMIA VETERINÁRIA

14. O que é um neurônio?
- a) Não é uma célula, pois é constituído por soma, dendritos e axônio.
 - b) É uma célula presente somente em humanos.
 - c) É a única célula que compõe o Sistema Nervoso.
 - d) É a célula responsável pela irrigação sanguínea no tecido nervoso.
 - e) É a célula responsável pela condução do impulso nervoso.

ESTESIOLOGIA VETERINÁRIA

15. Não é um sentido dos animais:
- a) Telepatia e pirocinese.
 - b) Sensibilidade cutânea.
 - c) Visão e audição.
 - d) Propriocepção e enterocepção.
 - e) Olfato e paladar.

TEGUMENTO COMUM

16. Não são anexos tegumentares:
- a) Coxins palmares e plantares.
 - b) Pelos e garras.
 - c) Vibrissas ou pelos táteis.
 - d) Glândulas sebáceas e sudoríparas.
 - e) Pulgas e carrapatos.

AValiação Final

Olá! Esse questionário objetiva avaliar os conhecimentos que você adquiriu em Anatomia após ter aceso à Plataforma EaD.

1. Endereço de e-mail
2. Nome completo
3. RA
4. CPF

5. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: *Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa PLATAFORMA EDUCACIONAL DE ANATOMIA ANIMAL: método complementar ao ensino de Medicina Veterinária. A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar a implantação da plataforma educacional de Anatomia Animal é, ao final desta experiência, investigar a aquisição de conhecimento científico pelos estudantes universitários do primeiro semestre do curso de Medicina Veterinária. A pesquisa se justifica pela necessidade de contribuir para a educação em Medicina Veterinária, aprimorando os métodos complementares de ensino de anatomia. O objetivo desse projeto é investigar o impacto da implantação da plataforma virtual sobre os alunos. Os procedimentos de coleta de dados ocorrerão da seguinte forma: três questionários serão disponibilizados individualmente aos estudantes para serem respondidos, sendo uma enquete inicial, uma avaliação integrada final e uma pesquisa de satisfação, via Google Forms. DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS: Não existe qualquer desconforto ou risco mínimo para que você se submeta à coleta de dados quais serão analisados exclusivamente pela pesquisadora (docente responsável). Tal coleta justifica-se pela necessidade de avaliar o que os estudantes aprenderam através desse método virtual de ensino, para que, em conjunto, possamos melhorar sua aplicação no futuro discutindo seus alcances e suas limitações. GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados dos questionários*

serão enviados para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada com a pesquisadora e outra será fornecida a você. CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para você bem como não será disponível nenhuma compensação financeira adicional. Afirmando que fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. Por fim, autorizo a publicação das minhas respostas na tese da doutoranda Catia Helena de Almeida Lima Massari bem como em artigos científicos que vierem a ser publicados.

- a) Eu aceito participar voluntariamente desse estudo. Declaro, portanto, concordar com o termo acima.

INTRODUÇÃO À ANATOMIA VETERINÁRIA

6. Você está no primeiro dia da aula de Anatomia e percebe que muitos colegas usam palavras diferentes para dizer a mesma coisa. Como você explica o que é a *Nomina Anatomica Veterinaria* (NAV)?

- a) Um manual prático com as técnicas e os procedimentos para a preparação de peças anatômicas.
- b) Um livro de anatomia funcional animal com a descrição detalhada das funções dos órgãos.
- c) Um atlas de anatomia animal com imagens em posição anatômica veterinária (quadrúpede).
- d) Um vocabulário internacionalmente aceito para a linguagem anatômica em todos os países.
- e) Um atlas de diagnóstico por imagem complementar ao livro de anatomia veterinária.

7. Para tentar diminuir a confusão sobre o uso dos termos em Anatomia, como você explica qual é um princípio da *Nomina Anatomica Veterinaria* (NAV)?

- a) Os termos não devem ser fáceis de memorizar sendo que as estruturas que se relacionam topograficamente devem ter nomes distintos.

- b) Um termo único deve fazer referência sempre a mais de uma estrutura do corpo animal, assim, evitam-se ambiguidades e confusões na linguagem anatômica.
 - c) Os epônimos devem ser sempre utilizados em memória aos pesquisadores homenageados pela nomenclatura de determinada estrutura anatômica.
 - d) Cada termo deve ser o mais breve e claro possível.
 - e) Na NAV, os termos estão originalmente em inglês, mas os anatomistas de cada país podem, sim, traduzir os termos latinos oficiais para sua própria língua.
8. Às vezes, é necessário fazer referência a uma secção do corpo ou parte dele e, para isso, usamos basicamente quatro planos do corpo animal. Sobre eles, complete respectivamente: O plano ___ divide o corpo em metades simétricas (direita e esquerda). Qualquer plano paralelo a esse é um plano ____. Um plano ___ secciona o tronco ou outra parte de forma paralela à superfície dorsal. Um plano ___ secciona o tronco, a cabeça ou o membro de maneira perpendicular (90 graus) ao seu próprio eixo longitudinal.
- a) sagital – mediano – transversal – dorsal.
 - b) mediano – sagital – dorsal – transversal.
 - c) mediano – sagital – transversal – dorsal.
 - d) transversal – dorsal – sagital – mediano.
 - e) sagital – mediano – dorsal – transversal.
9. Você está atendendo um paciente com episódios de síncope, tosse, edema pulmonar, cianose e intolerância ao exercício físico. Diagnostica-o com insuficiência cardíaca congestiva (ICC), ou seja, quando o coração é incapaz de suprir sangue para as demandas metabólicas do organismo de maneira adequada, ou quando o faz sob altas pressões de enchimento cardíaco. Sabe-se que a ICC não é um diagnóstico específico, mas, sim, uma síndrome causada por toda uma conjuntura de processos fisiopatológicos. Os sinais característicos da doença cardíaca incluem sopro cardíaco, arritmia e cardiomegalia (hipertrofia do miocárdio). Diante disso, em qual posicionamento foi realizado o exame radiográfico do seu paciente?



- a) Ventro-dorsal.
- b) Dorso-palmar.
- c) Médio-lateral.
- d) Dorso-ventral.
- e) Latero-lateral.

10. Você precisa se preparar muito para realizar uma cirurgia ortopédica de coluna vertebral em um paciente Teckel idoso. Então, precisa estudar através de uma peça anatômica que seja rapidamente adquirida pelo hospital veterinário. Ao construir uma cópia real da coluna do seu paciente para planejar melhor as fases da cirurgia e, até mesmo, reconsiderar o procedimento, você utiliza os polímeros ABS e PLA em qual técnica anatômica?

- a) Injeção e corrosão.
- b) Impressão 3D.
- c) Fixação e conservação de cadáveres.
- d) Glicerinação.
- e) Diafanização.

OSTEOLOGIA VETERINÁRIA

11. Você está atendendo um paciente com osteossarcoma, um tumor maligno ósseo. Pensando no que será afetado em sua qualidade de vida, você descarta como uma função dos ossos a:

- a) Hemocaterese (destruição de hemácias envelhecidas).
- b) Sustentação do corpo e alavancagem para locomoção.
- c) Hematopoiese (produção de hemácias, leucócitos e plaquetas).
- d) Proteção de partes moles como o sistema nervoso central.
- e) Homeostase mineral (reserva de cálcio, fósforo e outros minerais).

12. Um paciente canino apresenta uma formação sólida bilateral na cabeça, causando obstrução nasal completa durante o exame rinoscópico. Para laudar tal rinoscopia, como você identifica a(s) abertura(s) óssea(s) entre a cavidade nasal e a cavidade oral?

- a) Forames mandibulares.
- b) Coanas.
- c) Forame magno.
- d) Ossos sesamoides.
- e) Forames mentuais.

Você precisa explicar para o tutor sobre a necessidade de um transplante de medula óssea em um tratamento para leucemia. Assim, o que você entende sobre a medula óssea?

É um tecido hematopoiético constituído por linhagens celulares que originam três elementos figurados do sangue (hemácias ou glóbulos vermelhos, leucócitos ou glóbulos brancos e plaquetas ou trombócitos).

() Está abrigada no osso esponjoso, ou seja, localiza-se na parte interna da diáfise (canal medular do osso) ou nas epífises de ossos longos. O osso esponjoso é arquitetonicamente formado por várias trabéculas, que dão um aspecto poroso ao tecido ósseo.

() A medula óssea do tipo vermelha é encontrada em animais jovens e é altamente funcional. No entanto, com a senilidade do animal, esta vai sendo substituída por tecido adiposo e torna-se do tipo amarela e sua capacidade hematopoiética fica então latente.

() É composta por células-tronco, isto é, um conjunto celular pluripotente (capaz de se transformar em qualquer tipo celular do corpo animal). Por isso, pode ser doada para transplante no tratamento de algumas doenças específicas. Tal processo baseia-se no transplante das células hematopoiéticas.

() Na linguagem popular (em açougue), a medula óssea é também conhecida como tutano, um tecido gelatinoso de sabor intenso preparado com o ossobuco (corte do membro bovino que acompanha osso e musculatura).

13. Tem-se, assim, respectivamente:

- a) V-V-V-V-V.
- b) V-F-V-F-V.

- c) V-V-V-F-V.
 - d) F-F-F-F-F.
 - e) F-V-F-V-F.
14. O esqueleto pode ser dividido em: cranial e pós-cranial (axial, apendicular e esplâncnico) de acordo com sua região topográfica. Seu paciente apresenta uma fratura em osso classificado como esplâncnico. Qual seria esse osso?
- a) Ílio.
 - b) Mandíbula.
 - c) Osso peniano.
 - d) Vértebra.
 - e) Fêmur.
15. O osso coxal da pelve é constituído por ílio, púbis e ísquio. Como se chama a articulação que une coxal direito com coxal esquerdo? E como se chama a fossa no osso coxal que acoplará o membro pélvico? Responda respectivamente:
- a) Sínfise mandibular; cavidade glenoide.
 - b) Sínfise pélvica; acetábulo.
 - c) Sínfise pélvica; cavidade glenoide.
 - d) Sínfise púbica; cavidade glenoide.
 - e) Sínfise mandibular; acetábulo.

ARTROLOGIA VETERINÁRIA

16. O atlas (C1) participa de duas articulações. Cranialmente, essa vértebra articula-se com qual estrutura do crânio?
- a) Cêndilo do osso occipital.
 - b) Áxis.
 - c) Processo paracondilar.
 - d) Processo retroarticular.
 - e) Ligamento nugal.
17. Você atende um paciente canino, 2 meses de vida, em bom estado geral de saúde para iniciar o protocolo vacinal e, durante o exame físico, palpa suas fontanelas abertas. Logo, não ocorreu o fechamento de algumas suturas após o nascimento. Como você classifica as suturas, ou seja, as articulações responsáveis por unir a maior parte dos ossos do crânio?
- a) Cartilaginosas.

- b) Fibrosas.
- c) Sinoviais planas.
- d) Sinoviais em pivô.
- e) Sinoviais em dobradiça.

18. A articulação temporomandibular (ATM) é uma estrutura condilar composta pela mandíbula e pelo osso temporal, sendo uma das articulações mais dinâmicas do corpo. Você atende um paciente canino, macho, da raça Pitbull, 1 ano de idade, com queixa de incapacidade de abrir a boca há sete meses pós-trauma. Na avaliação clínica, o animal apresenta desvio lateral direito da maxila e impotência funcional da ATM. Como é classificada a articulação temporomandibular (ATM)?

- a) Gonfose.
- b) Sutura.
- c) Sinovial.
- d) Cartilaginosa.
- e) Sínfise.

19. As lesões de articulações sinoviais são muito prevalentes em cães. Estruturalmente, todas as articulações sinoviais compartilham uma característica comum. Qual é essa característica?

- a) A membrana sinovial que produz líquido cefalorraquidiano para lubrificação das superfícies articulares.
- b) Ossos firmemente unidos por tecido fibroso.
- c) As sínfises entre as duas metades da pelve e entre os dois ramos da mandíbula.
- d) Uma cavidade articular, preenchida com fluido, englobada por uma capsula articular.
- e) Capacidade de um ligeiro movimento de balanço como, por exemplo, entre os discos intervertebrais e os corpos de vértebras adjacentes.

20. Os ossos formam articulações. É importante reconhecer que algumas delas unem firmemente os ossos, apesar de outras permitirem a livre movimentação. Embora os formatos e as estruturas articulares sejam muito variáveis, quais as três classes gerais de articulações?

- a) Articulações fibrosas (livremente móveis), articulações cartilaginosas (ligeiramente móveis) e articulações sinoviais (imóveis).
- b) Articulações fibrosas (imóveis), articulações cartilaginosas (livremente

- móveis) e articulações sinoviais (ligeiramente móveis).
- c) Articulações fibrosas (imóveis), articulações cartilagosas (ligeiramente móveis) e articulações sinoviais (livremente móveis).
- d) Articulações fibrosas (ligeiramente móveis), articulações cartilagosas (imóveis) e articulações sinoviais (livremente móveis).
- e) Articulações fibrosas (livremente móveis), articulações cartilagosas (imóveis) e articulações sinoviais (ligeiramente móveis).

MIOLOGIA VETERINÁRIA

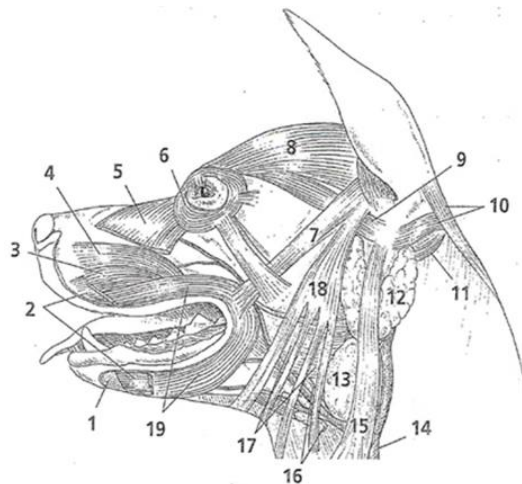
21. Um paciente canino, Dog Alemão, 5 anos de idade, com luxação patelar lateral apresenta uma alteração da linha de força produzida pela tração muscular lateral ao eixo longitudinal do sulco troclear. Qual músculo está envolvido e funciona como principal extensor do joelho formando a massa muscular cranial ao fêmur?
- M. Bíceps braquial.
 - M. Esternocefálico.
 - M. Masséter.
 - M. Quadríceps femoral.
 - M. Serrátil dorsal.
22. Um paciente canino, fêmea, SRD, apresenta fratura epifisária distal do úmero após atropelamento e movimento muscular bastante prejudicado. Qual músculo funciona como um extensor do cotovelo?
- M. Tensor da fáscia lata.
 - M. Semimembranoso.
 - M. Quadríceps femoral.
 - M. Tríceps braquial.
 - M. Semitendinoso
23. Cada músculo é composto por muitas células unidas por tecido conjuntivo. Os músculos esqueléticos sempre se fixam por meio de constituídos por tecido conjuntivo. Tais são compostos, quase inteiramente, de feixes de colágeno de arranjo regular e possuem grande força tensora. Qual a palavra que, corretamente, completa ambas as sentenças?
- Nervos.
 - Vênulas.
 - Tendões.

- d) Arteríolas.
- e) Ligamentos.

24. Muitos dos movimentos do corpo animal e de suas partes são causados pela contração muscular. Os músculos são também usados para impedir movimentos, estabilizar articulações, prevenir seu colapso sob pressão de cargas e manter a continência da bexiga urinária e do intestino. Outra função dos músculos esqueléticos é gerar calor por meio de tremores involuntários, iniciados pela exposição ao frio. A respeito das três variedades de tecidos musculares, assinale a correlação certa.

- a) Tecido muscular liso ou visceral: miocárdio.
- b) Tecido muscular liso ou visceral: paredes de vasos sanguíneos.
- c) Tecido muscular cardíaco: músculo coracobraquial.
- d) Tecido esquelético: parede da uretra.
- e) Tecido esquelético: parede do intestino.

25. Um paciente canino, SRD, macho, 3 anos de idade, está impossibilitado de abrir os olhos após briga na rua. No exame físico, você diagnostica uma laceração por mordedura em musculatura superficial da cabeça. Qual é esse músculo que também está indicado em 6 na figura abaixo?



Fonte: Kainer e McCracken, 2016.

- a) Músculo orbicular do olho.
- b) Músculo zigomático e músculo bucinador.
- c) Músculo levantador do lábio superior.
- d) Músculo masseter.
- e) Músculo temporal.

26. Um paciente canino, Spitz Alemão, 4 meses de vida, foi diagnosticado com hepatite infecciosa canina, uma enfermidade causada pelo adenovírus canino tipo 1. O vírus ataca as células hepáticas, causando uma inflamação no fígado que pode levar a graves consequências. Para pensar em possíveis consequências, você reflete sobre todas as funções do fígado e, entre tantas, exclui a atividade de:

- a) Filtragem sanguínea pelo sistema portal hepático.
- b) Fonação.
- c) Produção de proteínas sanguíneas como a albumina.
- d) Metabolização de proteínas, carboidratos e gorduras.
- e) Produção de bile.

27. Um paciente macho, Pastor Alemão, 12 anos, apresenta massa tumoral no interior da cavidade nasal, respirando apenas pela boca (via aérea secundária). O que neste paciente não estará prejudicado já que não é uma função propriamente das narinas?

- a) Modificação do ar inspirado antes de ser encaminhado para as passagens das vias respiratórias caudais.
- b) Deglutição, ou seja, uma ação automática que é comandada pelo tronco cerebral.
- c) Umedecimento do ar após vaporização do filme lacrimal e contato com secreção nasal serosa.
- d) Purificação do ar pelo contato com secreções de numerosas glândulas mucosas dispersas.
- e) Aquecimento do ar após contato com a mucosa nasal vascularizada.

28. A eritropoietina (EPO) é um hormônio glicoproteico que controla a eritropoiese ou a produção de células vermelhas do sangue (eritrócitos ou hemácias). Qual órgão é responsável pela síntese deste hormônio e em qual tecido-alvo este hormônio

- a) Pâncreas; duodeno.
- b) Baço; medula espinhal.
- c) Estômago; cólon.
- d) Rim; medula óssea.
- e) Fígado; baço.

29. Os órgãos genitais incluem as gônadas pareadas, que produzem tanto gametas quanto hormônios. Sobre a síntese dos esteroides sexuais ou hormônios gonadais, assinale a alternativa correta.

- a) Estrógeno é produzido pelo corpo lúteo (= estrutura que se forma a partir do folículo).
 - b) Os testículos são gônadas femininas e os ovários são gônadas masculinas.
 - c) Testosterona é produzida nas células de Leydig nos testículos.
 - d) Os testículos produzem os hormônios estrogênicos enquanto os ovários produzem hormônios androgênicos.
 - e) Progesterona é produzida pelos folículos ovarianos em desenvolvimento.
30. Pancreatectomia é um procedimento cirúrgico que consiste na remoção total ou parcial do pâncreas. Um paciente canino idoso com neoplasia pancreática maligna passou por pancreatectomia parcial. Qual das atividades abaixo não será
- a) Produzir bile.
 - b) Produzir hormônios.
 - c) Digerir carboidratos no duodeno através da amilase pancreática.
 - d) Digerir proteínas no duodeno através da tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase.
 - e) Digerir triglicerídeos no duodeno através da lipase pancreática.

ANGIOLOGIA VETERINÁRIA

31. Os linfonodos são dispostos pela via linfática em padrão que apresenta considerável variação interespécies e alguma variação individual. Grupos de linfonodos vizinhos constituem linfocentros, cuja ocorrência e territórios de drenagem exibem maior repetibilidade do que a apresentada pelas estruturas individuais. Os linfonodos são firmes, têm superfície lisa e, geralmente, o formato ovoide ou semelhante a um feijão. Alguns superficiais podem ser identificados à palpação pela pele. Naturalmente, estes são mais facilmente encontrados quando seu volume está aumentado e, assim, é importante ter uma ideia clara acerca de quais linfonodos podem ser identificados em um animal saudável. Não são linfonodos palpáveis no cão os:

- a) Pré-escapulares (cervicais superficiais).
 - b) Submandibulares.
 - c) Poplíteos.
 - d) Inguinais superficiais.
 - e) Mesentéricos.
32. Durante a auscultação cardíaca de seu paciente, você raciocina que o

coração é composto, na verdade, por duas bombas (dois ventrículos) que trabalham juntos, lado a lado. Cada bomba ventricular trabalha em um ciclo, primeiro relaxando e enchendo-se de sangue, e, então, contraindo-se e ejetando sangue. Logo, a entrada de sangue nos ventrículos ocorre durante a:

- a) Diástole – contração cardíaca.
- b) Diástole – relaxamento cardíaco.
- c) Sístole e diástole juntas.
- d) Sístole – contração cardíaca.
- e) Sístole – relaxamento cardíaco.

33. Ao se preparar para uma cirurgia cardíaca, você precisa saber que nos átrios chegam as _____, enquanto dos ventrículos partem as _____.

- a) Arteríolas – vênulas.
- b) Veias – veias.
- c) Veias – artérias.
- d) Artérias – veias.
- e) Artérias – artérias.

34. Ao realizar o eletrocardiograma de um paciente cardiopata, você identifica uma disfunção do nódulo sinoatrial, ou seja, uma anormalidade no marca-passo natural do coração que causa uma redução da frequência cardíaca. Onde se localiza tal marca-passo cardíaco?

- a) Na parede do átrio esquerdo.
- b) Na parede do átrio direito.
- c) Na parede do ventrículo esquerdo.
- d) Entre átrios e ventrículos.
- e) Na parede do ventrículo direito.

35. Você precisa explicar para o tutor sobre a cardiomiopatia do seu paciente para que a pessoa melhor compreenda e possa aderir ao tratamento prescrito que envolve a administração de medicamentos nos horários programados e também uma dieta equilibrada. Assinale, então, a alternativa correta a respeito do coração hígido dos mamíferos.

- a) É formado por quatro câmaras cardíacas, sendo dois átrios e dois ventrículos.
- b) Em adultos, no lado direito há sangue arterial e no lado esquerdo há sangue venoso.
- c) As valvas semilunares localizam-se entre os ventrículos e as artérias,

- permitindo apenas a saída do sangue das artérias em direção aos ventrículos.
- d) As valvas atrioventriculares localizam-se entre os átrios e os ventrículos, permitindo a passagem do sangue apenas no sentido do ventrículo para o átrio.
 - e) É formado por três câmaras cardíacas, sendo dois átrios e um ventrículo.

NEUROANATOMIA VETERINÁRIA

36. O encéfalo é um órgão parenquimatoso formado por células chamadas de neurônios. O local onde se encontram os corpos dos neurônios é chamado de substância cinzenta, já onde se localizam os prolongamentos (axônios), é denominado substância branca. A substância cinzenta no encéfalo se encontra:

- a) Apenas nos nervos cranianos.
- b) No “H” medular.
- c) No córtex e na medular.
- d) Na medular.
- e) No córtex.

37. Um paciente canino, 7 anos de idade, apresenta emese frequente, dispneia, ataxia, dificuldade para caminhar e dificuldade na deglutição com tosse após as refeições. A imagem por ressonância nuclear magnética (RNM) do encéfalo revela uma lesão no tronco encefálico. Sabe-se que o tronco encefálico é uma região do encéfalo responsável por controle de funções vitais como a respiração, o estado de alerta consciente e a temperatura do corpo. Para localizar essa lesão no interior do tronco encefálico, é necessário você conhecer os componentes desse segmento do Sistema Nervoso Central. Diante disso, quais as partes que compõem o tronco encefálico?

- a) Mesencéfalo, ponte e bulbo.
- b) Ponte e cerebelo.
- c) Telencéfalo e ponte.
- d) Diencefalo e cerebelo.
- e) Ponte, bulbo e cerebelo.

38. Anatomicamente, o sistema nervoso pode ser dividido em duas porções: o Sistema Nervoso Periférico (SNP) e o Sistema Nervoso Central (SNC). Assinale a alternativa que contempla as estruturas que compõem o SNC.

- a) Tronco encefálico e diencefalo.

- b) Cerebelo e tronco encefálico.
 - c) Diencéfalo e cerebelo.
 - d) Encéfalo e medula espinal.
 - e) Diencéfalo, cerebelo e tronco encefálico.
39. Durante o exame neurológico, você diagnostica no seu paciente lesões nos dois primeiros pares de nervos cranianos. Portanto, quais os nomes dos nervos cranianos I e II?
- a) Nervo Glossofaríngeo e Nervo Vago.
 - b) Nervo Olfatório e Nervo Óptico.
 - c) Nervo Trigêmeo e Nervo Abducente.
 - d) Nervo Oculomotor e Nervo Troclear.
 - e) Nervo Facial e Nervo Vestíbulooclear.
40. No caso de uma lesão no II par de nervos cranianos, qual função estará afetada no seu paciente?
- a) Movimentação da língua.
 - b) Deglutição.
 - c) Olfato.
 - d) Visão.
 - e) Movimentação do olho.

ESTESIOLOGIA VETERINÁRIA

41. Você recebe um encaminhamento de um colega médico veterinário, solicitando a realização de exame neurológico acurado uma vez que o paciente apresenta déficit de propriocepção e enterocepção. Diante disso, qual a diferença entre propriocepção e enterocepção?
- a) Capacidade em reconhecer a localização espacial do corpo, sua posição e orientação bem como a força exercida pelos músculos & capacidade em reconhecer a dilatação extrema ou a contração de vísceras internas como, por exemplo, o intestino.
 - b) Capacidade em reconhecer a dilatação extrema ou a contração de vísceras internas como, por exemplo, o intestino & capacidade em reconhecer as sensações de doçura, acidez e salinidade dos alimentos.
 - c) Capacidade em reconhecer a localização espacial do corpo, sua posição e orientação bem como a força exercida pelos músculos & capacidade em

reconhecer a dilatação extrema ou a contração de vísceras internas como, por exemplo, o fígado.

- d) Capacidade em reconhecer a dilatação extrema ou a contração de vísceras internas como, por exemplo, o intestino & capacidade em reconhecer as sensações de tato, pressão, dor, calor e frio.
- e) Capacidade em reconhecer a dilatação extrema ou a contração de vísceras internas como, por exemplo, o intestino & capacidade em reconhecer a localização espacial do corpo, sua posição e orientação bem como a força exercida pelos músculos.

42. Um paciente politraumatizado após atropelamento chega ao hospital com perda de audição e falta de equilíbrio. Você diagnostica fratura em um osso do crânio. Em qual osso craniano estão alojadas as estruturas das orelhas média e interna?

- a) Temporal.
- b) Lacrimal.
- c) Maxila.
- d) Frontal.
- e) Incisivo.

43. A transmissão de ondas sonoras através da cavidade timpânica é mediada por três ossículos auditivos. Quais os nomes desses pequeninos ossos que transmitem as ondas sonoras ao líquido da orelha interna?

- a) Zigomático, epihioide e estribo.
- b) Sáculo, utrículo e cóclea.
- c) Martelo, bigorna e estribo.
- d) Temporal, bigorna e estribo.
- e) Zigomático, temporal e frontal.

44. A íris é a parte mais visível externamente e colorida do olho dos animais. Logo, qual é a função da íris?

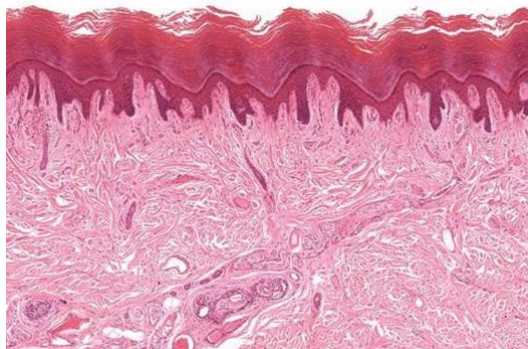
- a) Controlar a quantidade de luz que entra no olho através da pupila.
- b) Produzir o filme lacrimal que limpa e lubrifica os olhos através da lacrimação.
- c) Receber os estímulos luminosos através das células receptoras fotossensíveis.
- d) Transformar o estímulo luminoso em estímulo nervoso para o nervo óptico.
- e) Conferir forma e proteção ao bulbo do olho.

45. Os botões gustativos consistem em células sustentaculares ou de suporte, além de células receptoras ou gustativas. Para serem discernidas, as substâncias alimentares devem estar em solução. Uma das razões pela qual o alimento sofre ação da saliva é para dissolver partes para amostrar aos botões gustativos. Portanto, onde estão localizados os botões gustativos?

- a) Nas papilas da língua.
- b) Na mucosa olfatória.
- c) Nos pelos tácteis ou vibrissas.
- d) No osso temporal.
- e) Nos receptores sensoriais da pele.

TEGUMENTO COMUM

46. Analise o corte transversal da pele vista ao microscópio. A epiderme é a parte mais escura (a camada córnea, mais externa, está descamando) e a derme é a mais clara. Sabe-se que as células da epiderme são originadas na parte basal e se movem para cima, tornando-se mais achatadas. Quando chegam à camada mais superficial (camada córnea) as células estão mortas e são compostas em grande parte por queratina. Qual é a importância do processo de queratinização?



- a) Descamação da hipoderme.
- b) Maciez da epiderme.
- c) Resistência da epiderme.
- d) Elasticidade da derme.
- e) Proteção térmica da hipoderme.

47. A pele é composta por duas partes: um epitélio superficial (epiderme) e uma camada fibrosa densa (derme) que se apoia sobre um estrato de tecido conjuntivo frouxo (tela subcutânea). A respeito das camadas do tegumento, em que a derme difere da epiderme?

- a) A epiderme é ricamente vascularizada e innervada enquanto a derme é constituída por células mortas que são constantemente sendo esfoliadas.
 - b) A epiderme possui terminações nervosas responsáveis pelas percepções de calor, frio, viscosidade, dureza, umidade, aspereza e maciez, enquanto a derme acumula dentro de suas células uma proteína resistente e impermeável, a queratina.
 - c) A epiderme é formada por tecido epitelial enquanto a derme por tecido conjuntivo que contém vasos sanguíneos, terminações nervosas e glândulas exócrinas.
 - d) A epiderme está localizada imediatamente sobre a tela subcutânea (hipoderme) enquanto a derme está localizada imediatamente sob a hipoderme.
 - e) A epiderme contém vasos sanguíneos que desempenham um importante papel na manutenção da temperatura corporal enquanto a derme armazena gordura que atua como isolante térmico.
48. Um paciente canino, macho, 2 anos de idade, apresenta despigmentação nasal. No exame dermatológico, você diagnostica ausência do pigmento cutâneo. Qual é o pigmento natural do tegumento?
- a) Colágeno.
 - b) Melatonina.
 - c) Melanina.
 - d) Vitamina D.
 - e) Elastina.
49. Os cães naturalmente possuem pele glabra e úmida ao redor das narinas. O plano nasal é dividido por um filtro mediano que continua ventralmente e sulca o lábio superior. O que é um tegumento glabro?
- a) Desprovido de folículos pilosos.
 - b) Desprovido de vasos sanguíneos.
 - c) Desprovido de glândulas exócrinas.
 - d) Desprovido de terminações nervosas.
 - e) Desprovido de tecido adiposo.
50. Muitos anexos cutâneos estão presentes em toda a pele. Os principais são os folículos pilosos e as glândulas anexas. Diante disso, quais glândulas exócrinas compõem ao tegumento comum?

- a) Salivares e lacrimais.
- b) Tireoide e adrenais.
- c) Mamárias e paratireoides.
- d) Sudoríparas e sebáceas.
- e) Adenohipófise e neurohipófise.

PESQUISA DE SATISFAÇÃO

Olá! Esse questionário objetiva avaliar o quanto você ficou satisfeito ou insatisfeito ao ter participado do projeto da Plataforma EaD de Anatomia Veterinária.

1. Endereço de e-mail
2. Nome Completo
3. RA
4. CPF

5. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: *Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa PLATAFORMA EDUCACIONAL DE ANATOMIA ANIMAL: método complementar ao ensino de Medicina Veterinária. A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar a implantação da plataforma educacional de Anatomia Animal é, ao final desta experiência, investigar a aquisição de conhecimento científico pelos estudantes universitários do primeiro semestre do curso de Medicina Veterinária. A pesquisa se justifica pela necessidade de contribuir para a educação em Medicina Veterinária, aprimorando os métodos complementares de ensino de anatomia. O objetivo desse projeto é investigar o impacto da implantação da plataforma virtual sobre os alunos. Os procedimentos de coleta de dados ocorrerão da seguinte forma: três questionários serão disponibilizados individualmente aos estudantes para serem respondidos, sendo uma enquete inicial, uma avaliação integrada final e uma pesquisa de satisfação, via Google Forms. DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS: Não existe qualquer desconforto ou risco mínimo para que você se submeta à coleta de dados quais serão analisados exclusivamente pela pesquisadora (docente responsável). Tal coleta justifica-se pela necessidade de avaliar o que os estudantes aprenderam através desse método virtual de ensino, para que, em conjunto, possamos melhorar*

sua aplicação no futuro discutindo seus alcances e suas limitações. GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados dos questionários serão enviados para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada com a pesquisadora e outra será fornecida a você. CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para você bem como não será disponível nenhuma compensação financeira adicional. Afirmando que fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. Por fim, autorizo a publicação das minhas respostas na tese da doutoranda Catia Helena de Almeida Lima Massari bem como em artigos científicos que vierem a ser publicados.

- a) Eu aceito participar voluntariamente desse estudo. Declaro, portanto, concordar com o termo acima.
6. Quais ferramentas você mais utiliza para estudar além das aulas na universidade? Marque todas que se aplicam.
- a) Discussões com os colegas da turma.
 - b) Livros didáticos indicados e artigos científicos.
 - c) Monitoria presencial no laboratório da universidade.
 - d) Sites de busca como o *Google* e videoaulas no *Youtube*.
 - e) Slides apresentados nas aulas e caderno.
7. Quanto você acredita que aprender a origem das palavras, ou seja, a etimologia dos termos anatômicos te ajudou a estudar Anatomia?
- 1 2 3 4 5
8. Você acredita que as peças anatômicas criadas em ABS através da impressão 3D podem lhe auxiliar no aprendizado de Anatomia Animal?

- a) Sim, é um complemento às peças orgânicas.
b) Não, em nada ajudaria eu estudar as peças impressas.
9. Você teve paciência para usar a plataforma de ensino?
a) Sim.
b) Não, pulei alguns conteúdos.
10. Você enfrentou algum problema técnico relativo à plataforma que o impossibilitou alguma vez de acessá-la?
0 1 2 3 4 5
11. Como foi sua adaptação ao ambiente virtual da plataforma de ensino?
0 1 2 3 4 5
12. Diante da redução do horário de aula, você acredita que a plataforma educacional pode compensar, em parte, o tempo perdido de ensino na sala de aula tradicional?
0 1 2 3 4 5
13. O quanto você se sentiu motivado a acessar a plataforma?
0 1 2 3 4 5
14. Qual o seu grau de satisfação por ter participado deste projeto?
0 1 2 3 4 5
15. O quanto geralmente necessitou voltar alguns passos na plataforma para clarear o entendimento?
0 1 2 3 4 5
16. O quanto os materiais on-line fornecidos por esta plataforma te ajudaram a aprender mais sobre Anatomia Animal?
0 1 2 3 4 5
17. O quanto teve que interromper o estudo na plataforma?
0 1 2 3 4 5
18. O quanto comparou os conteúdos com pontos de vista de outros materiais?
0 1 2 3 4 5
19. O quanto você geralmente usa a internet para estudar?
0 1 2 3 4 5
20. Qual nota você dá para essa plataforma hospedada no *Google Classroom*?
0 1 2 3 4 5
21. Deixe aqui seu depoimento a respeito dessa plataforma de ensino. Críticas? Sugestões?