

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2022



MANUAL DE
NEUROANATOMIA
VETERINÁRIA BÁSICA

Henrique Trevizoli Ferraz e Edson Moreira Borges

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2022



MANUAL DE
NEUROANATOMIA
VETERINÁRIA BÁSICA

Henrique Trevizoli Ferraz e Edson Moreira Borges

EDITORA CHEFE

Profª Msc. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES

Henrique Trevizoli Ferraz e Edson Moreira Borges

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

2023 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2023 Os Autores

Copyright da Edição © 2023 Seven Editora

ARTE E EDIÇÃO

Alan Ferreira de Moraes

ILUSTRADORAS

Ana Vitória

Alves-Sobrinho

Zara Mariana de Assis-Silva

COVER IMAGES

AdobeStok

BIBLIOTECÁRIA

Eliete Marques da Silva

ÁREA DO CONHECIMENTO

Ciências agrárias

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Seven Publicações Ltda é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação.

Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste Livro foi enviado pela autora para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional

CORPO EDITORIAL

EDITORES CHEFE

Profª Msc. Isabele de Souza Carvalho

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Pedro Henrique Ferreira Marçal. Universidade Vale do Rio Doce

Prof. Msc. Adriana Barni Truccolo- Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Prof. Msc. Marcos Garcia Costa Morais- Universidade Estadual da Paraíba

Prof. Dra. Mônica Maria de Almeida Brainer - Instituto Federal Goiano Campus Ceres

Prof. Me. Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof. Me. Egas José Armando - Universidade Eduardo Mondlane de Moçambique.

Profª Drª. Ariane Fernandes da Conceição- Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Dr. Wanderson Santos de Farias - Universidad de Desarrollo Sustentable

Profª Drª. Maria Gorete Valus -Universidade de Campinas

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Manual de neuroanatomia veterinária básica [livro eletrônico] / organização Henrique Trevizoli Ferraz , Edson Moreira Borges. -- 1. ed. -- São José dos Pinhais, PR : Seven Events, 2023. PDF.

Bibliografia.

ISBN 978-65-84976-24-5

1. Medicina veterinária 2. Neuroanatomia
I. Ferraz, Henrique Trevizoli. II. Borges, Edson Moreira.

23-142425

CDD-636.089

NLM-SF-745

Índices para catálogo sistemático:

1. Neuroanatomia : Medicina veterinária 636.089

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



<https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023>

Seven Publicações Ltda
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

DECLARAÇÃO DO (A) AUTOR(A)

A autores desta obra **DECLARAM** para os seguintes fins que:

1. Não possuir qualquer interesse comercial que enseje um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado;
2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente nas seguintes condições: "a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão;"
3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos e vícios de autoria;
4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas;
5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa;
6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Seven Publicações Ltda.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Seven Publicações Ltda **DECLARA**, para fins de direitos deveres e eventuais aceções metodológicas ou jurídicas, que:

1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, constituindo direito sobre a publicação e reprodução dos materiais. Não se responsabilizando solidariamente na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; Sendo única e exclusivamente responsabilidade do (s) autor (es) a verificação de tais questões autorais e outras, se eximindo portando a Editora de eventuais danos civis, administrativos e penais que surjam.
2. Autoriza A DIVULGAÇÃO DA OBRA, pelo (s) autor (es) em palestras, cursos eventos, shows, meios midiáticos e televisivos, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial, com a apresentação dos devidos CRÉDITOS a SEVEN PUBLICAÇÕES LTDA, podendo ser responsabilizado o autor (es) e divulgadores pela omissão/apagamento de tais informações;
3. Todos os e-book são open access, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de e-commerce, ou qualquer outro meio virtual ou físico. Sendo, portanto, isenta de repasses de direitos autorais aos autores, vez que o formato não enseja demais direitos que não os fins didáticos e publicitários da obra que podem ser consultados a todo momento.
4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro;
5. A Seven Publicações Ltda, não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra, em conformidade ao Marco Civil da Internet, a Lei Geral de Proteção de Dados e a Constituição da República Federativa.

PREFÁCIO

Quando nós, organizadores deste simples manual, idealizamos sua produção e nos propusemos a fazê-lo, em nenhum momento tivemos a pretensão de que o texto fosse uma referência bibliográfica no assunto. Muito pelo contrário. O principal objetivo com sua escrita foi o desenvolvimento de uma revisão composta por informações básicas, obtidas em uma vasta, e por vezes complexa, literatura. Por isso, o material foi estruturado dentro de uma linha pedagogicamente definida, baseada no ganho de conhecimento de forma contínua e cumulativa, visando-se fornecer aos leitores conceitos essenciais sobre o sistema nervoso e, assim, preparando-os para o entendimento das generalidades da anatomia macroscópica nos mamíferos domésticos. Ressalta-se que tais estratégias são as mesmas adotadas na preparação e no desenvolvimento de nossas aulas. Ou seja, a partir de metodologias testadas em salas de aula teórica e em laboratórios de aula prática, o documento a seguir foi formatado, da maneira mais didática possível, para ser utilizado por alunos e profissionais como material inicial de consulta. Assim, esperamos que, posteriormente, os indivíduos possam aprofundar seus estudos, em textos muito mais elaborados, acerca da neuroanatomia veterinária. Adicionalmente, esta obra conta ainda com dois capítulos extras, oriundos de seminários escritos e apresentados por pós-graduandos do Programa de Residência em Medicina Veterinária, abordando assuntos como a fisiopatologia da dor e a técnica de bloqueio anestésico pela via epidural, que complementarão os conhecimentos e mostrarão aos leitores parte da aplicabilidade prática do tema tratado. Diante do exposto, desejamos a todos uma boa leitura, acreditando estarmos plantando uma pequena semente do conhecimento que, se carinhosamente cultivada, florescerá e renderá bons frutos!

Henrique Trevizoli Ferraz

Edson Moreira Borges

ORGANIZADORES

Henrique Trevizoli Ferraz

Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Goiás (2005), Mestre (2007) e Doutor (2011) em Ciência Animal pela mesma instituição. Professor associado da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Jataí (CIAGRA - UFJ). Vinculado às disciplinas de Anatomia Veterinária II e Anatomia Topográfica dos Animais Domésticos (graduação em Medicina Veterinária); Noções de Anatomia Animal (graduação em Zootecnia); e Anatomia Aplicada à Cirurgia, Seminários e Prática da Clínica Médica em Animais de Companhia (Programa de Residência em Medicina Veterinária).

Edson Moreira Borges

Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Paraíba (1994), Especialista em Medicina Veterinária (Clínica e Cirurgia de Grandes Animais) pela Universidade Federal de Viçosa (1996), Mestre em Cirurgia Veterinária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP (2001) e Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres pela Universidade de São Paulo - USP (2004). Foi docente nas áreas de Anatomia e Fisiologia Veterinárias na Universidade de Brasília (UnB), Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Universidade Federal de Goiás (UFG).

AUTORES

Alice Caroline da Silva Rocha

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/3662043858953215>

Ana Vitória Alves-Sobrinho

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/4313101638925570>

Antônio Carlos Severino Neto

Médico Veterinário, Residente em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia de Animais de Companhia, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/1856585465707605>

Carla Helrigle Silva

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3362144866086155>

Cássio Aparecido Pereira Fontana

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8026175001976877>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Doughlas Regalin

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6279413484367260>

Dyomar Toledo Lopes

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3243593904027807>

Edson Moreira Borges

Médico Veterinário, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres
<http://lattes.cnpq.br/7997498609950530>

Gabriel Lopes Germano

Médico Veterinário, Residente em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia de Animais de Companhia,
Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/5940256380272818>

Guilherme Oliveira Maia

Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/4428912030754931>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Jéssica Bueno Guimarães

Médica Veterinária, Especialista, Mestranda em Biociência Animal, Universidade Federal de
Jataí
<http://lattes.cnpq.br/6193524797313491>

Karoline Koch Helfenstein

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/9184640632599578>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Paulo Fernando Zaiden Rezende

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/4139321979804581>

Thiago André Salvitti de Sá Rocha

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6090538514070653>

Welber Daniel Zanetti Lopes

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública
<http://lattes.cnpq.br/4480577038117234>

Zara Mariana de Assis-Silva

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/7073406346526917>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

Organização do sistema nervoso

Henrique Trevizoli Ferraz, Edson Moreira Borges, Klaus Casaro Saturnino, Dyomar Toledo Lopes, Dirceu Guilherme de Souza Ramos, Ana Vitória Alves-Sobrinho e Welber Daniel Zanetti Lopes

 <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-001>

.....01-08

CAPÍTULO 2

Aspectos morfofuncionais do sistema nervoso

Henrique Trevizoli Ferraz, Edson Moreira Borges, Dirceu Guilherme de Souza Ramos, Dyomar Toledo Lopes, Klaus Casaro Saturnino, Paulo Fernando Zaiden Rezende and Ana Vitória Alves-Sobrinho

 <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-002>

.....09-13

CAPÍTULO 3

Generalidades da anatomia do sistema nervoso central

Henrique Trevizoli Ferraz, Edson Moreira Borges, Dyomar Toledo Lopes, Dirceu Guilherme de Souza Ramos, Klaus Casaro Saturnino, Cássio Aparecido Pereira Fontana e Karoline Koch Helfenstein

 <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-003>

.....14-28

CAPÍTULO 4

Generalidades da anatomia do sistema nervoso periférico

Henrique Trevizoli Ferraz, Edson Moreira Borges, Klaus Casaro Saturnino, Dirceu Guilherme de Souza Ramos, Dyomar Toledo Lopes, Zara Mariana de Assis-Silva e Karoline Koch Helfenstein

 <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-004>

.....29-34

CAPÍTULO 5

Sistema nervoso autônomo

Henrique Trevizoli Ferraz, Edson Moreira Borges, Dyomar Toledo Lopes, Klaus Casaro Saturnino, Dirceu Guilherme de Souza Ramos, Carla Helrigle Silva e Zara Mariana de Assis-Silva

 <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-005>

.....35-38

CAPÍTULO 6

Fisiopatologia, classificação e aspectos negativos relacionados à dor em animais

Antônio Carlos Severino Neto, Gabriel Lopes Germano, Douglas Regalin, Alice Caroline da Silva Rocha, Guilherme Oliveira Maia, Klaus Casaro Saturnino e Henrique Trevizoli Ferraz

  <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-006>

.....39-49

CAPÍTULO 7

Bloqueio epidural em cães e gatos

Gabriel Lopes Germano, Antônio Carlos Severino Neto, Douglas Regalin, Jéssica Bueno Guimarães, Klaus Casaro Saturnino, Henrique Trevizoli Ferraz e Thiago André Salvitti de Sá Rocha

  <https://doi.org/10.56238/manualneurotovetv12023-007>

.....50-64

CAPÍTULO 1

Organização do sistema nervoso



<https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-001>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Edson Moreira Borges

Médico Veterinário, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres
<http://lattes.cnpq.br/7997498609950530>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Dyomar Toledo Lopes

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

<http://lattes.cnpq.br/3243593904027807>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Ana Vitória Alves-Sobrinho

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/4313101638925570>

Welber Daniel Zanetti Lopes

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública
<http://lattes.cnpq.br/4480577038117234>

1 INTRODUÇÃO

Sem dúvida nenhuma o sistema nervoso (SN) é o mais complexo dos sistemas orgânicos. Prova disso é o fato do mesmo ser o primeiro a se diferenciar no embrião e, no entanto, o último a completar o desenvolvimento. A função primordial do SN é regular as reações do organismo às alterações ambientais (externas ou internas), atuando em conjunto com os sistemas endócrino e imune, além dos órgãos sensoriais. Para se entender os mecanismos de ação do SN é imprescindível saber que tudo depende da seguinte arquitetura:

Estímulo → Processamento → Resposta

Onde os estímulos são captados pelos órgãos receptores, sendo as informações transportadas e processadas pelo SN, que formula uma reação adaptativa e envia os impulsos para um órgão efetor realizar a ação de resposta. Este é seu princípio básico de funcionamento.

Ressalta-se que muitos dos elementos estruturais e das vias do SN são macroscopicamente indistinguíveis. Assim, para o bom entendimento da anatomia, é indispensável o conhecimento de áreas correlatas como, por exemplo, a citologia, a histologia e a fisiologia.

2 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

São eles os *órgãos efetores*, os *órgãos receptores* e os *neurônios*, sendo que estes últimos fazem a conexão entre dois primeiros.

2.1 ÓRGÃO RECEPTOR

É aquele que reconhece o estímulo ambiental, tendo, portanto, função sensorial. Como exemplos podemos citar os *exteroceptores*, que captam os estímulos ambientais (tato, calor, dor, visão, audição, olfato e paladar) e estão localizados na pele e nos órgãos dos sentidos; os *propioceptores*, relacionados à postura do animal e à posição dos músculos e articulações, encontrados profundamente nas paredes corpóreas e nos membros; e os *visceroceptores* ou *enteroceptores*, responsáveis pela sensibilidade visceral e pelo controle da pressão arterial, além do pH e da concentração de oxigênio sanguíneos.

Esses receptores sensoriais ainda podem ser subdivididos em *quimiorreceptores*, que detectam substâncias químicas como, por exemplo, aquelas relacionadas ao paladar ou ao olfato; *termorreceptores*, que reconhecem alterações de temperatura; *mecanorreceptores*, responsáveis pela percepção de contato físico como, por exemplo, aqueles relacionados ao tato; *fotorreceptores*, que captam estímulos luminosos, como os que atuam na formação das imagens; ou *nociceptores*, que reconhecem estímulos dolorosos.

2.2 ÓRGÃO EFETOR

É aquele que irá realizar a resposta, podendo ser um músculo ou uma glândula. No caso dos músculos estriados esqueléticos, a resposta é consciente e, por isso, eles desempenharão uma função somatomotora (movimentação do corpo como um todo, excetuando-se as vísceras). Já para a musculatura lisa e estriada cardíaca a reação é inconsciente, estando relacionada à função visceromotora. Acerca das glândulas, sob regência do SN, elas poderão liberar hormônios, enzimas, saliva, suor, lágrimas, entre outros.

3 CÉLULAS DO SISTEMA NERVOSO

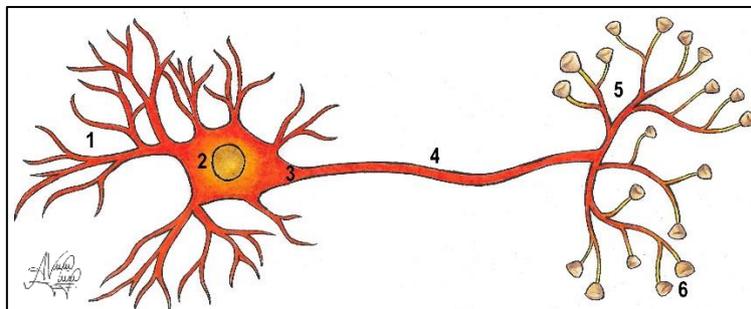
São os *neurônios* e as *células da glia* (astrócitos, oligodendrócitos, microgliócitos, células endimárias e células de Schwann).

3.1 NEURÔNIOS

São a unidade estrutural básica do SN, transmitindo os impulsos elétricos na forma de potencial de ação. Tratam-se de células de formato alongado, divididas em *pericário*, *dendritos*, *cone de implantação* e *axônio*. O pericário ou corpo celular ou centro trófico é onde estão localizados o núcleo e as organelas. Os dendritos geralmente são múltiplos e curtos, transmitindo o impulso elétrico em direção ao pericário e, por isso, relacionados à recepção dos sinais. O cone de implantação conecta o pericário ao axônio, sendo amielínico, ou seja, não é envolto por bainha de mielina. Já o axônio é único e longo, podendo ser mielinizado ou não, com ou sem ramificações. Ele transmite os impulsos para fora do pericário sendo,

portanto, responsável pelo envio dos sinais nervosos. Na extremidade do axônio existem ramificações terminais, formando uma estrutura conhecida como telodendro, onde estão localizados os botões sinápticos ou botões terminais (Figura 1).

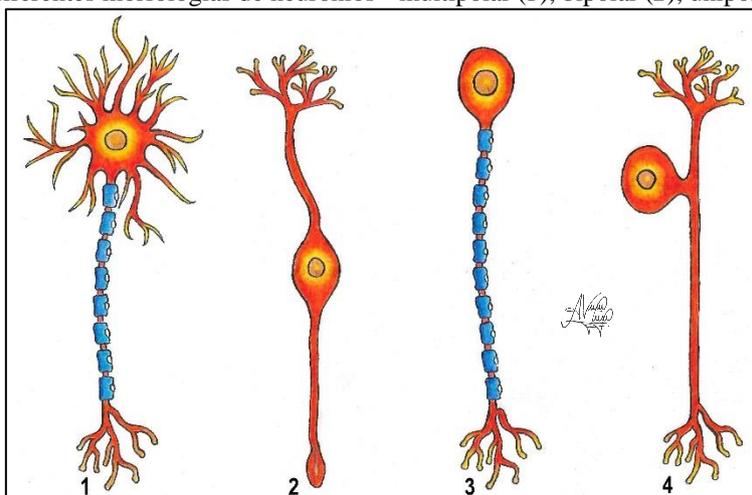
FIGURA 1: Ilustração de um neurônio - dendritos (1), pericário (2), cone de implantação (3), axônio (4) e telodendro (5) com botões sinápticos (6).



3.1.1 Classificação dos neurônios quanto à forma

A representação das diferentes morfologias de neurônios pode ser vista na Figura 2.

FIGURA 2: Ilustração das diferentes morfologias de neurônios - multipolar (1), bipolar (2), unipolar (3) e pseudounipolar (4).



a - Multipolares: possuem vários ramos de dendritos unidos ao pericário, sendo encontrados em maior quantidade no organismo.

b - Bipolares: apresentam dendritos unidos a um ramo comum, anterior ao pericário, estando presentes em menor quantidade no organismo, restritos aos órgãos dos sentidos, como, por exemplo, aqueles da segunda cadeia da camada neuroepitelial interna da retina.

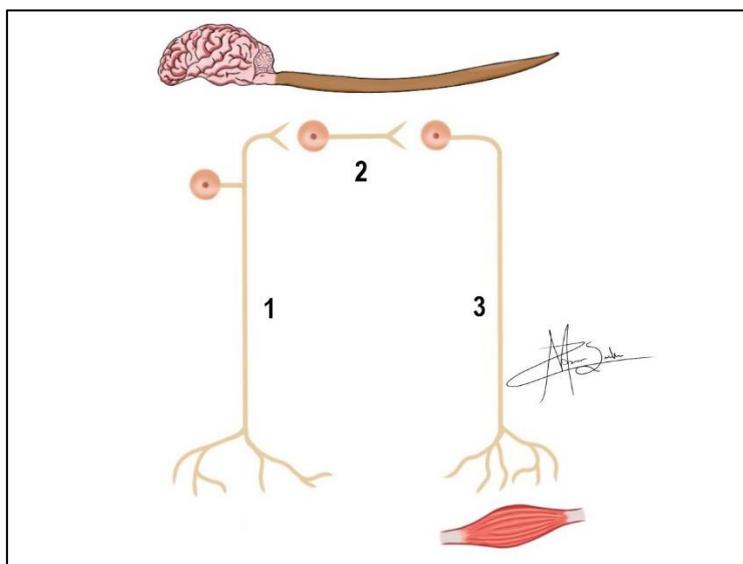
c - Unipolares: são raros nos vertebrados, sendo observados apenas durante o desenvolvimento embrionário e originando, posteriormente, os neurônios pseudounipolares.

d - Pseudounipolares: possuem ramos de dendritos e o axônio unidos a uma única extensão do pericário. Os pericários destas células agrupam-se nos gânglios dos nervos sendo, assim, encontrados no sistema nervoso periférico (SNP).

3.1.2 Classificação dos neurônios quanto à função

A representação esquemática da classificação dos neurônios quanto à função pode ser observada na Figura 3.

FIGURA 3: Ilustração das diferentes classificações dos neurônios quanto à função - sensitivo ou aferente (1), interneurônio (2) e motor ou eferente (3).



a - Sensitivos ou aferentes: transmitem impulsos dos órgãos receptores para o sistema nervoso central (SNC). A maioria é do tipo pseudounipolar. Nos órgãos dos sentidos (retina, orelha interna, epitélio olfatório e botões gustativos da língua) são bipolares.

b - Motores ou eferentes: levam os impulsos do SNC para os órgãos efetores, sendo multipolares.

c - Interneurônios: transmitem os sinais de um neurônio a outro dentro do SNC, também sendo multipolares.

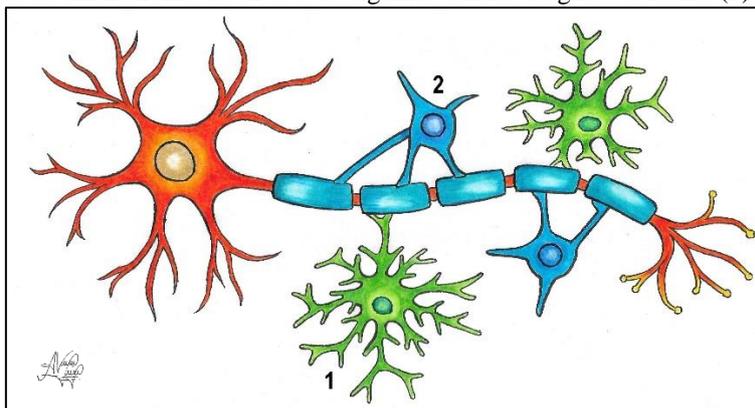
3.2 CÉLULAS DA GLIA OU GLIÓCITOS OU NEURÓGLIAS

São responsáveis pela sustentação, proteção e nutrição dos neurônios do SNC, localizando-se entre os capilares e os neurônios. Elas também formam a bainha de mielina nos prolongamentos ou processos neuronais (dendritos e axônio) dos neurônios do SNC (oligodendrócitos) e do SNP (células de Schwann).

3.2.1 Astrócitos ou macrogliócitos ou células macrogliais

A nomenclatura deve-se ao fato dessas células apresentarem prolongamentos que lhes conferem o formato de estrela (Figura 4). São aquelas encontradas em maior número e responsáveis pela sustentação e nutrição dos neurônios, pois permitem a troca de substâncias entre eles e os capilares. Além disso, compõem a barreira hematoencefálica, estando, portanto, relacionados também à proteção do SNC.

FIGURA 4: Ilustração de um neurônio do SNC e de algumas células da glia - astrócito (1) e oligodendrócito (2).



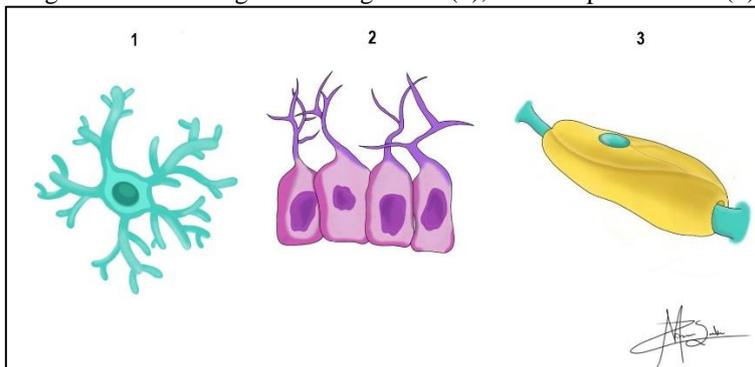
3.2.2 Oligodendrócitos

Formam a bainha de mielina nos neurônios do SNC (Figura 4).

3.2.3 Microglíocitos ou micróglia ou células microgliais

Responsáveis pela defesa inespecífica dos neurônios, promovendo a fagocitose de antígenos (Figura 5).

FIGURA 5: Ilustração de algumas células da glia - microglíocito (1), células endodimárias (2) e célula de Schwann (3).



3.2.4 Células endodimárias ou células endodimais ou endodimócitos

De formato alongado (Figura 5) elas revestem os ventrículos do encéfalo e o canal central da medula espinal (estruturas oriundas da luz do tubo neural embrionário). Produzem o líquido ou líquido cefalorraquidiano ou líquido cerebrospinal, na região do plexo coroide dos dois ventrículos laterais e do terceiro e quarto ventrículos do encéfalo.

3.2.5 Células de Schwann ou leuócitos ou neuroleuócitos

Formam a bainha de mielina nos neurônios do SNP (Figura 5).

4 SINAPSES

São os locais de transmissão do impulso nervoso e podem ocorrer de um neurônio a outro, entre um neurônio e a musculatura ou ainda de um neurônio para uma glândula.

4.1 COMPONENTES DAS SINAPSES

São a *célula pré-sináptica* (que sempre será um neurônio); a *fenda sináptica* (que é o espaço entre as células); e a *célula pós-sináptica* (que poderá ser outro neurônio, um músculo ou uma glândula).

4.2 - Sinapse elétrica

Feita entre neurônios semiconectados, através do transporte de íons, sendo assim bastante rápida. Ocorre no tronco encefálico, no córtex cerebral, na retina, na musculatura estriada cardíaca e na musculatura lisa (visceral).

4.3 SINAPSE QUÍMICA

Feita com a participação de neurotransmissores (acetilcolina, noradrenalina, serotonina, glicina, entre outros) que atuam como mediadores químicos. É mais lenta que a sinapse elétrica e pode ser excitatória ou inibitória, de acordo com o neurotransmissor envolvido.

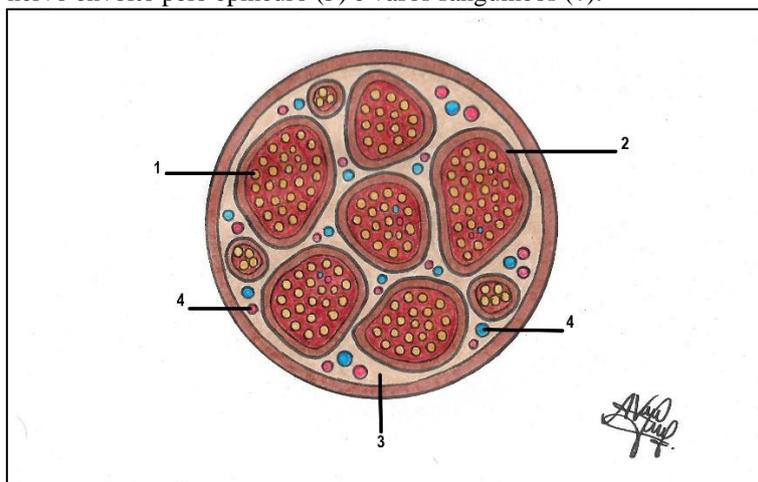
5 FIBRAS NERVOSAS

Nada mais são do que o prolongamento de um neurônio. Na maioria das vezes elas são formadas pelo axônio. Também podem ser oriundas dos dendritos de neurônios sensitivos (pseudounipolares ou bipolares). As fibras nervosas apresentam coloração esbranquiçada devido à bainha de mielina, que tem constituição lipídica e, por isso, no estado sólido apresenta esta cor.

6 NERVOS

São o conjunto de fibras nervosas, sendo estruturas exclusivas do SNP, pois fazem a conexão entre os órgãos (receptores ou efetores) e o SNC. Ressalta-se aqui que o conjunto de fibras nervosas no SNC é chamado de *trato* ou *fascículo*.

FIGURA 6: Ilustração do corte transversal de um nervo - fibra nervosa recoberta pelo endoneuro (1), feixe de fibras nervosas limitado pelo perineuro (2), nervo envolto pelo epineuro (3) e vasos sanguíneos (4).



Os nervos são envoltos por três túnicas de tecido conjuntivo (Figura 6): o *endoneuro*, que recobre cada fibra nervosa (mais interna); o *perineuro*, que agrupa várias fibras nervosas e divide o nervo em feixes nervosos (túnica média); e o *epineuro*, que envolve o nervo e é constituído pelo conjunto de feixes nervosos (mais externa).

7 GÂNGLIOS

São o agrupamento de pericários do SNP, situados na raiz dorsal dos nervos espinais. A maioria oriunda de neurônios pseudounipolares, com função sensitiva (aférente). Tratam-se de estruturas macroscópicas e de coloração escura, uma vez que os pericários não são envoltos pela bainha de mielina. Ressalta-se aqui que o conjunto de pericários no SNC é chamado de *núcleo*.

8 MECANISMO DE ESTÍMULO E RESPOSTA

Após a leitura desta breve revisão de literatura, fica fácil entender o mecanismo de estímulo e resposta orquestrado pelo SN e responsável pela reação adequada do organismo às modificações. Seus componentes são: o *órgão receptor*; uma *fibra nervosa aferente*, oriunda de um neurônio que traz o impulso para o SNC; o próprio *SNC*, que processa a informação e formula uma resposta adaptativa; uma *fibra nervosa eferente*, que é o prolongamento de um neurônio que leva o sinal nervoso do SNC; e o *órgão efector*, que pode ser um músculo ou uma glândula (vide representação esquemática da Figura 3).

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - BANKS, W.J. **Histologia Veterinária Aplicada**. Manole, 2.ed., 1992.
- 2 - CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Guanabara Koogan, 2.ed., 1999.
- 3 - DELLMANN, H.D.; BROWN, E.M. **Histologia Veterinária**. Guanabara Koogan, 1982.
- 4 - DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Elsevier, 4.ed., 2010.
- 5 - EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. D. V. M. **Miller - Guia Para Dissecção do Cão**. Guanabara Koogan, 3.ed., 1994.
- 6 - FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. Guanabara Koogan, 7.ed., 2011.
- 7 - GETTY, R. **Sisson/Grossman - Anatomia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, v.1 e v.2, 5.ed., 1986.
- 8 - KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Artmed, 6.ed., 2016.
- 9 - MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia Funcional**. Atheneu, 2000.
- 10 - MENESES, M.S. **Neuroanatomia Aplicada**. Guanabara Koogan, 1999.
- 11 - MERIGHI, A. **Anatomia Topográfica Veterinária**. Revinter, 2010.
- 12 - SPENCE, A.P. **Anatomia Humana Básica**. Manole, 2.ed., 1991.
- 13 - SWENSON, M.J. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, 10.ed., 1988.

CAPÍTULO 2

Aspectos morfofuncionais do sistema nervoso



<https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-002>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Edson Moreira Borges

Médico Veterinário, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

<http://lattes.cnpq.br/7997498609950530>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Dyomar Toledo Lopes

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

<http://lattes.cnpq.br/3243593904027807>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Paulo Fernando Zaiden Rezende

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

<http://lattes.cnpq.br/4139321979804581>

Ana Vitória Alves-Sobrinho

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí

<http://lattes.cnpq.br/4313101638925570>

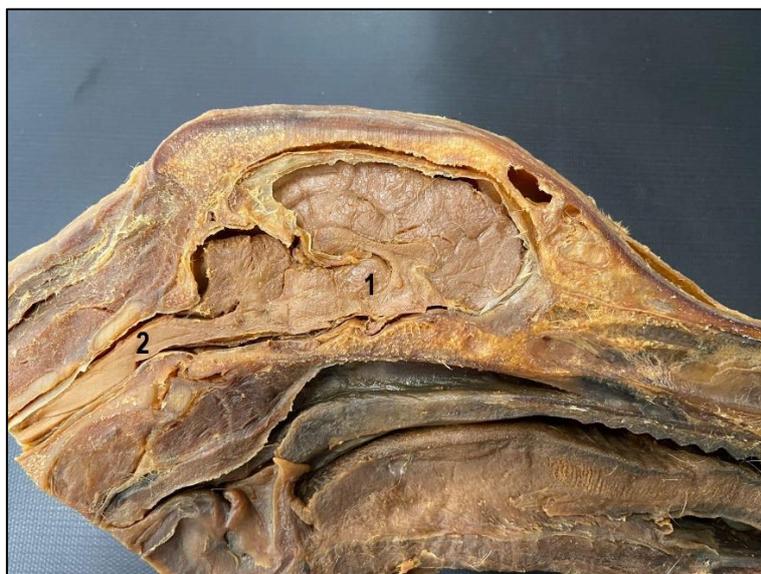
1 INTRODUÇÃO

Didaticamente o sistema nervoso (SN) pode ser dividido sob dois aspectos: a localização das estruturas (*divisão topográfica*) ou de acordo com o papel desempenhado pelos diferentes componentes (*divisão funcional*).

2 DIVISÃO TOPOGRÁFICA

Em relação ao local onde as estruturas estão situadas, o SN divide-se em *central* (SNC) e *periférico* (SNP). Vale lembrar que, considerando-se a divisão topográfica, as generalidades da anatomia do SNC e do SNP serão mais profundamente abordadas nos próximos capítulos deste material.

FIGURA 1: Hemicabeça canina conservada em glicerina - encéfalo (1) na cavidade craniana e início da medula espinal (2) no canal vertebral.



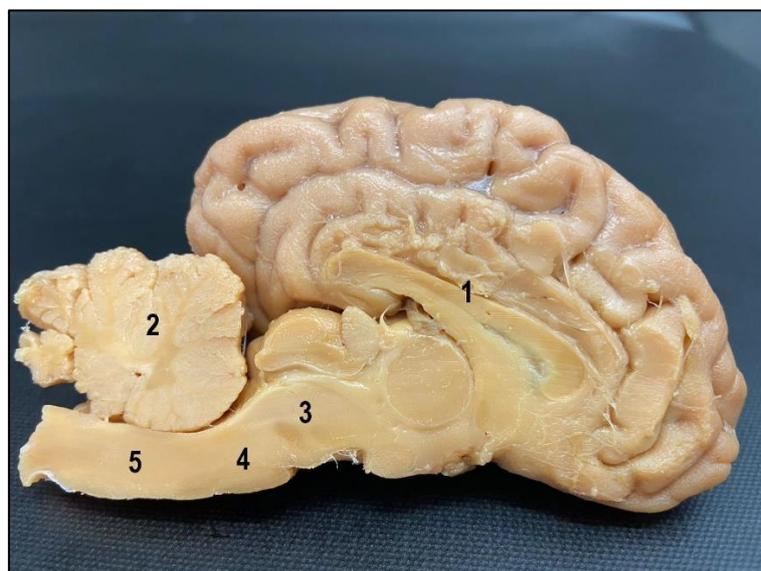
Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

2.1 SISTEMA NERVOSO CENTRAL

É o centro integrador e regulador do SN, recebendo impulsos do SNP, formulando uma resposta adaptativa e enviando os sinais pelo SNP. Os componentes do SNC são o *encéfalo*, localizado na cavidade craniana, e a *medula espinal* ou *medula espinhal*, encontrada no canal vertebral (Figura 1).

O encéfalo é formado pelo *cérebro*, pelo *cerebelo* e pelo *tronco encefálico*. Este último subdivide-se em *mesencéfalo*, *ponte* e *medula oblonga* ou *bulbo* (Figura 2). Posteriormente, a medula atravessa o forame magno e penetra no canal vertebral, sendo então denominada medula espinal. Portanto, esta é uma continuação da medula oblonga, localizada fora da cavidade craniana.

FIGURA 2: Corte mediano de encéfalo conservado em glicerina - cérebro (1), cerebelo (2), mesencéfalo (3), ponte (4) e medula oblonga (5).



Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

2.2 SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

O SNP conecta os órgãos (receptores e efetores) ao SNC. Ele é composto por *gânglios* e *nervos*. Adicionalmente, os nervos subdividem-se em *cranianos*, que se apresentam na face ventral do encéfalo; e *espinais*, que têm suas raízes na medula espinal.

3 DIVISÃO FUNCIONAL

De acordo com a funcionalidade existem as *vias aferentes*, que são sensitivas e trazem os impulsos para o SNC; e as *vias eferentes*, que são motoras e levam as respostas formuladas pelo SNC.

3.1 VIAS AFERENTES

As vias aferentes subdividem-se em *somáticas (gerais e especiais)* e *viscerais (gerais e especiais)*. As primeiras trazem sinais de alterações ambientais captadas pelo corpo do animal como um todo. Já as outras transmitem impulsos relacionados a alterações detectadas nas vísceras.

3.1.1 Vias aferentes somáticas gerais

Têm origem em receptores cutâneos (exteroceptores) ou profundos das paredes corpóreas e dos membros (propioceptores). Nelas os impulsos nervosos são transmitidos por pares de nervos espinais e pelo quinto par (V) de nervos cranianos (nervo trigêmeo).

3.1.2 Vias aferentes somáticas especiais

Transmitem impulsos captados por receptores da retina, relacionada à visão (exteroceptores); de componentes cocleares, responsáveis pela audição (exteroceptores); e de componentes vestibulares, que controlam o equilíbrio do corpo (propioceptores). Aqui os sinais nervosos são transmitidos através do segundo (II) e oitavo (VIII) pares de nervos cranianos (respectivamente os nervos óptico e vestibulococlear).

3.1.3 Vias aferentes viscerais gerais

Originam-se de receptores de vasos sanguíneos, glândulas e vísceras da cabeça e do tronco (todos viscerceptores), sendo os impulsos nervosos transmitidos por pares de nervos espinais e pelo sétimo (VII), nono (IX) e décimo (X) pares de nervos cranianos (respectivamente os nervos facial, glossofaríngeo e vago).

3.1.4 Vias aferentes viscerais especiais

Estas têm origem em receptores de odor e sabor (exteroceptores) e trazem os sinais ao SNC através do primeiro (I), sétimo (VII), nono (IX) e décimo (X) pares de nervos cranianos (respectivamente os nervos olfatório, facial, glossofaríngeo e vago).

3.2 VIAS EFERENTES

As vias eferentes subdividem-se apenas em *somáticas gerais* e *viscerais gerais*. A inexistência de vias eferentes somáticas especiais e viscerais especiais explica-se pelo fato dos órgãos dos sentidos e as vísceras não desempenharem ação motora de adaptação do corpo às alterações ambientais.

3.2.1 Vias eferentes somáticas gerais

Levam os impulsos nervosos para a musculatura estriada esquelética por pares de nervos espinais e pelo terceiro (III), quarto (IV), quinto (V), sexto (VI), sétimo (VII), nono (IX), décimo (X), décimo primeiro (XI) e décimo segundo (XII) pares de nervos cranianos (respectivamente os nervos oculomotor, troclear, trigêmeo, abducente, facial, glossofaríngeo, vago, acessório e hipoglosso).

3.2.2 Vias eferentes viscerais gerais

Têm como destino a musculatura lisa de vasos sanguíneos e vísceras, além de glândulas e da musculatura estriada cardíaca. Nelas os impulsos nervosos são transmitidos por fibras do sistema nervoso autônomo (SNA) simpático e parassimpático. Ressalta-se aqui que o SNA será mais detalhadamente discutido no quinto capítulo desse manual.

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Guanabara Koogan, 2.ed., 1999.
- 2 - DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Elsevier, 4.ed., 2010.
- 3 - EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. D. V. M. **Miller - Guia Para Dissecção do Cão**. Guanabara Koogan, 3.ed., 1994.
- 4 - FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. Guanabara Koogan, 7.ed., 2011.
- 5 - GETTY, R. **Sisson/Grossman - Anatomia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, v.1 e v.2, 5.ed., 1986.
- 6 - KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Artmed, 6.ed., 2016.
- 7 - MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia Funcional**. Atheneu, 2000.
- 8 - MENESES, M.S. **Neuroanatomia Aplicada**. Guanabara Koogan, 1999.
- 9 - MERIGHI, A. **Anatomia Topográfica Veterinária**. Revinter, 2010.
- 10 - SPENCE, A.P. **Anatomia Humana Básica**. Manole, 2.ed., 1991.
- 11 - SWENSON, M.J. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, 10.ed., 1988.

CAPÍTULO 3

Generalidades da anatomia do sistema nervoso central



<https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-003>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Edson Moreira Borges

Médico Veterinário, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres
<http://lattes.cnpq.br/7997498609950530>

Dyomar Toledo Lopes

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3243593904027807>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Cássio Aparecido Pereira Fontana

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8026175001976877>

Karoline Koch Helfenstein

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/9184640632599578>

1 INTRODUÇÃO

O sistema nervoso central (SNC) é composto pelo *encéfalo* e pela *medula espinal*, sendo essas duas estruturas contínuas, não havendo uma demarcação clara entre elas. Para limitarmos anatomicamente as mesmas, pode-se considerar um plano imaginário entre o osso occipital e a primeira vértebra cervical (atlas) ou entre o último par de nervos cranianos (XII - nervo hipoglosso) e o primeiro par de nervos espinais (C₁).

O encéfalo tem formato irregular, moldando-se à cavidade craniana. Já a medula espinal é alongada, com aparência regular e uniforme, situada no canal vertebral. Este é formado pelos anéis ósseos vertebrais, por ligamentos e pelos discos intervertebrais.

Tanto o encéfalo quanto a medula espinal são envoltos pelas *meninges*, estando assim protegidos por tecido conjuntivo (meninges), líquidos (presentes nas cavidades das meninges) e ossos (do crânio e do canal vertebral), tamanha a importância do SNC. Não há uma relação linear entre o peso do animal e o tamanho do encéfalo, sendo este relativamente menor em mamíferos de grande porte e proporcionalmente maior naqueles mais avançados. Como exemplos podemos citar a relação peso do encéfalo/peso corpóreo em seres humanos (1/50), em caninos (1/200) e em equinos (1/800).

A *substância cinzenta* (na verdade de coloração bege em amostras frescas) é o local do tecido nervoso onde há o predomínio de pericários e dendritos de neurônios, além de células da glia, característica do córtex dos hemisférios cerebrais e cerebelares ou da região central da medula espinal, que apresenta o formato de “H” ou de “borboleta”. Já a *substância branca* é a região do tecido nervoso onde há maior

concentração de prolongamentos mielinizados de neurônios, observada na região central do cérebro e do cerebelo ou na periferia da medula espinal (Figuras 1, 2, 3 e 4).

FIGURA 1: Corte longitudinal de encéfalo no momento da necropsia - substância branca na região central do cerebelo (1), substância cinzenta no córtex cerebelar (2) e substância cinzenta no córtex cerebral (3).



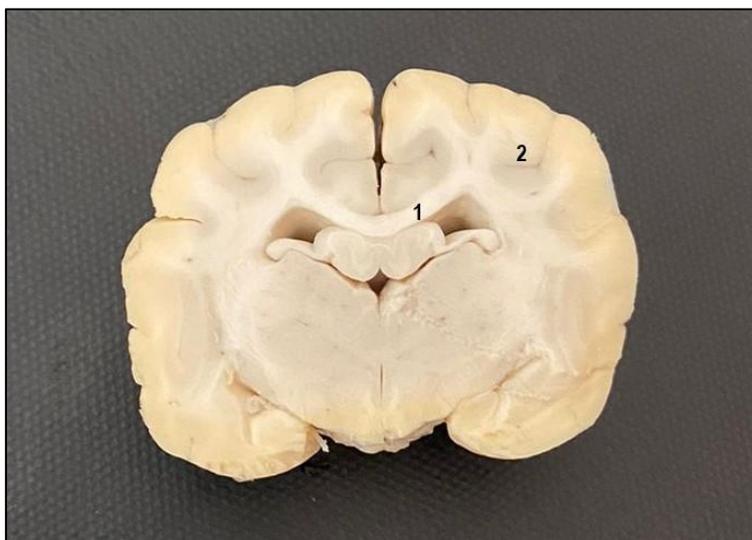
Fonte: Acervo do Laboratório de Patologia e Parasitologia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

FIGURA 2: Corte longitudinal de encéfalo conservado em formol - substância branca na região central do cerebelo (1), substância cinzenta no córtex cerebelar (2) e substância cinzenta no córtex cerebral (3).



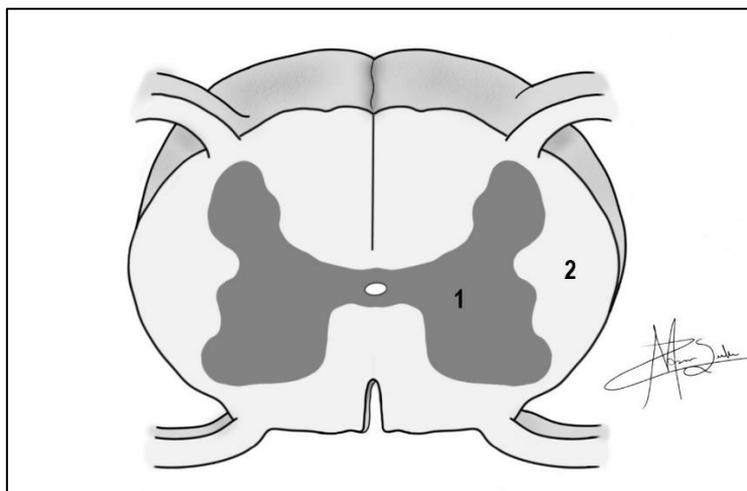
Fonte: Acervo do Laboratório de Patologia e Parasitologia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

FIGURA 3: Corte transversal de cérebro conservado em formol - substância branca na região central (1) e substância cinzenta no córtex (2).



Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

FIGURA 4: Ilustração de um corte transversal da medula espinal - substância cinzenta na região central (1) e substância branca na periferia (2).



2 ENCÉFALO

Com base no desenvolvimento do tubo neural do embrião, que apresenta inicialmente três vesículas primárias, divide-se o encéfalo em *prosencefalo* ou *encéfalo anterior*; *mesencefalo* ou *encéfalo médio*; e *rombencéfalo* ou *encéfalo posterior*. Na sequência, ocorre a diferenciação em cinco vesículas secundárias, com o prosencefalo se subdividindo em *telencefalo* e *diencéfalo*; e o rombencéfalo em *metencefalo* e *mielencefalo*. Adicionalmente, a luz do tubo neural originará os *ventrículos do encéfalo* (dois ventrículos laterais, além do terceiro e do quarto ventrículos) e o *canal central* da medula espinal (Figura 5).

FIGURA 5: Ilustração do desenvolvimento do tubo neural no embrião - prosencéfalo (1), mesencéfalo (2), rombencéfalo (3), telencéfalo (4), diencéfalo (5), metencéfalo (6), mielencéfalo (7), ventrículos laterais (8), terceiro (9) e quarto ventrículos (10).

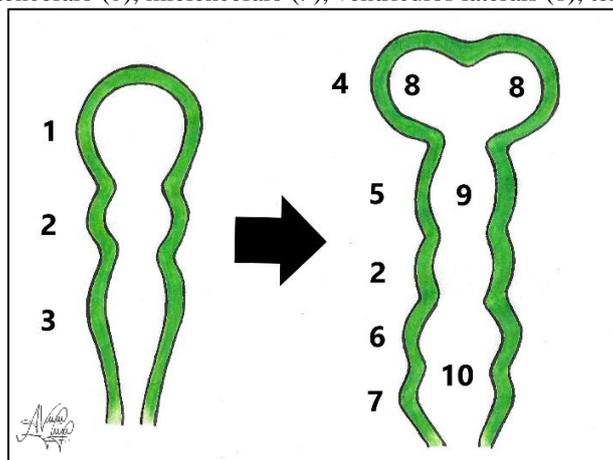
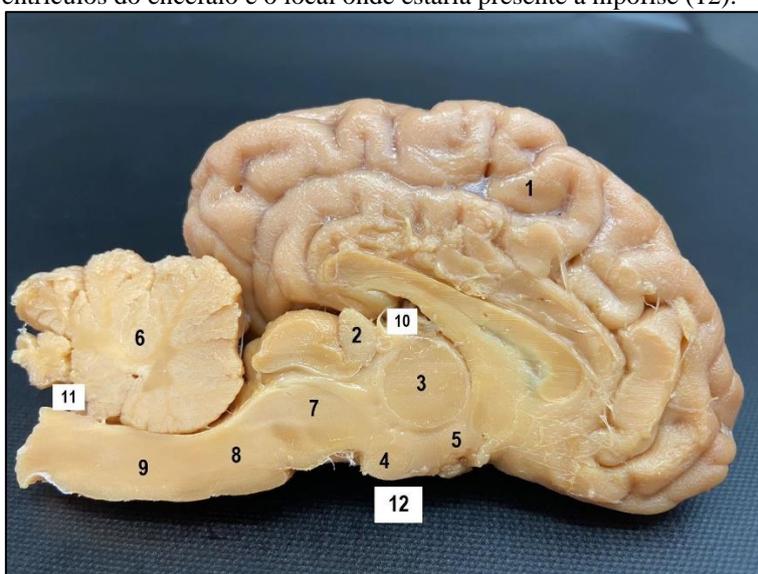


FIGURA 6: Corte mediano de encéfalo conservado em glicerina - córtex do hemisfério cerebral esquerdo (1), epífise (2), aderência intertalâmica (3), corpo mamilar (4), metatálamo (5), cerebelo (6), mesencéfalo (7), ponte (8), medula oblonga (9), terceiro (10) e quarto (11) ventrículos do encéfalo e o local onde estaria presente a hipófise (12).



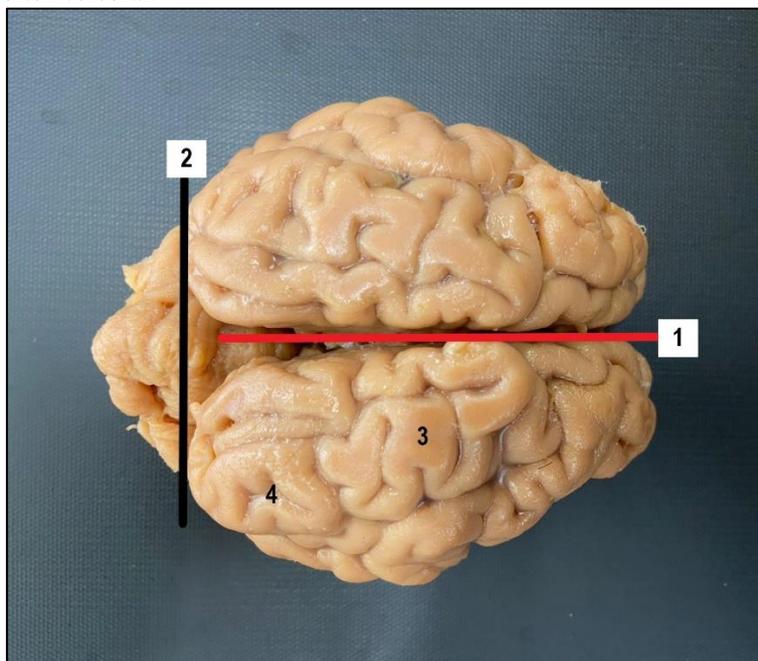
Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

O telencéfalo dará origem ao *córtex* dos hemisférios cerebrais e o diencéfalo ao *epitálamo*; ao *tálamo*; ao *hipotálamo*; e ao *metatálamo*. No epitálamo encontra-se a epífise ou glândula pineal, produtora do hormônio melatonina, que controla a atividade sexual. No tálamo, ao corte mediano do encéfalo, observa-se a aderência intertalâmica. O hipotálamo, onde estão situados o corpo mamilar e a hipófise ou glândula pituitária, é responsável pelo controle das funções viscerais (relacionadas ao sistema nervoso autônomo - SNA) e da reprodução. Esta última através da produção do hormônio liberador das gonadotrofinas (GnRH), que irá estimular a hipófise (visível apenas na face ventral do encéfalo, pois encontra-se suspensa pelo infundíbulo) a secretar o hormônio folículo estimulante (FSH), o hormônio luteinizante (LH) e a prolactina. Por fim, o metatálamo é onde estão localizadas as fibras nervosas do trato óptico, que formarão o segundo par de nervos cranianos (II) ou nervo óptico. O metencéfalo (porção rostral do rombencéfalo) dará origem ao cerebelo (dorsalmente) e à ponte (ventralmente). Já o mielencéfalo (porção caudal do rombencéfalo) formará a medula oblonga (Figura 6).

2.1 CÉREBRO

Observando-se o cérebro numa vista dorsal do encéfalo (Figura 7), identifica-se a *fissura longitudinal do cérebro*, que divide a víscera em dois *hemisférios* laterais de formato ovoide; e a *fissura transversa do cérebro*, que o separa do cerebelo.

FIGURA 7: Vista dorsal de encéfalo conservado em glicerina - fissura longitudinal do cérebro (1), fissura transversa do cérebro (2), giro (3) e sulco (4) do córtex cerebral.

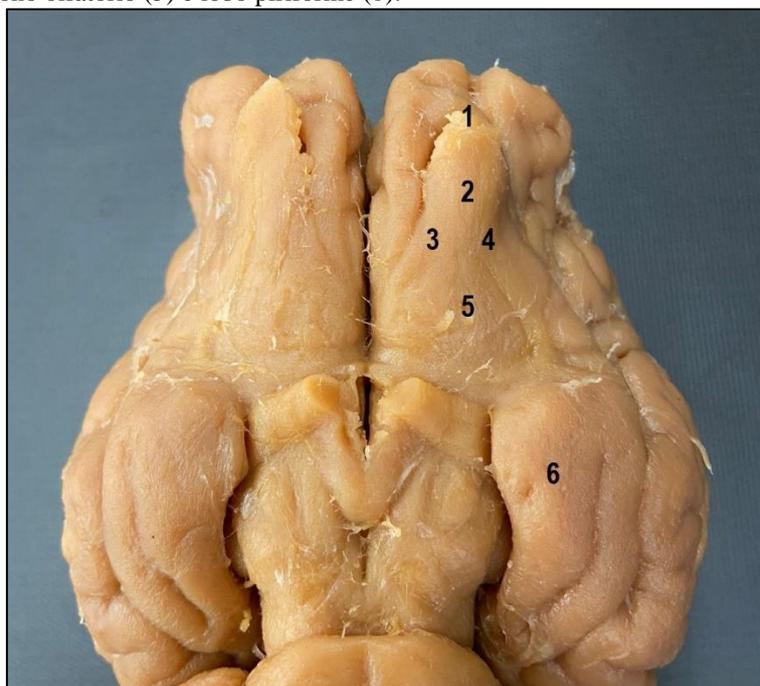


Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

Nas faces dorsolaterais dos hemisférios cerebrais encontramos *giros* e *sulcos*. Os primeiros são definidos como proeminências ou elevações ou circunvoluções do córtex cerebral. Já os sulcos são as depressões do córtex, localizados entre os giros (Figura 7). Ressalta-se aqui que a quantidade de giros e sulcos varia entre as espécies, conforme o ajuste do tecido nervoso à cavidade craniana. Além disso, num estudo mais detalhado sobre o assunto, os leitores verão que, para os diferentes mamíferos domésticos, cada um dos giros e dos sulcos tem nomenclatura anatômica definida.

O córtex cerebral é dividido em *lobos*, denominados conforme os ossos cranianos aos quais estão relacionados, e delimitados anatomicamente pelos giros e sulcos, havendo, portanto, pequenas diferenças entre as espécies domésticas. O *lobo frontal* está relacionado às funções motoras (córtex motor); o *lobo parietal* é responsável pelas funções sensoriais (córtex sensorial); o *lobo temporal* tem função auditiva (córtex auditivo); e o *lobo occipital* processa as informações visuais (córtex visual). Existe ainda um quinto lobo cortical, mais facilmente identificável numa vista ventral do cérebro, relacionado ao olfato (*lobo olfatório*), que será melhor detalhado a seguir.

FIGURA 8: Vista ventral de encéfalo conservado em glicerina - bulbo olfatório (1), pedúnculo olfatório (2) tratos olfatórios medial (3) e lateral (4), trígono olfatório (5) e lobo piriforme (6).

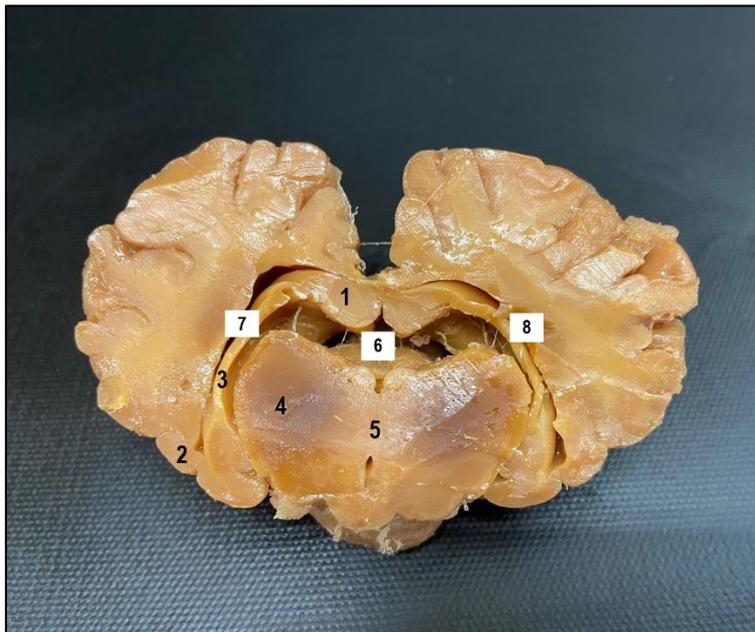


Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

Considerando-se o desenvolvimento filogenético dos vertebrados, o cérebro pode ser subdividido em *neopálio*; *paleopálio*; e *arquipálio*. O neopálio é a formação mais recente, presente apenas nos animais superiores (que inclui os domésticos), correspondente às porções dorsolaterais dos hemisférios cerebrais, onde estão situados os lobos corticais. O paleopálio trata-se da formação intermediária, correspondente ao cérebro dos mamíferos inferiores (como, por exemplo, o ornitorrinco), relacionado ao córtex olfatório e localizado na face ventral de cada hemisfério cerebral, onde observa-se o lobo olfatório. Este é composto pelo *bulbo olfatório*, situado rostralmente e que faz sinapse com os neurônios do epitélio olfatório; pelo *pedúnculo olfatório*, onde se encontram os tratos olfatórios medial e lateral formando o trígono olfatório; e pelo *lobo piriforme*, que nada mais é do que a projeção caudal do trato olfatório (Figura 8).

Por fim, o arquipálio é a porção mais primitiva, correspondente ao cérebro dos répteis, localizado na face medial de cada hemisfério, prolongando-se da fissura longitudinal do cérebro para dentro dos hemisférios cerebrais, onde forma o *hipocampo* (Figura 9). Vale lembrar que no hipocampo e no lobo piriforme estão os elementos corticais do sistema límbico, responsável por instintos primitivos do comportamento emocional como, por exemplo, libido, fome e sede.

FIGURA 9: Corte transversal de encéfalo conservado em glicerina - hipocampo (1), lobo piriforme (2), prolongamento do lobo piriforme até o hipocampo (3), tálamo (4), aderência intertalâmica (5), terceiro ventrículo (6), ventrículos laterais direito (7) e esquerdo (8).

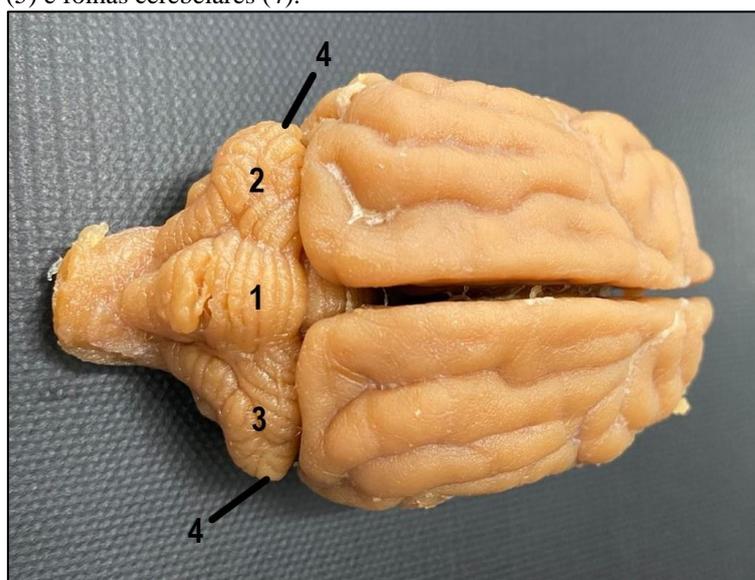


Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

2.2 CEREBELO

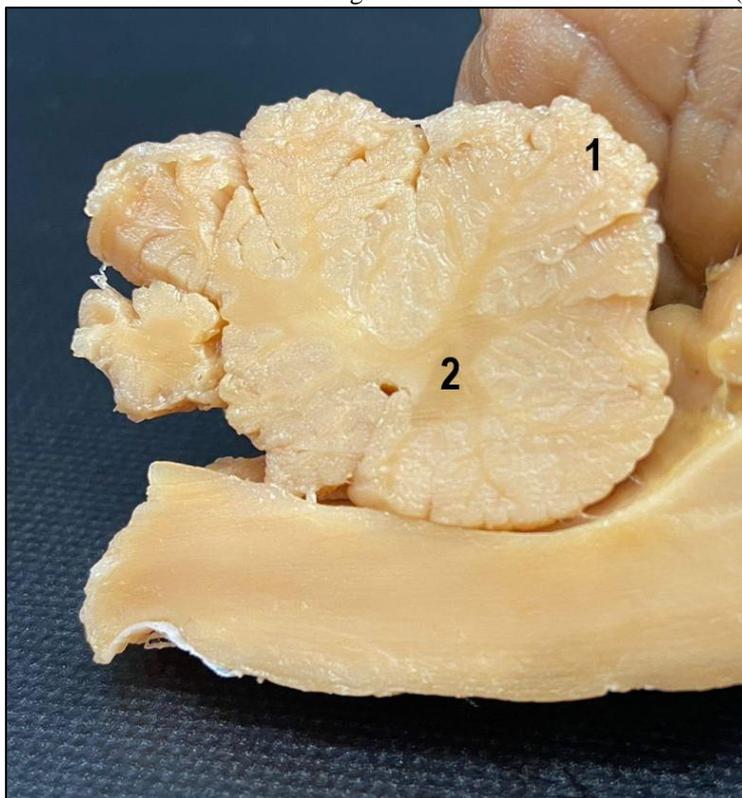
De formato globular, localiza-se caudalmente ao cérebro e dorsalmente ao tronco encefálico (Figura 6). Numa vista dorsal do cerebelo observa-se a *crista sagital mediana* ou *vérmis* ou *verme cerebelar*, que recebe tais nomenclaturas em função de estar localizada no plano mediano e assemelhar-se a um anelídeo; e dois *hemisférios* laterais. Nestes existem sulcos transversais que dividem a superfície do *córtex* cerebelar, originando assim as *folhas cerebelares* (Figura 10).

FIGURA 10: Vista dorsal de encéfalo conservado em glicerina - crista sagital mediana (1), hemisfério cerebelar esquerdo (2), hemisfério cerebelar direito (3) e folhas cerebelares (4).



Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

FIGURA 11: Corte mediano de cerebelo conservado em glicerina - lóbulo cortical cerebelar (1) e medula cerebelar (2).



Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

No corte mediano é possível identificar a *medula* do cerebelo, composta de substância branca irradiada para vários lóbulos corticais, formados por pequenas fissuras do córtex cerebelar, originando assim uma estrutura parecida com um tronco e seus galhos, descrita pela literatura como “árvore da vida” (Figura 11). As principais funções do cerebelo são aquelas relacionadas ao equilíbrio do corpo e à coordenação da musculatura esquelética, ou seja, à postura e à locomoção do animal.

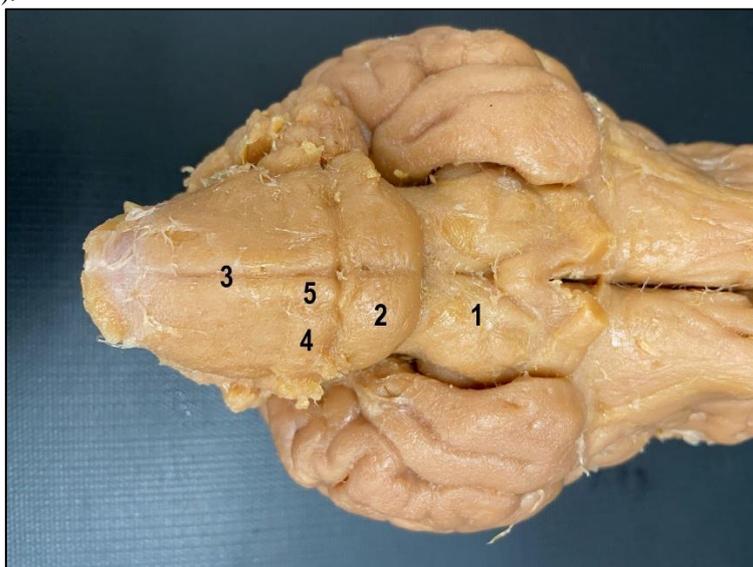
2.3 TRONCO ENCEFÁLICO

Formado pelo *mesencéfalo*, pela *ponte* e pela *medula oblonga*.

2.3.1 Mesencéfalo

Encontrado rostralmente à ponte e ventralmente ao cérebro e ao cerebelo (Figuras 6 e 12). As principais funções do mesencéfalo são aquelas relacionadas à postura, à locomoção e à da fase inicial do movimento rápido. Além disso, é a porção do SNC onde estão localizados os núcleos do terceiro (III) e quarto (IV) pares de nervos cranianos (respectivamente os nervos oculomotor e troclear).

FIGURA 12: Vista ventral de encéfalo conservado em glicerina - mesencéfalo (1), ponte (2), fissura mediana ventral (3), corpo trapezoide (4) e pirâmide (5).

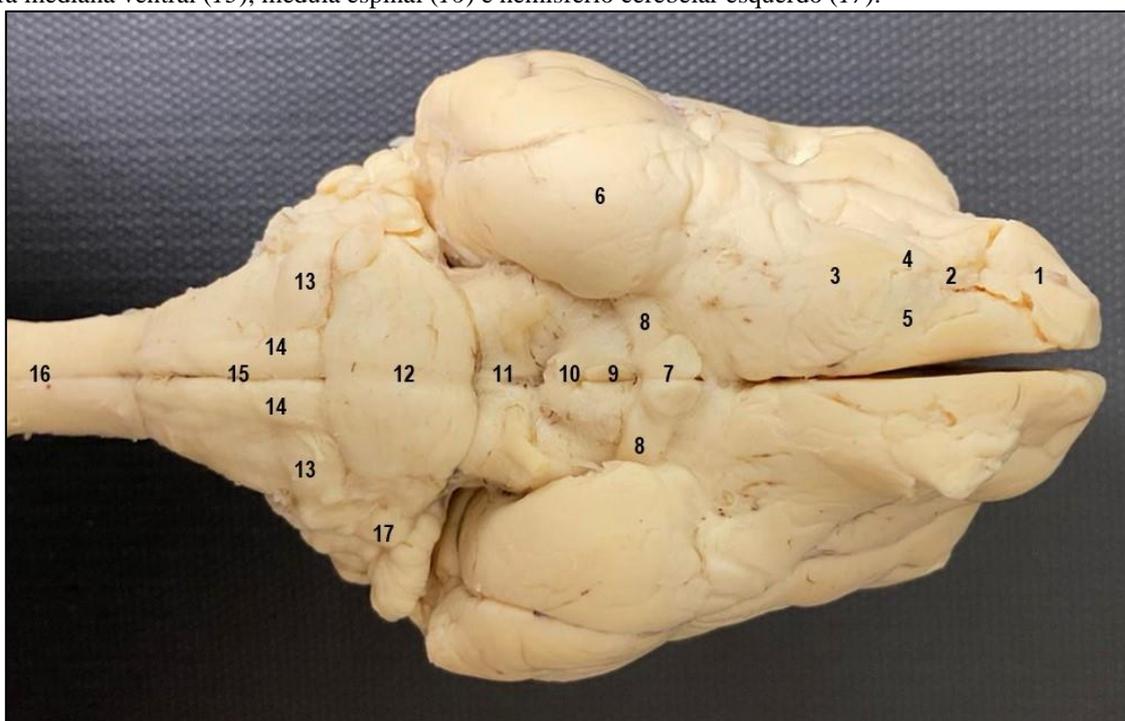


Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

2.3.2 Ponte

Localizada caudalmente ao mesencéfalo e rostralmente à medula oblonga, apresenta uma protuberância ventral, com fibras transversais visíveis na face ventral do encéfalo (Figuras 12 e 13). As principais ações desempenhadas pela ponte são aquelas ligadas às funções motoras. Adicionalmente, o quinto par (V) de nervos cranianos (nervo trigêmeo) emerge lateralmente à ponte.

FIGURA 13: Vista ventral de encéfalo conservado em formol - bulbo olfatório (1), pedúnculo olfatório (2), trígono olfatório (3), trato olfatório lateral (4), trato olfatório medial (5), lobo piriforme (6), quiasma óptico (7), trato óptico (8), local onde estaria a hipófise suspensa pelo infundíbulo (9), corpo mamar (10), mesencéfalo (11), ponte (12), corpos trapezoides (13), pirâmides (14), fissura mediana ventral (15), medula espinal (16) e hemisfério cerebelar esquerdo (17).



Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

2.3.3 Medula oblonga

Situada caudalmente à ponte, a medula oblonga atravessa o forame magno e se prolonga na medula espinal (dentro do canal vertebral). Observando-se a face ventral do encéfalo, verifica-se que a porção rostral da medula oblonga é mais alargada, além de ser possível identificar a *fissura mediana ventral* (que se continua na medula espinal); os *corpos trapezoides*; e as *pirâmides* (Figuras 12 e 13). Cada corpo trapezoide é descrito como uma faixa plana de fibras transversais, localizado na extremidade rostral das pirâmides. Estas últimas são definidas como duas cristas, posicionadas lateralmente à fissura mediana ventral, formadas por axônios de neurônios com pericários situados no córtex cerebral e que se prolongam até a medula. Ressalta-se aqui que a maioria dessas fibras nervosas cruza o plano mediano, num fenômeno chamado de *decussação das pirâmides*, que explica porque um dos hemisférios do cérebro controla os movimentos voluntários do lado oposto do corpo do animal. Ainda em relação à medula oblonga, é importante salientar que a maioria dos pares de nervos cranianos (do VI ao XII) tem origem na mesma e que ela é responsável pela coordenação da respiração e da circulação, além de ações reflexas como, por exemplo, deglutição, tosse e espirro.

3 MEDULA ESPINAL

De maneira geral, a medula espinal tem formato alongado e cilíndrico, achatada dorsoventralmente, com pequenas variações na forma e no diâmetro conforme o segmento observado. Externamente ela apresenta coloração esbranquiçada. Apesar de não haver uma delimitação anatômica evidente, a medula espinal é dividida conforme a porção da coluna vertebral à qual está relacionada. Assim, os segmentos encontrados são: *cervical*, *torácico*, *lombar*, *sacral* e *coccígeo* havendo, portanto, pequenas variações entre as espécies, em função da quantidade de vértebras de cada região da coluna vertebral.

3.1 SALIÊNCIAS OU ESPESSAMENTOS

3.1.1 Intumescência cervical

Trata-se de uma região mais dilatada da medula espinal (Figura 14) de onde origina-se o *plexo braquial*, formado pelos ramos ventrais dos três últimos nervos espinais cervicais e dos dois primeiros nervos espinais torácicos, que irá suprir os músculos e a pele dos membros torácicos, além das paredes laterais do tórax e do abdômen.

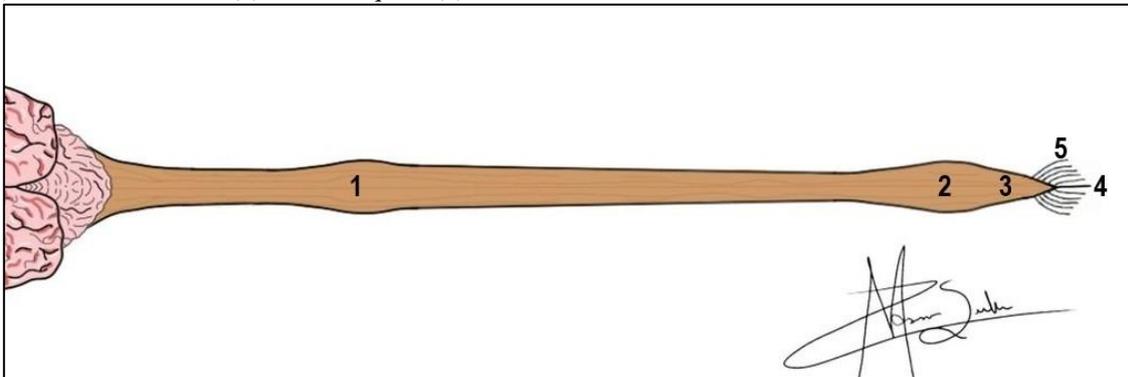
3.1.2 Intumescência lombar

Também se refere a uma porção de maior diâmetro da medula espinal (Figura 14), de onde origina-se o *plexo lombossacral*, formado pelos ramos ventrais dos três ou quatro últimos nervos espinais lombares e dos dois primeiros nervos espinais sacrais, que irá suprir os membros pélvicos; os músculos e a pele da cavidade pélvica; além dos órgãos do sistema reprodutor. Ressalta-se aqui que as particularidades dos plexos braquial e lombossacral serão melhor detalhadas no próximo capítulo.

3.2 CONE MEDULAR

Situado caudalmente à intumescência lombar, o cone medular é a região onde observa-se o afinilamento da medula espinal (Figura 14).

FIGURA 14: Ilustração da medula espinal numa vista dorsal - intumescência cervical (1), intumescência lombar (2), cone medular (3), filamento terminal (4) e cauda equina (5).



3.3 CAUDA EQUINA

O comprimento da medula espinal é menor que o da coluna vertebral. Nos caninos a medula termina na altura da sexta ou sétima vértebras lombares; nos felinos entre a sexta vértebra lombar e a terceira sacral; nos ruminantes na altura da sexta vértebra lombar; nos equinos juntamente com a segunda vértebra sacral; e nos suínos entre a quinta e sexta vértebras lombares.

Devido a isso, as raízes (dorsais e ventrais) dos nervos espinais sacrais e coccígeos necessitam prolongar-se até seus respectivos forames intervertebrais, portanto para além do cone medular, originando uma estrutura semelhante à cauda de um equino (Figura 14).

3.4 FILAMENTO TERMINAL

A partir da extremidade do cone medular, a pia-máter (meninge mais interna e intimamente relacionada ao tecido nervoso) projeta-se caudalmente, numa estrutura chamada *filamento terminal da pia-máter*. Posteriormente, ele se funde à aracnoide e à extremidade caudal do saco dural ou *filamento terminal da dura-máter*, formando um cordão fibroso, denominado *filamento terminal* (Figura 14), que irá se fixar na face dorsal das vértebras coccígeas. Isso é importante na manutenção da estática da medula espinal dentro do canal vertebral.

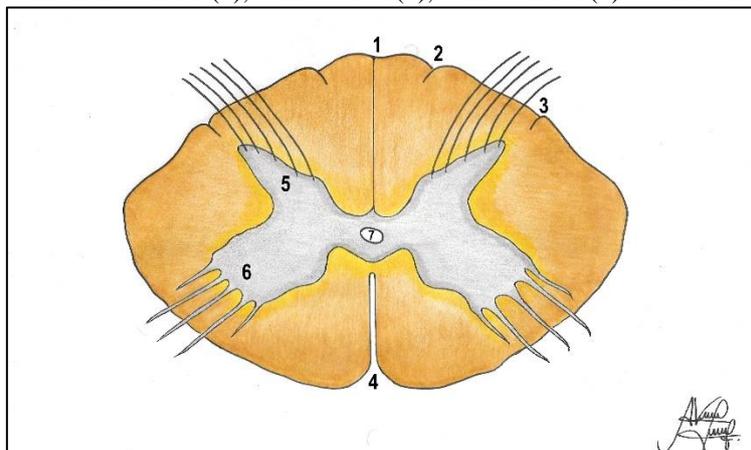
3.5 ESTRUTURA

3.5.1 Substância branca

Na periferia da medula espinal encontra-se a substância branca. Nesta podem ser identificados o *sulco mediano dorsal*, os *sulcos intermediários dorsais* e os *sulcos laterais dorsais*, além da *fissura mediana ventral* (Figura 15). Em cada metade da medula espinal, entre o sulco mediano dorsal e o

intermediário dorsal, está localizado o fascículo grácil; entre o sulco intermediário dorsal e o lateral dorsal, situa-se o fascículo cuneiforme; já entre o sulco lateral dorsal e a fissura mediana ventral existem vários tratos.

FIGURA 15: Ilustração de um corte transversal da medula espinal - sulco mediano dorsal (1), sulco intermediário dorsal (2), sulco lateral dorsal (3), fissura mediana ventral (4), corno dorsal (5), corno ventral (6) e canal central (7).



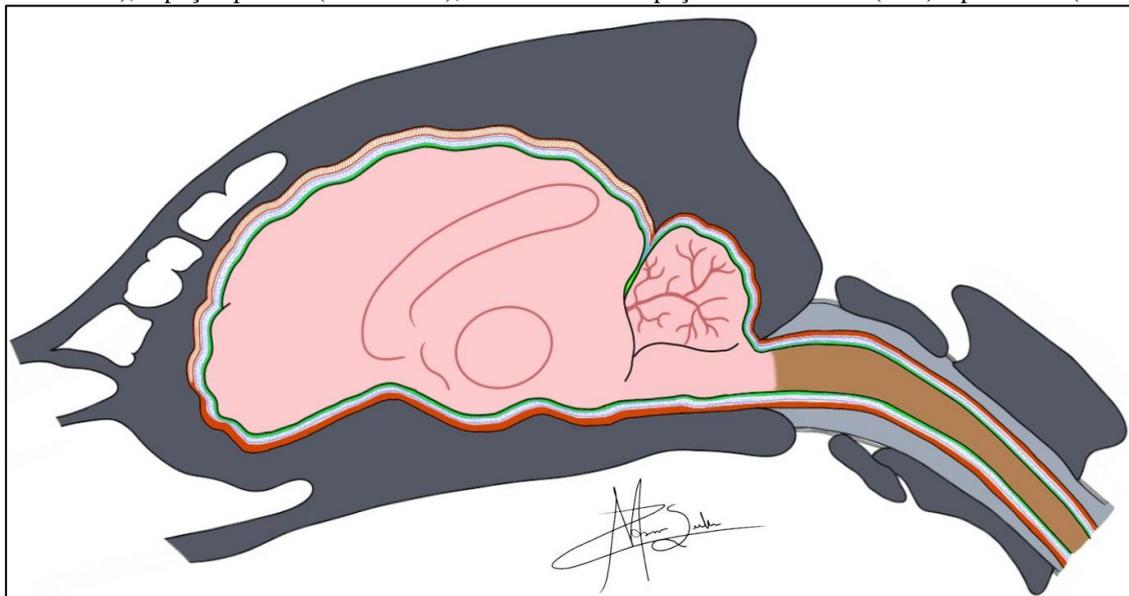
3.5.2 Substância cinzenta

Na região central da medula espinal, em formato de “H” ou de “borboleta”, verifica-se a substância cinzenta, que contém o canal central da medula. Em cada antímero dela são encontrados o *corno dorsal* ou *coluna dorsal* e o *corno ventral* ou *coluna ventral* (Figura 15). O corno dorsal está relacionado à raiz dorsal dos nervos espinais, por onde chegam as fibras nervosas aferentes. No corno ventral está situado o *núcleo motor*. Por este motivo ele relaciona-se à raiz ventral dos nervos espinais, de onde partem as fibras nervosas eferentes.

4 MENINGES, CAVIDADES E LÍQUIDOS

As meninges são túnicas de tecido conjuntivo que circundam o SNC. Existem três meninges: a *dura-máter* (mais externa ou superficial), a *aracnoide* (intermediária) e a *pia-máter* (mais interna ou profunda). Todas possuem uma *porção cefálica*, que envolve o encéfalo dentro da cavidade craniana, e uma *porção espinal*, que recobre a medula espinal no canal vertebral.

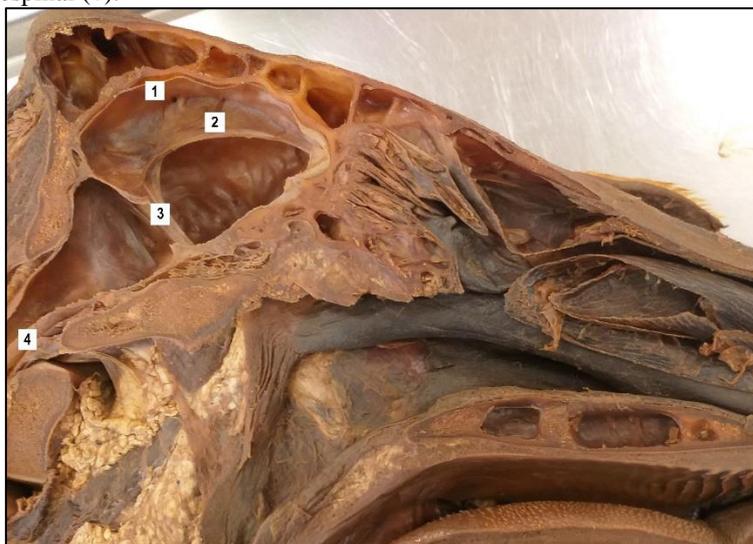
FIGURA 16: Ilustração do sistema nervoso central envolto pelas meninges e suas cavidades - ossos cranianos e vértebras (*cinza escuro*), encéfalo (*rosa*), medula espinal (*marrom*), dura-máter (*vermelho*), foixe cerebral e tentório cerebelar transverso (*vermelho hachurado*), espaço epidural (*cinza claro*), aracnoide com espaço subaracnóideo (*azul*) e pia-máter (*verde*).



4.1 DURA-MÁTER

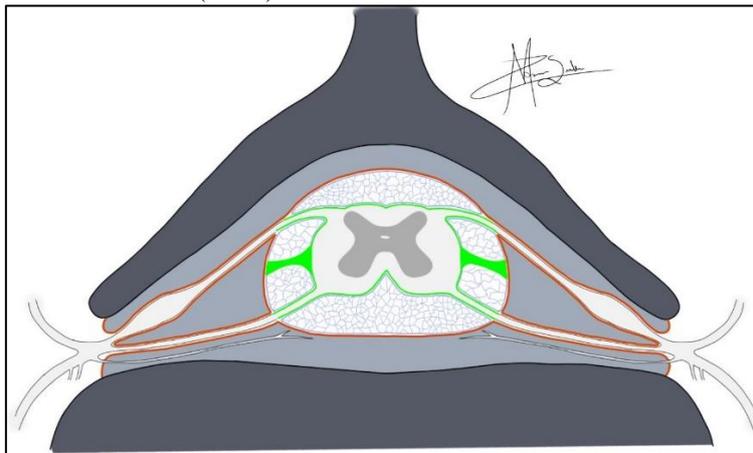
É a mais rígida das três. Em sua porção cefálica, que termina às margens do forame magno, está fundida ao periósteo interno dos ossos do crânio e emite duas projeções: a *foixe cerebral*, que penetra na fissura longitudinal do cérebro, e o *tentório cerebelar transverso*, que se prolonga para a fissura transversa do cérebro. Ambas são importantes na manutenção da estática do encéfalo e dificultam a retirada dele no momento da necropsia. Já na porção espinal, a dura-máter está separada do periósteo interno do canal vertebral pelo *espaço epidural* ou *espaço peridural*. Esta é a cavidade utilizada para a anestesia epidural ou peridural, sendo preenchida por tecido adiposo fluido no animal vivo (Figuras 16, 17 e 18).

FIGURA 17: Hemicabeça bovina conservada em glicerina - dura-máter encefálica (1), foixe cerebral (2), tentório cerebelar transverso (3) e dura-máter espinal (4).



Fonte: Acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária - Universidade Federal de Jataí

FIGURA 18: Ilustração de um corte transversal da coluna vertebral com a medula espinal envolta pelas meninges e suas cavidades - vértebras (*cinza escuro*), dura-máter (*vermelho*), espaço epidural (*cinza claro*), aracnoide com espaço subaracnóideo (*azul*) e pia-máter com ligamento denticulado (*verde*).



4.2 ARACNOIDE

É formada por duas membranas. A primeira, mais externa, está separada da dura-máter por uma cavidade capilar, chamada de *espaço subdural*, preenchida por uma pequena quantidade de líquido semelhante à linfa. A outra, mais interna, está aderida à pia-máter. Entre as duas membranas da aracnoide encontra-se o *espaço subaracnóideo*, com várias trabéculas e filamentos (de morfologia semelhante a uma teia de aranha), por onde circula o líquido (Figuras 16 e 18). Na prática da medicina veterinária pode-se utilizar o espaço subaracnóideo para realização da anestesia raquidiana ou para coleta de líquido. Esta última feita na cisterna magna ou cisterna cerebelomedular, com punção realizada entre o osso occipital e o atlas, ou no espaço lombossacral, por punção feita entre a última vértebra lombar e o osso sacro.

4.3 PIA-MÁTER

Tem contato direto com o tecido nervoso (Figuras 16 e 18). Na porção espinal é espessada bilateralmente, originando o *ligamento denticulado*, que atravessa o espaço subaracnóideo e se fixa à dura-máter (Figura 18), sendo assim importante na manutenção da estática da medula espinal.

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Guanabara Koogan, 2.ed., 1999.
- 2 - DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Elsevier, 4.ed., 2010.
- 3 - EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. D. V. M. **Miller - Guia Para Dissecção do Cão**. Guanabara Koogan, 3.ed., 1994.
- 4 - FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. Guanabara Koogan, 7.ed., 2011.
- 5 - GETTY, R. **Sisson/Grossman - Anatomia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, v.1 e v.2, 5.ed., 1986.
- 6 - KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Artmed, 6.ed., 2016.
- 7 - MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia Funcional**. Atheneu, 2000.
- 8 - MENESES, M.S. **Neuroanatomia Aplicada**. Guanabara Koogan, 1999.
- 9 - MERIGHI, A. **Anatomia Topográfica Veterinária**. Revinter, 2010.
- 10 - SPENCE, A.P. **Anatomia Humana Básica**. Manole, 2.ed., 1991.
- 11 - SWENSON, M.J. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, 10.ed., 1988.

CAPÍTULO 4

Generalidades da anatomia do sistema nervoso periférico

Crossref  <https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-004>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Edson Moreira Borges

Médico Veterinário, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres
<http://lattes.cnpq.br/7997498609950530>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Dyomar Toledo Lopes

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3243593904027807>

Zara Mariana de Assis-Silva

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/7073406346526917>

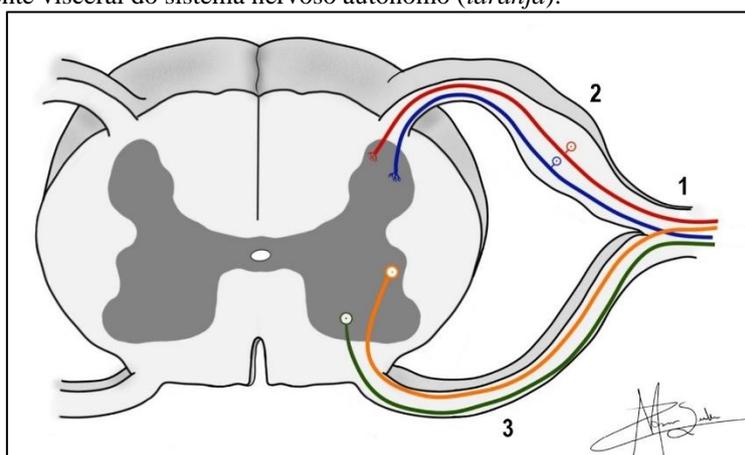
Karoline Koch Helfenstein

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/9184640632599578>

1 INTRODUÇÃO

O sistema nervoso periférico (SNP) conecta os órgãos (receptores e efetores) ao sistema nervoso central (SNC), sendo composto por *gânglios* e *nervos*. Estes trazem os impulsos dos órgãos receptores para o SNC e levam, para os órgãos efetores, os sinais com a resposta formulada pelo SNC. A maioria dos nervos são *mistos* (Figura 1), ou seja, compostos por fibras nervosas aferentes (sensitivas), por fibras nervosas eferentes (motoras) e por fibras nervosas do sistema nervoso autônomo (SNA) simpático e parassimpático. Estas últimas incluídas nos *nervos espinais* (que têm suas raízes na medula espinal) e em alguns *nervos cranianos* (que se apresentam na face ventral do encéfalo).

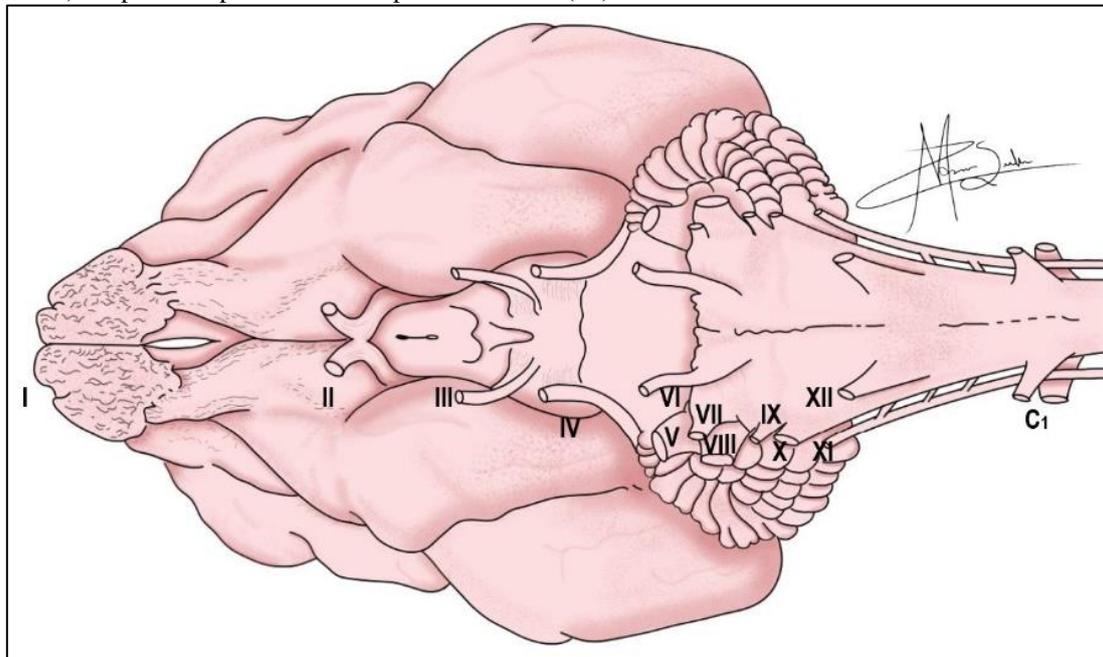
FIGURA 1: Ilustração de um corte transversal da medula espinal - tronco do nervo espinal (1), gânglio da raiz dorsal (2), raiz ventral (3), fibra nervosa aferente somática (*vermelho*), fibra nervosa aferente visceral (*azul*), fibra nervosa eferente somática (*verde*) e fibra nervosa eferente visceral do sistema nervoso autônomo (*laranja*).



2 NERVOS CRANIANOS

Ao todo existem doze pares de nervos cranianos, numerados em algarismos romanos (I a XII) conforme sua identificação na face ventral do encéfalo, considerando-se o sentido rostrocaudal (Figura 2).

FIGURA 2: Ilustração da vista ventral do encéfalo com indicação dos locais de onde emergem os doze pares de nervos cranianos (I a XII) e o primeiro par de nervos espinais cervicais (C₁).



Diferentemente dos nervos espinais, os cranianos não possuem uma raiz dorsal (sensitiva) e uma raiz ventral (motora). Alguns são *exclusivamente sensoriais* (I, II e VIII); outros *exclusivamente motores* (III, IV, VI, XI e XII); e existem também os *mistos* (V, VII, IX e X), ou seja, com função sensitiva e motora.

No *nervo olfatório* (I), os pericários dos neurônios encontram-se no epitélio olfatório e seus axônios não mielinizados (fibras nervosas) fazem sinapse com o bulbo olfatório. No *nervo óptico* (II), a partir de pericários de neurônios multipolares da terceira cadeia da camada neuroepitelial interna da retina, originam-se as fibras nervosas que se projetam até o quiasma óptico, localizado caudalmente ao triângulo olfatório e entre os lobos piriformes. O *nervo oculomotor* (III) é formado por fibras eferentes somáticas do núcleo motor e fibras eferentes viscerais do núcleo parassimpático. Os dois núcleos situam-se no mesencéfalo. As fibras eferentes somáticas inervam o músculo levantador das pálpebras e alguns músculos extrínsecos do bulbo do olho. Já as fibras relacionadas ao SNA suprem o músculo ciliar e o músculo esfíncter da pupila (músculos intrínsecos do bulbo do olho). O *nervo troclear* (IV) é composto por fibras motoras, oriundas do núcleo troclear, também localizado no mesencéfalo. Essas fibras levam os impulsos nervosos ao músculo oblíquo dorsal do olho.

O *nervo trigêmeo* (V) emerge lateralmente à ponte e rostralmente aos corpos trapezoides, sendo o maior dos nervos cranianos. Por ser misto, tem função sensorial para a pele e tecidos profundos da face; e motora para músculos relacionados à mastigação e deglutição. Seu nome se deve ao fato de se dividir em três ramos principais: o *nervo oftálmico* (V₁), o *nervo maxilar* (V₂) e o *nervo mandibular* (V₃), suprindo

assim uma ampla região da cabeça. O núcleo motor do *nervo abducente* (VI) localiza-se na ponte, sendo que ele emerge na medula oblonga, entre o corpo trapezoide e a pirâmide, inervando músculos extrínsecos do bulbo do olho. O *nervo facial* ou *nervo intermediofacial* (VII) é observado nos corpos trapezoides da medula oblonga. Também se trata de um nervo misto, sendo sensitivo e motor para músculos da face. Como o mesmo passa próximo à orelha média, um processo inflamatório nesta região (otite) pode causar a paralisia de músculos faciais. Ele também possui fibras relacionadas ao SNA parassimpático, que suprem as glândulas salivares e lacrimais. Já o *nervo vestibulococlear* (VIII) é formado pela junção dos nervos *vestibular* e *coclear*. Estes têm origem na orelha interna, conectando, respectivamente, o vestíbulo e a cóclea ao encéfalo (corpos trapezoides da medula oblonga). Por esse motivo, o nervo vestibular é proprioceptivo, relacionado ao equilíbrio do animal, e o nervo coclear é exteroceptivo, responsável pela audição.

O *nervo glossofaríngeo* (IX) emerge na medula oblonga. Por ser um nervo misto, está relacionado à sensibilidade da orelha média, do terço final da língua e da faringe, com função motora para a faringe e o palato mole. No equino ele atravessa a bolsa gutural e, por esta razão, a inflamação da mesma (gutturite) pode causar dificuldade de deglutição nessa espécie. Ele também possui fibras relacionadas ao SNA parassimpático, que suprem as glândulas salivares. O *nervo vago* (X) também pode ser visualizado da medula oblonga, sendo composto por fibras nervosas aferentes e eferentes, além de fibras do SNA parassimpático. Estas últimas irão inervar vísceras cervicais, torácicas e abdominais. Por isso, lesões no nervo vago podem causar, por exemplo, dificuldade de deglutição, alterações cardíacas e hemiplegia de laringe (conhecida vulgarmente como “cavalo roncador” quando acomete equinos atletas). O *nervo acessório* (XI) emerge lateralmente na medula oblonga, sendo composto por fibras nervosas motoras que suprem a musculatura cervical e torácica. Por fim, o *nervo hipoglosso* (XII) também se apresenta na medula oblonga, lateralmente à extremidade caudal das pirâmides, sendo motor para a musculatura da língua. No equino ele também atravessa a bolsa gutural e, assim, uma gutturite pode cursar com paralisia da língua nestes animais.

3 NERVOS ESPINAIS

Os nervos espinais também ocorrem em pares e atravessam o forame intervertebral caudal à vértebra à qual estão relacionados. Assim, a quantidade de pares de nervos espinais *torácicos*, *lombares* e *sacrais* é equivalente ao número dessas vértebras em cada uma das espécies de mamíferos domésticos. As exceções ocorrem nos nervos espinais *cervicais* e *coccígeos*. No caso dos primeiros, existem oito pares de nervos para sete vértebras cervicais. Isto se deve ao fato do primeiro par (C_1) emergir do forame lateral do atlas, enquanto o segundo par (C_2) atravessa o forame intervertebral caudal à primeira vértebra cervical. No caso dos nervos espinais coccígeos, existem menos pares do que a quantidade de vértebras. Por este motivo, as porções mais distais da cauda não são supridas pelos nervos ausentes.

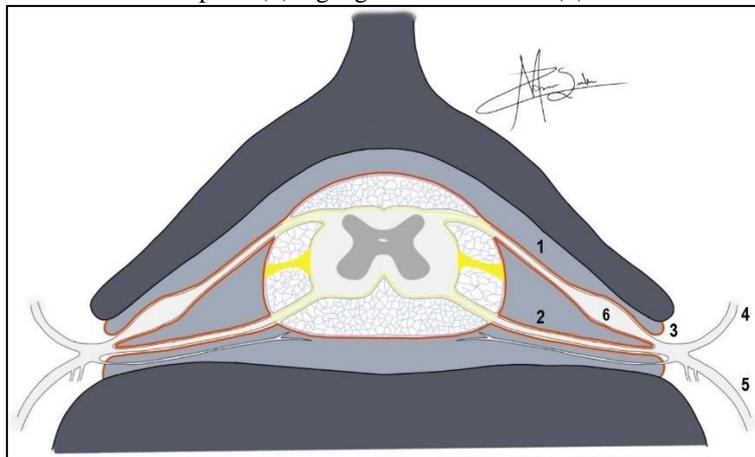
3.1 RAÍZES

O *tronco* dos nervos espinais é formado pela junção da *raiz dorsal* e da *raiz ventral* da medula espinal (Figura 3). A raiz dorsal está relacionada ao corno dorsal da medula espinal. Ela é composta por fibras nervosas aferentes. Também é nessa raiz que se observa o gânglio espinal, repleto de pericários de neurônios sensitivos. Por outro lado, a raiz ventral relaciona-se ao corno ventral da medula espinal, sendo formada por fibras nervosas eferentes (Figura 1). Ressalta-se aqui que as fibras nervosas do SNA (eferentes viscerais) estarão presentes apenas na raiz ventral, juntamente com as fibras eferentes somáticas.

3.2 RAMOS

Após atravessar o forame intervertebral, o *tronco* dos nervos espinais subdivide-se em *ramo dorsal* e *ramo ventral* (Figura 3), ambos compostos por fibras nervosas aferentes e eferentes. O ramo dorsal é o menor, suprindo a pele e a musculatura epaxial (acima da coluna vertebral) do pescoço, do tronco e da cauda. Já o ramo ventral é maior, inervando a pele e a musculatura hipaxial (abaixo da coluna vertebral), incluindo-se os membros (torácico e pélvico). Na altura das intumescências *cervical* e *lombar* da medula espinal, ocorre a junção dos ramos ventrais de alguns nervos espinais, originando, respectivamente, o *plexo braquial* e o *plexo lombossacral*.

FIGURA 3: Ilustração de um corte transversal da coluna vertebral com a medula espinal envolta pelas meninges e suas cavidades - raiz dorsal (1) e raiz ventral (2) do nervo espinal, tronco do nervo espinal atravessando o forame intervertebral (3), ramo dorsal do nervo espinal (4), ramo ventral do nervo espinal (5) e gânglio da raiz dorsal (6).



3.2.1 Plexo braquial

Formado pela junção dos ramos ventrais dos *três últimos nervos espinais cervicais* (C₆, C₇ e C₈) e dos *dois primeiros nervos espinais torácicos* (T₁ e T₂). Supre os músculos e a pele do membro torácico, além da parede lateral do tórax e do abdômen. Ressalta-se que, para isto, o plexo braquial se subdivide, dando origem a vários ramos. Entre os nervos desse plexo destaca-se o *radial*, sendo este o maior e com distribuição mais ampla, responsável pela inervação motora dos músculos extensores dos membros torácicos. Na prática da medicina veterinária, é importante lembramos de proteger adequadamente esses membros quando os animais, principalmente aqueles de grande porte, necessitarem permanecer em

decúbito lateral por longos períodos, evitando-se assim a compressão excessiva do nervo radial e o surgimento de claudicação e flexão dos dígitos.

3.2.2 Plexo lombossacral

Formado pela junção dos ramos ventrais dos *três ou quatro últimos nervos espinais lombares* (nos carnívoros L₄, L₅, L₆ e L₇; nas demais espécies L₄, L₅ e L₆) e dos *dois primeiros nervos espinais sacrais* (S₁ e S₂). Inerva os músculos e a pele dos membros pélvicos e da pelve, além das vísceras do sistema reprodutor. Ressalta-se que, para isto, o plexo lombossacral se subdivide, dando origem a vários ramos. Entre os nervos desse plexo destaca-se o *isquiático* ou *ciático*, sendo este o maior do corpo, composto pela junção dos ramos ventrais de L₆ a S₂.

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Guanabara Koogan, 2.ed., 1999.
- 2 - DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Elsevier, 4.ed., 2010.
- 3 - EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. D. V. M. **Miller - Guia Para Dissecção do Cão**. Guanabara Koogan, 3.ed., 1994.
- 4 - FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. Guanabara Koogan, 7.ed., 2011.
- 5 - GETTY, R. **Sisson/Grossman - Anatomia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, v.1 e v.2, 5.ed., 1986.
- 6 - KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Artmed, 6.ed., 2016.
- 7 - MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia Funcional**. Atheneu, 2000.
- 8 - MENESES, M.S. **Neuroanatomia Aplicada**. Guanabara Koogan, 1999.
- 9 - MERIGHI, A. **Anatomia Topográfica Veterinária**. Revinter, 2010.
- 10 - SPENCE, A.P. **Anatomia Humana Básica**. Manole, 2.ed., 1991.
- 11 - SWENSON, M.J. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, 10.ed., 1988.

CAPÍTULO 5

Sistema nervoso autônomo



<https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-005>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Edson Moreira Borges

Médico Veterinário, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres
<http://lattes.cnpq.br/7997498609950530>

Dyomar Toledo Lopes

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3243593904027807>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Carla Helrigle Silva

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3362144866086155>

Zara Mariana de Assis-Silva

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/7073406346526917>

1 INTRODUÇÃO

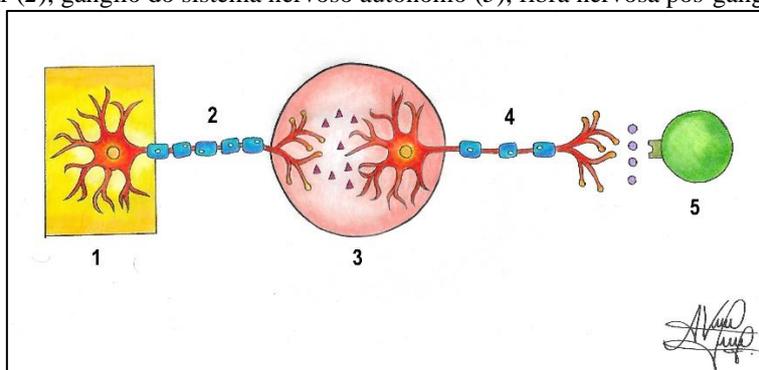
O sistema nervoso autônomo (SNA) também é conhecido como visceral ou vegetativo. Isto se deve ao fato do mesmo ser responsável pela coordenação do funcionamento dos órgãos internos (vísceras), além da respiração, da circulação, do metabolismo, da temperatura corpórea e da reprodução. Todas essas ações ocorrem mesmo que o animal esteja inconsciente, como, por exemplo, dormindo ou sedado. Portanto, a principal função do SNA é o controle involuntário de vísceras e sistemas orgânicos, pelo aumento ou redução das atividades, buscando a manutenção da homeostase, sempre sob a regência do hipotálamo.

O SNA interage com o sistema nervoso central (SNC), uma vez que existem pericários de fibras nervosas autônomas situados no encéfalo e na medula espinal. Além disso, ele conecta as vísceras ao SNC através dos nervos espinais e de alguns nervos cranianos, portanto pelo sistema nervoso periférico (SNP). Sob o aspecto morfofuncional, o SNA divide-se em *simpático* e *parassimpático*. O primeiro tem a noradrenalina como neurotransmissor da última sinapse, sendo responsável por efeitos como, por exemplo, a midríase; o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial; a broncodilatação; e a diminuição da atividade no trato gastrointestinal. Já o outro possui a acetilcolina como neurotransmissor da última sinapse, estando relacionado, por exemplo, à miose; à diminuição da frequência cardíaca e da pressão arterial; à broncoconstrição; e ao aumento da atividade no trato gastrointestinal.

2 VIAS NERVOSAS AUTÔNOMAS

As vias aferentes viscerais são indistinguíveis, estando incluídas em nervos e gânglios do SNP. Já as vias eferentes viscerais, que transmitem os impulsos do SNC para o órgão efector, desempenham este papel por fibras nervosas autônomas, localizadas juntamente com fibras eferentes dos nervos espinais e de alguns nervos cranianos (III, VII, IX e X). No caso do SNA, o órgão efector pode ser a *musculatura lisa* de vísceras e vasos sanguíneos, uma *glândula* ou o *músculo estriado cardíaco*. Assim, os componentes das vias eferentes viscerais serão: uma *fibra nervosa pré-ganglionar*, mielinizada e que possui o pericário no SNC (encéfalo ou medula espinal); um *gânglio periférico* do SNA; e uma *fibra nervosa pós-ganglionar*, pouco mielinizada e cujo pericário encontra-se no gânglio periférico (Figura 1).

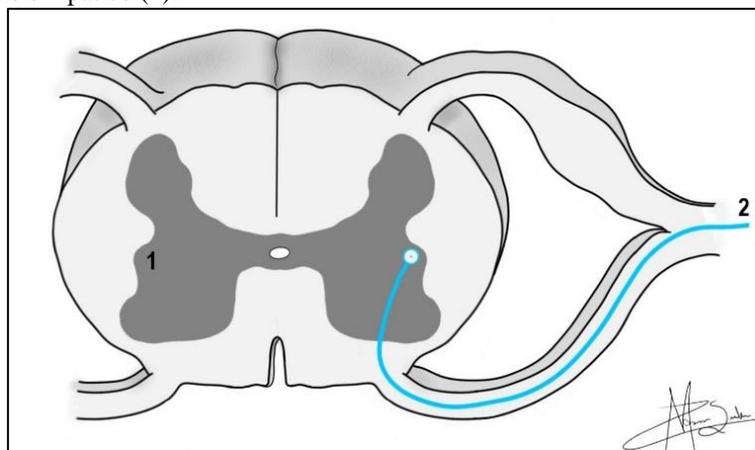
FIGURA 1: Ilustração de um esquema representativo dos componentes das vias eferentes viscerais - sistema nervoso central (1), fibra nervosa pré-ganglionar (2), gânglio do sistema nervoso autônomo (3), fibra nervosa pós-ganglionar (4) e órgão efector (5).



3 SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO SIMPÁTICO

Possui o pericário da fibra nervosa pré-ganglionar localizado no *cornu lateral* ou *coluna lateral* da substância cinzenta da medula espinal, nos segmentos torácico e lombar (Figura 2). Já os gânglios periféricos do SNA situam-se próximos à medula espinal (gânglios paravertebrais). Dessa forma, as fibras pré-ganglionares serão curtas e as pós-ganglionares longas.

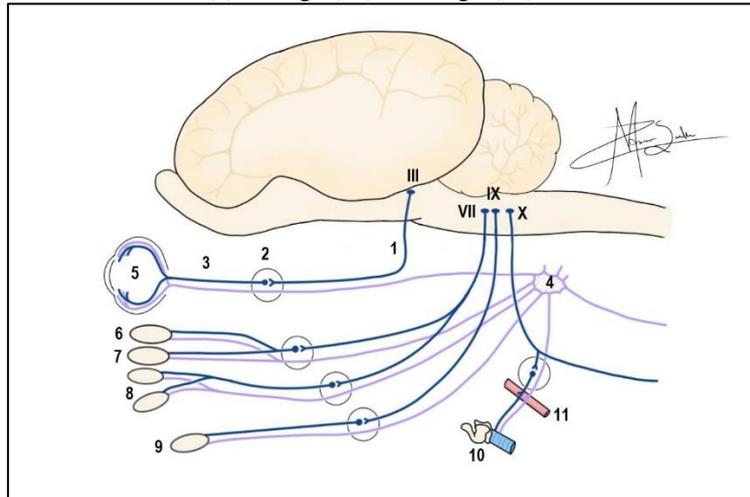
FIGURA 2: Ilustração de corte transversal da medula espinal toracolombar - cornu lateral (1) e fibra nervosa eferente visceral do sistema nervoso autônomo simpático (2).



4 SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO PARASSIMPÁTICO

Apresenta o pericário da fibra nervosa pré-ganglionar localizado nos *núcleos* do III, VII, IX e X pares de nervos cranianos (Figura 3) e no *cornu lateral* ou *coluna lateral* da substância cinzenta da medula espinal sacral. Já os gânglios periféricos do SNA situam-se próximos ou dentro do órgão inervado. Assim, as fibras pré-ganglionares serão longas e as pós-ganglionares curtas.

FIGURA 3: Ilustração de um esquema representativo das fibras nervosas parassimpáticas (*azul*) e simpáticas (*lilás*) que suprem a cabeça - fibra nervosa pré-ganglionar (1), gânglio do sistema nervoso autônomo parassimpático (2), fibra nervosa pós-ganglionar (3), gânglio cervical cranial do nervo simpático (4), bulbo do olho (5), glândula lacrimal (6), glândulas nasais (7), glândulas salivares (8), glândulas da bochecha (9), laringe (10) e esôfago (11).



LITERATURA CONSULTADA

- 1 - CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Guanabara Koogan, 2.ed., 1999.
- 2 - DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Elsevier, 4.ed., 2010.
- 3 - EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. D. V. M. **Miller - Guia Para Dissecção do Cão**. Guanabara Koogan, 3.ed., 1994.
- 4 - FRANDSON, R.D.; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda**. Guanabara Koogan, 7.ed., 2011.
- 5 - GETTY, R. **Sisson/Grossman - Anatomia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, v.1 e v.2, 5.ed., 1986.
- 6 - KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Artmed, 6.ed., 2016.
- 7 - MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia Funcional**. Atheneu, 2000.
- 8 - MENESES, M.S. **Neuroanatomia Aplicada**. Guanabara Koogan, 1999.
- 9 - MERIGHI, A. **Anatomia Topográfica Veterinária**. Revinter, 2010.
- 10 - SPENCE, A.P. **Anatomia Humana Básica**. Manole, 2.ed., 1991.
- 11 - SWENSON, M.J. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan, 10.ed., 1988.

CAPÍTULO 6

Fisiopatologia, classificação e aspectos negativos relacionados à dor em animais



<https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-006>

<http://lattes.cnpq.br/3662043858953215>

Antônio Carlos Severino Neto

Médico Veterinário, Residente em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia de Animais de Companhia, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/1856585465707605>

Gabriel Lopes Germano

Médico Veterinário, Residente em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia de Animais de Companhia, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/5940256380272818>

Doughlas Regalin

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6279413484367260>

Alice Caroline da Silva Rocha

Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí

Guilherme Oliveira Maia

Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/4428912030754931>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

1 INTRODUÇÃO

A dor nos animais é definida como uma experiência adversa, de caráter emocional e sensitivo, que ocasiona uma resposta motora protetiva, o que normalmente favorece a ocorrência de alterações nos padrões comportamentais. Ela também é considerada uma experiência individual complexa, variável entre os indivíduos, que permite o reconhecimento de estímulos que possam ser nocivos ao organismo, estabelecendo limiares que atuam como mecanismos protetivos, prevenindo a ocorrência de lesões futuras.

Para que ocorra a percepção da dor é necessária a decodificação neural dos estímulos nocivos, que ao serem projetados no sistema nervoso central (SNC) permitem o reconhecimento da localização, natureza e intensidade dolorosa. No entanto, é importante salientar que a percepção e o reconhecimento dolorosos são diretamente dependentes da consciência do animal, visto que a interpretação dessas informações também é acionada por outras regiões cerebrais como, por exemplo, o sistema límbico.

Dessa forma, o reconhecimento da dor é primordial, devido a sua considerável capacidade de influenciar padrões comportamentais e fisiológicos, que resultam no aumento do período de convalescença, prejudicando a recuperação do animal.

2 FISIOPATOLOGIA DA DOR

As vias nociceptivas envolvem os receptores periféricos; os mediadores químicos da dor; as vias ascendentes; os centros supra-espinais; e as vias descendentes, relacionados às etapas de *transdução*,

transmissão, modulação, projeção e percepção. Assim, a via da dor conta com a participação do sistema nervoso periférico (SNP) e do SNC, visto que o potencial de ação gerado na periferia é transmitido para medula espinal e, depois, para outras regiões do SNC, como o tálamo e o córtex cerebral, onde ocorre o processamento, a percepção dolorosa e a formulação da resposta frente ao estímulo nocivo. Devido a essas características, a dor é considerada o resultado final de uma via de transmissão de informação, iniciada pelo estímulo lesivo captado pelos nociceptores periféricos (transdução), enviado ao SNC (transmissão e modulação) e concluída com a projeção, a percepção e a interpretação realizadas no SNC.

2.1 TRANSDUÇÃO

Caracteriza-se pela transformação de estímulos químicos, físicos ou mecânicos em impulsos elétricos. Esse processo é realizado pelos nociceptores, que consistem em terminações nervosas de neurônios de primeira ordem, presentes em diversos locais do organismo (pele, vísceras e sistema musculoesquelético), com exceção do SNC. Os nociceptores têm como função a manutenção da homeostasia dos tecidos, por meio da sinalização de danos reais ou potenciais ao organismo. Modificações ambientais provocam alterações no potencial de membrana das terminações nervosas, geralmente relacionadas ao influxo de sódio e cálcio, dando origem a potenciais de ação. Estes são impulsos elétricos que carregam a informação pelas fibras aferentes até a medula espinal. As fibras nervosas associadas aos nociceptores possuem funções diferenciadas e são classificadas de acordo com seu diâmetro, velocidade de condução do impulso nervoso e presença ou ausência de mielinização.

As fibras do tipo A- β correspondem a cerca de 20% dos neurônios aferentes cutâneos, com diâmetro maior que 10,0 μm e mielinizadas, caracterizadas pela condução rápida do potencial de ação. Na ausência de lesão tecidual ou nervosa, são responsáveis pela transmissão de sensações inócuas como tato, vibração e pressão.

Os nociceptores associados às fibras do tipo A- δ representam um total de 10% dos receptores cutâneos e são estimulados por sensações mecânicas ou térmicas intensas. Essas fibras apresentam características como diâmetro variado (2,0 a 6,0 μm), mielinização e rápida velocidade de condução, sendo responsáveis pelo carregamento ágil do potencial de ação até a medula espinal. Devido à condução acelerada, as fibras A- δ levam ao desenvolvimento da *primeira fase da dor*, caracterizada por ser rápida, lancinante e que resulta em um reflexo de afastamento do estímulo lesivo.

As fibras do tipo C correspondem a 70% dos neurônios aferentes cutâneos e apresentam como principais características: pequeno diâmetro (0,5 a 1,5 μm), ausência de mielinização e baixa velocidade de condução. Alguns nociceptores associados a essas fibras são polimodais e, portanto, passíveis de ativação por estimulação intensa de natureza térmica, mecânica ou química. A ativação dos nociceptores associados às fibras C ocasiona a *segunda fase da dor*, designada como “queimadura lenta”, devido à característica persistente e difusa.

2.1.1 Sensibilização periférica

Lesões de caráter inflamatório, traumático ou isquêmico provocam a liberação de substâncias algogênicas, que atuam como mediadores químicos da dor. As principais são bradicinina, acetilcolina, ácido araquidônico, serotonina, histamina, substância P (sP), tromboxano, fator de ativação plaquetária (PAF), trifosfato de adenosina (ATP) e potássio, sendo os dois últimos liberados das células lesadas. Esses mediadores provocam a *sensibilização periférica*, fenômeno caracterizado pela diminuição do limiar nociceptivo, através do recrutamento de nociceptores silenciosos e de fibras A- β , as quais deixam de carrear estímulos inócuos e passam a conduzir estímulos dolorosos.

A ação dos mediadores químicos da dor na sensibilização periférica inclui o recrutamento de macrófagos pelo ATP que, posteriormente, será hidrolisado, liberando a adenosina, que atua no desenvolvimento da sensibilização. Além da ação sobre o ATP, os macrófagos liberam citocinas e prostanoídes, que somados à serotonina (oriunda de mastócitos e plaquetas) e à histamina, implicam na sensibilização neuronal periférica.

A bradicinina e as substâncias algogênicas já citadas estimulam, principalmente, as fibras do tipo C, podendo levar à diminuição do limiar em resposta ao calor intenso. O ácido araquidônico proveniente da lesão tecidual é rapidamente metabolizado em prostaglandinas (PG's) e leucotrienos, que bloqueiam o efluxo de potássio dos neurônios aferentes, tornando-os mais sensíveis.

O conjunto de substâncias liberadas, decorrentes da lesão ou secretadas pelas células imunológicas que foram recrutadas durante o processo pró-inflamatório, é denominado de “sopa algogênica”, que leva ao desenvolvimento da sensibilização periférica e, conseqüentemente, ao surgimento de *hiperalgesia* e *alodinia*. A hiperalgesia é descrita como uma resposta exacerbada a estímulos dolorosos e pode ser dividida em *primária* e *secundária*. A hiperalgesia primária é reconhecida pela sensibilização e diminuição do limiar térmico/mecânico nos nociceptores do local da lesão. Já a secundária é aquela que ocorre no tecido não danificado, adjacente ao local lesionado, advinda da diminuição do limiar nociceptivo mecânico e que tem relação direta com o tempo de duração e a gravidade dos estímulos nocivos. A alodinia está intimamente associada à hiperalgesia, compreendendo a dor provocada por um estímulo que, normalmente, seria inócuo. Porém, devido às alterações ocorridas no limiar das células nervosas, passa a ser interpretado como doloroso.

2.2 TRANSMISSÃO

Compreende a fase em que os potenciais de ação, conduzidos pelas fibras de primeira ordem, adentram o corno dorsal medular (CDME) através do trato de Lissauer. A medula apresenta uma região central composta de substância cinzenta, dividida em dez lâminas de acordo com suas características morfológicas e funcionais. O CDME corresponde às seis primeiras lâminas (sentido dorsoventral). Os neurônios de primeira ordem fazem sinapse com os de segunda ordem, classificados funcionalmente em *neurônios não nociceptivos*, *neurônios de ampla faixa dinâmica* (WDR) ou *neurônios nociceptivos*

específicos, distribuídos pelas lâminas medulares da substância cinzenta. Assim, as lâminas do CDME apresentam diferentes tipos celulares, que se conectam com diferentes tipos de fibras primárias. As lâminas I e II contêm neurônios nociceptivos específicos de alto limiar, que apresentam respostas somente frente a estímulos intensos, fazendo sinapse com fibras do tipo C e do tipo A- δ ; e, em menor quantidade, neurônios WDR conectados quimicamente com fibras do tipo A- β , A- δ e C. As lâminas III e IV contêm, majoritariamente, neurônios classificados como não nociceptivos, que comunicam-se com as fibras do tipo A- β . Os neurônios WDR estão presentes em maior quantidade nas lâminas V e VI, fazendo sinapse com as fibras A- β , A- δ e C, sendo responsivos à estímulos inócuos e nociceptivos.

À medida que os potenciais de ação chegam à medula espinal são passíveis de modulação, fenômeno que pode provocar a *supressão* ou *amplificação* dos estímulos nociceptivos.

2.3 MODULAÇÃO

Trata-se de um fenômeno complexo que ocorre no CDME, onde atuam diversos receptores e neurotransmissores. O processo modulatório resulta na amplificação ou inibição do estímulo nociceptivo, antes que o mesmo seja conduzido aos centros supra-espinais, locais onde ocorre o processamento e a integração da dor. Na modulação, a nível pré-sináptico, ocorre a participação dos receptores opioides, ácido gama-aminobutírico A (GABA-A), α_2 adrenérgicos, neurocinina 1 e serotoninérgicos. Já a nível pós-sináptico, com receptores GABA-A e ácido gama-aminobutírico B (GABA-B), N-metil-D-aspartato (NMDA), α -amino-3-hidroxi-5metilisoxazol-4-propiónico (AMPA), opioides, α_2 adrenérgicos, serotoninérgicos e com a adenosina. Os neurotransmissores participantes na modulação (inibição e amplificação) incluem ATP, óxido nítrico (NO), sP, glicina, neuropeptídeo Y, GABA, monoaminas (serotonina e norepinefrina), PG's e opioides endógenos.

Com relação à *modulação excitatória*, os neurotransmissores mais importantes são o glutamato e a sP, em conjunto com a ciclo-oxigenase 2 (COX-2). A sP liberada no CDME atua sobre os receptores de neurocinina 1 e AMPA pós-sinápticos, ativando sinapses silenciosas por meio da diminuição do limiar excitatório. A ação da sP estende-se também à modulação dos receptores de NMDA, provocando uma pequena e duradoura despolarização na célula, que resulta na saída do magnésio do seu sítio de ligação no receptor. Essa ação da sP facilita o recrutamento dos receptores NMDA (anteriormente inativados), nos quais o glutamato promoverá ação excitatória. Por isso, o glutamato é considerado o principal neurotransmissor excitatório do SNC, sendo que seus receptores ionotrópicos do tipo NMDA e AMPA são considerados componentes fundamentais da transmissão glutamatérgica. A liberação de glutamato através das sinapses, com a conseqüente ativação dos receptores NMDA, origina potenciais pós-sinápticos excitatórios responsáveis pela hipersensibilização do neurônio pós-sináptico (*sensibilização central*). Isso amplifica os estímulos nociceptivos e aumenta a extensão dolorosa. O influxo de cálcio na célula neuronal, provocado pela ação do glutamato nos receptores NMDA, também induz as fosfolipases a produzir e liberar prostanoídes, cuja ação resulta em dor mais intensa e prolongada.

Além da modulação excitatória, no CDME também ocorre a *modulação inibitória*, mediada por vias descendentes do córtex cerebral, tálamo, núcleos da rafe, cerúleo e, de forma mais importante, por tratos descendentes da substância cinzenta periaquedutal mesencefálica (CPA), fazendo sinapse excitatória com interneurônios serotoninérgicos e noradrenérgicos, que projetam-se para o CDME e inibem os interneurônios excitatórios presentes nas lâminas I, II e V. Essa ação inibitória é realizada pela liberação endógena de neurotransmissores como glicina, GABA, opioides endógenos (encefalinas, dinorfinas e endorfinas), serotonina e norepinefrina que, ao se ligarem à receptores nos sítios pré ou pós-sinápticos, aumentam o limiar nociceptivo das células nervosas, por meio da estimulação de neurônios inibitórios ou pela supressão de neurônios excitatórios.

2.3.1 Sensibilização central

É a promoção do aumento da excitabilidade da membrana neuronal pós-sináptica, devido à ação do glutamato sobre os receptores NMDA (em conjunto com o fator de necrose tumoral - TNF, citocinas e interleucinas). Esse é um processo que ocorre a nível medular, caracterizado pelo aumento da frequência de disparos dos neurônios pós-sinápticos, com manifestações clínicas de hiperalgesia e alodinia. Após estabelecida a sensibilização central, ela perdura de forma prolongada, mesmo na ausência do estímulo responsável por seu desenvolvimento, sendo importante prevenir sua ocorrência.

Em condições fisiológicas, a neurotransmissão na medula espinal é realizada por receptores ionotrópicos ligados a canais de sódio do tipo AMPA, haja vista que os receptores do tipo NMDA (ligados a canais de cálcio) estão inativos pelo magnésio presente em seu sítio de ligação. Contudo, o estímulo constante das fibras nociceptivas do tipo C resulta na liberação de sP, facilitando o recrutamento de receptores NMDA. Além disso, a sP também atua sobre as células da glia, que ao serem ativadas acionam a COX-2 para produção de PG's e liberação de outros elementos como o TNF, citocinas e interleucinas.

2.4 PROJEÇÃO

Os axônios dos neurônios de segunda ordem, advindos das diferentes lâminas medulares, formam as vias ascendentes que carregam o estímulo nociceptivo até os centros supra-espinais (tálamo, formação reticular, sistema límbico e córtex cerebral). Os tratos mais importantes compreendem o *espinotalâmico*, o *espinoreticular*, o *espinocervical*, o *espinomesencefálico* e o *espinohipotálamico*. O primeiro é formado por axônios de neurônios de segunda ordem pertencentes às lâminas I, V, VI e VII, que ascendem de forma contralateral para o tálamo. O espinoreticular é composto por neurônios das lâminas VII e VIII que se projetam de forma medial para a formação reticular e, logo depois, ascendem em direção ao tálamo. Por sua vez, o trato espinocervical origina-se das lâminas III e IV, chegando ao tálamo por meio do trato cervicotalâmico, enquanto o trato espinomesencefálico, formado por neurônios das lâminas I e V, direciona-se para a CPA. Já o trato espinohipotálamico é formado por neurônios advindos das lâminas I, V

e VIII que se encaminham diretamente para o hipotálamo, estando envolvidos nas respostas autonômicas e neuroendócrinas da dor.

2.5 PERCEPÇÃO

A percepção da dor ocorre após a transmissão dos estímulos nociceptivos aos neurônios de terceira ordem, localizados nos centros supra-espinais (principalmente tálamo e córtex cerebral). Estes interagem por meio da ação de interneurônios e têm como função o processamento e a integração da dor. As regiões somatossensoriais são os locais de maior concentração de pericários de neurônios nociceptivos, onde ocorre a percepção consciente da dor.

3 CLASSIFICAÇÃO DA DOR

Ela pode ser fisiológica ou patológica; de caráter agudo ou crônico; visceral ou somática; superficial ou profunda; e neuropática ou psicogênica. Por isso é importante classificá-la, para que possa ser pensado e implementado um plano terapêutico efetivo para o seu controle. Nesse contexto, a dor pode ser dividida de acordo com sua *origem, tempo de duração e aspectos neurofisiológicos*.

3.1 QUANTO À ORIGEM

Conforme sua origem a dor pode ser *fisiológica* ou *patológica*. A dor fisiológica é aquela que resulta da estimulação dos receptores sensoriais por fatores termomecânicos ou químicos, alertando o organismo sobre a existência de danos reais ou potenciais, resultando no desenvolvimento de reflexos protetores (retirada e fuga), visando limitar os danos teciduais e proteger o organismo. Em contrapartida, a dor patológica é aquela não funcional, caracterizada pela transformação de um estímulo não lesivo em lesivo, resultante de hiperalgesia e alodinia, que expandem a área dolorosa e mantêm a dor por um período prolongado.

3.2 QUANTO AO TEMPO DE DURAÇÃO

Com relação ao tempo de duração, a *dor aguda* é definida como aquela de início súbito, formada por componentes nociceptivos e inflamatórios, de caráter autolimitante, derivada de um trauma tecidual ou inflamatório, que apresenta como função a alteração rápida do comportamento com o propósito de evitar danos e auxiliar no processo de cicatrização. Ela é acompanhada de um estado de estresse, que afeta negativamente todos os sistemas do organismo, sendo passível de evolução crônica em casos onde não seja tratada ou se implementado um tratamento inadequado. A ocorrência de sensibilização periférica e central, em conjunto com a estimulação constante dos nociceptores, são fatores que auxiliam o mecanismo de transição de dor aguda para dor crônica. Adicionalmente, a *dor crônica* é descrita como aquela que perdura por um período superior a três meses. Trata-se de uma dor não delimitada e persistente, mesmo depois da remoção do estímulo que a provocou.

3.3 QUANTO AOS ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS

Os mecanismos neurofisiológicos permitem a classificação da dor em *nociceptiva* e *não nociceptiva*. A dor nociceptiva é definida como resultante do processamento dos estímulos dolorosos pelo sistema somatossensorial, sendo subdividida em *somática* e *visceral*. A dor somática ainda poder ser classificada em *superficial* ou *profunda*, sendo a primeira advinda dos nociceptores (A- δ e C) presentes na pele, musculatura, tecido subcutâneo e mucosas. Já a segunda é originada no tecido osteoarticular. A dor visceral, por sua vez, é decorrente dos receptores viscerais abdominais e torácicos (fibras do tipo C) ativados por contração, distensão, isquemia ou inflamação. A dor não nociceptiva é subdividida em *neuropática* e *psicogênica*. A primeira compreende aquela causada por lesão primária ou disfunção no SNC e/ou SNP, resultando em manifestações clínicas de disestesia, hiperalgesia, hiperestesia ou alodinia. A dor neuropática pode ter origem central ou periférica, sendo atribuída a causas como neuroplasticidade patológica, sensibilidade central e periférica, descargas ectópicas dos neurônios aferentes do SNP, distúrbios na ativação da micróglia e a prejuízos na modulação inibitória. Com relação à dor psicogênica, a mesma recebe esta classificação quando não é possível identificar o mecanismo responsável pelo seu desencadeamento.

É importante salientar que a classificação existente não limita o enquadramento da dor em apenas uma categoria, visto que, por exemplo, a dor oncológica apresenta características de dor nociceptiva (somática ou visceral) e não nociceptiva (neuropática e psicogênica), podendo ser aguda ou crônica, dependendo do seu estágio de desenvolvimento. Outro exemplo inclui a dor mista relacionada à doença do disco intervertebral, classificada como nociceptiva e neuropática, sendo a parte nociceptiva relacionada ao trauma tecidual decorrente da manipulação cirúrgica e a neuropática consequência do dano ao SNC (compressão medular).

4 ASPECTOS NEGATIVOS RELACIONADOS À DOR

Os efeitos deletérios da dor manifestam-se em diversos sistemas do organismo e provocam alterações *comportamentais* e *fisiológicas* que prejudicam o bem-estar e, conseqüentemente, a qualidade de vida do animal. Alterações no comportamento, em resposta à estímulos dolorosos, são manifestações clínicas comuns nos animais e estão apresentadas no Quadro 1.

Dentre as alterações fisiológicas determinadas pela dor destacam-se as alterações *neuroendócrinas* e aquelas resultantes da *ativação reflexa das vias simpáticas*. As alterações neuroendócrinas são o aumento da concentração plasmática de hormônios catabólicos como o cortisol, o glucagon e o hormônio do crescimento, com a diminuição da secreção de hormônios anabólicos, principalmente insulina e testosterona. Outros mediadores liberados em situações de dor e estresse incluem o hormônio antidiurético (ADH), a interleucina 1, o monofosfato cíclico de adenosina (AMPC), a renina e a aldosterona. O cortisol é liberado devido ao estímulo à produção de hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), que ocorre em situações de dor e estresse. Altas concentrações plasmáticas de cortisol promovem intenso catabolismo proteico, hiperglicemia e imunossupressão. Assim, a ação conjunta do cortisol com os demais mediadores

liberados causa um estágio catabólico caracterizado por imunossupressão, hiperglicemia e lipólise exacerbada. A nível renal ocorre a diminuição da taxa de filtração glomerular, retenção de sódio e aumento da eliminação de potássio, justificando a diminuição do débito urinário e o desequilíbrio acidobásico, normalmente presentes em pacientes com dor (Quadro 1).

QUADRO 1: Principais alterações fisiológicas e comportamentais relacionadas à dor em cães.

Alterações fisiológicas	Alterações comportamentais
Hipertensão	Anorexia e emagrecimento
Diminuição do esvaziamento gástrico e da motilidade intestinal	Alterações na postura ou posição corporal
Depressão do sistema imunológico	Vocalização
Diminuição do débito urinário	Alteração na reação ao toque
Hiperglicemia	Agressividade
Taquicardia	Inquietação
Taquipneia	Alterações faciais
Distúrbios eletrolíticos	Lambadura excessiva da ferida ou incisão
Midríase	Estupor ou inquietação

Fonte: Adaptado de MATHEWS et al. (2014) e de MARTINS e FLÔR (2015)

A ativação das vias simpáticas advém de uma resposta reflexa do sistema nervoso autônomo (SNA) aos estímulos nociceptivos. A liberação de catecolaminas pelos neurônios simpáticos e sua ação em receptores adrenérgicos são responsáveis por manifestações clínicas como midríase, aumento da resistência vascular sistêmica, taquicardia, hipertensão arterial sistêmica e alterações gastrintestinais (Quadro 1).

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - AGHIGHI, S.A.; TIPOLD, A.; PIECHOTAA, M.; LEWCZUK, P.; KASTER, S.B.R. Assessment of the effects of adjunctive gabapentin on postoperative pain after intervertebral disc surgery in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. 39(6): 636-646, 2012.
- 2 - ALVES, J.E.O.; SILVEIRA, M.D.; VIEIRA, E.M.P.; VIDAL, W.M. Mecanismos fisiopatológicos da nocicepção e bases da analgesia perioperatória em pequenos animais. **Acta Biomédica Brasiliensia**. 8(1): 56-68, 2017.
- 3 - BRADBROOK, C.A.; CLARK, L. State of the art analgesia - recent developments pharmacological approaches to acute pain management in dogs and cats. Part 2. **The Veterinary Journal**. 236: 62-67, 2018.
- 4 - BRIDGESTOCK, C.; RAE, C. P. Anatomy, physiology and pharmacology of pain. **Anaesthesia and Intensive Care Medicine**. 14: 480-483, 2013.
- 5 - CARDOSO, M.G.M. Classificação, fisiologia e avaliação da dor. In: CARVALHO, R.T.; PARSONS, H.A. Manual de Cuidados Paliativos ANCP. 2ed. 2012.
- 6 - CASHMORE, R.G.; HARCOURT-BROWN, T.R.; JEFFERY, N.D.; GRANGER, N. Clinical diagnosis and treatment of suspected neuropathic pain in three dogs. **Australian Veterinary Journal**. 87(1): 45-50, 2009.
- 7 - COHEN, S.P.; MAO, J. Neuropathic pain: mechanisms and their clinical implications. **BMJ medicine**. 348: 1-12, 2014.
- 8 - DINAKAR, P.; STILLMAN, A.M. Pathogenesis of pain. **Seminar in Pediatric Neurology**. 23 (3): 201-208, 2016.
- 9 - DUQUE, J.C.; VALADÃO, C.A.A.; FARIAS, A.; ALMEIDA, R.M.; OLESKOVICZ, N. Preemptive epidural ketamine or S(β)-ketamine in post-incisional pain in dogs: a comparative study. **Veterinary Surgery**. 33: 361-367, 2004.
- 10 - EPSTEIN, M.; RODAN, I.; GRIFFENHAGEN, G.; KADRLIK, J.; PETTY, M.; ROBERTSON, S.; SIMPSON, W. AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**. 51: 67-84, 2015.
- 11 - ESSNER, A.; HOGBERG, H.; ZETTERBERG, L.; HELLSTROM, K.; SJOSTRON, R. Investigating the probability of response bias in owner-perceived pain assessment in dogs with osteoarthritis. **Topics in Companion Animal Medicine**. v. 39, p. 1-5, 2020.
- 12 - FALEIROS, R.R.; ALVES, G.E., MARQUES, A.P. Dor aguda: vias anatômicas, bioquímicas e fisiopatologia. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**. 21: 5-14, 1997.
- 13 - FAN, T.M. Pain management in veterinary patients with cancer. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**. 44: 989-1001, 2014.
- 14 - FANTONI, D.; MASTROCINQUE, S. Fisiopatologia da Dor Aguda. In: Fantoni, D. **Tratamento da Dor na Clínica de Pequenos Animais**. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2012. p. 59-72.
- 15 - FANTONI, D.T.; MASTROCINQUE, S. Fisiopatologia da Dor. In: Jericó, M.M.; Andrade-Neto, J.P.; Kogika, M.M. **Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos**. Rio de Janeiro: Roca, 2015. p. 391-409.

- 16 - FONG, A.; SCHUG, S.A. Pathophysiology of pain: a practical primer. **Plastic and Reconstructive Surgery**. 134(4S-2): 8-14, 2014.
- Guyton, A.C.; Hall, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 1173 p.
- 17 - HAMILTON, S.H.; JOHNSTON, S.A.; BRADSTONE, R.V. Evaluation of analgesia provided by the administration of epidural ketamine in dogs with a chemically induced synovitis. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. 32: 30-39, 2005.
- 18 - KITCHELL, R. Problems in defining pain and peripheral mechanisms of pain. **Journal American Veterinary Medical Association**. 191: 1195-1199, 1987.
- 19 - KLAUMANN, P.R.; WOUK, A.F.P.F.; SILLAS, T. Patofisiologia da dor. **Archives of Veterinary Science**. 13 (1): 1-12, 2008.
- 20 - LAS, V. Fisiopatologia da dor. In: Silva, J.C.; Las, V. **Dor em reumatologia**. Portugal: Permanyer Portugal, 2007. p. 9-13.
- 21 - MALM, C.; SAVASSI-ROCHA, P.R.; GHELLER V.A.; OLIVEIRA, H.P.; LAMOUNIER, A.R.; FOLTYNEK, V. Ovário histerectomia: estudo experimental comparativo entre as abordagens laparoscópica e aberta na espécie canina- III. Estresse pela análise do cortisol plasmático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 57 (5): 84-590, 2005.
- 22 - MARTINS, T.L.M.; FLÔR, P.B. Classificação e avaliação da dor em cães e gatos. In: Jericó, M.M.; Andrade-Neto, J.P.; Kogika, M.M. **Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos**. Rio de Janeiro: Roca, 2015. p. 410-435.
- 23 - MARTON, B.C.V.; HONDA, F.C.S.; PIRES, O.C.; POSSO, I.P.; PELÓGIA, N.C.C. Efeito do tratamento com reserpina sobre a dor aguda em ratos submetidos ao teste da formalina modificado. **Revista Dor**. 10(4): 325-330, 2009.
- 24 - MASTROCINQUE, S.; FRAZÍLIO, F.O. Analgesia preemptiva. In: Fantoni, D. **Tratamento da dor na Clínica de Pequenos Animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 149- 166.
- 25 - MATHEWS, K.; KRONEN, P.W.; LASCELLES, D.; NOLAN, A.; ROBERTSON, S.; STEAGALL, P.V.M.; WRIGHT, B.; YAMASHITA, K. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain. **Journal of Small Animal Practice**. 55: 10-68, 2014.
- 26 - MCKUNE, C.M.; MURRELL, J.C.; NOLAN, A.M.; WHITE, K.L.; WRIGHT, B.D. Nociceção e Dor. In: Grimm, K.A.; Lamont, L.A.; Tranquilli, W.K.; Greene, S.A.; Robertson, S.A. **Lumb e Jones: Anestesiologia e Analgesia Veterinária**. 5ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. p. 1708-1834.
- 27 - MICHON, P. Cancer pain in dogs: mechanisms and medical treatment. **Point Veterinaire**. 36: 2005.
- 28 - MOORE, S.A. Managing neuropathic pain in dogs. **Frontiers in Veterinary Science**. 3: 2016.
- 28 - MORENO, J.C.D.; VALADÃO, C.A.A.; YAZBEK, K.V.B. Manejo da dor no paciente com câncer. In: Daleck, C.R.; Nardi, A.B. **Oncologia de Cães e Gatos**. 2ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. p. 454-482.
- 29 - PIANA, I.N.; GAZZONE, A.C.; YAMAGUCHI, L.S.; PALUMBO, M.I.P.; BABO-TERRA, V.J. Hiperadrenocorticism e diabetes melito em um cão. **Anais da XI Mostra Científica FAMEZ/UFMS**. 1-3, 2018.

- 30 - POZZI, A.; MUIR III, W.W.; TRAVERSO, F. Prevention of central sensitization and pain by N-methyl-D-aspartate receptor antagonists. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. 228(1): 53-60, 2006.
- 31 - RANG, H.P.; RITTER, J.M.; FLOWER, R.J.; HENDERSON, G. **Rang & Dale: Farmacologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 1939p.
- 32 - REID, J.; SCOTT, E.M.; CALVO, G.; NOLAN, A.M. Definitive Glasgow acute pain scale for cats: validation and intervention level. **Veterinary Record**. 1809(449): 2017.
- 33 - RIALLAND, P.; AUTHIER, S.; GUILLOT, M.; DEL CASTILLO, J.R.E.; VEILLEUX-LEMIEU, D.; FRANK, D.; GAUVIN, D.; TRONCY, E. Validation of orthopedic postoperative pain assessment methods for dogs: a prospective, blinded, randomized, placebo-controlled study. **PLOS ONE**. 7: 2012.
- 34 - ROSA, A. L.; MASSONE, F. Avaliação algimétrica por estímulos nociceptivo térmico e pressórico em cães pré-tratados com levomepromazina, midazolam e quetamina associados ou não ao butorfanol ou buprenorfina. **Acta Cirurgia Brasileira**. 20(1): 39-45, 2005.
- 35 - RYAN, S.; BACON, H.; ENDENBURG, N.; HAZEL, S.; JOUPPI, R.; LEE, N.; SEKSEL, K.; TAKASHIMA, G. **WSAVA animal welfare guidelines: for companion animal practitioners and veterinary teams**, 2018.
- 36 - SONTAG, S.C.; BELLETINI, S.T.; TRAMONTIN, R.S.; CONTI, J.B.; PACHALY, E.M.V.; QUESSADA, A.M.; RODRIGUES, N.S.; PACHALY, J.R. Utilização de gabapentina para manejo clínico de dor neuropática em cães: relato de caso. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**. 20(4): 221-231, 2017.
- 37 - SOUZA, P.S.; MILIOZZI, G.; RODRIGUES, C.A.; FRANCO, M.; SABINO, F.A. Abordagem terapêutica no controle da dor em cães no pós-operatório. **Ciência Veterinária UniFil**.1(2): 2018.
- 38 - TOMSIC, K.; RAKINIC, K.; SOKOLOV, C.; SELISKAR, A. A survey study on the recognition and treatment of pain in dogs and cats by Slovenian veterinarians. **Veterinary Anesthesia and Analgesia**. 48: 334-343, 2021.
- 39 - TRANQUILLI, W.J.; GRIMM, K.A.; LAMONT, L.A. Terminologia, fisiologia, reconhecimento e estratégias clínicas para tratamento da dor. In: Fantoni, D.T. **Tratamento da Dor Para o Clínico de Pequenos Animais**. 2ed. São Paulo: Roca, 2005, p. 1-12.
- 40 - VASCOPOULOS, C.; LEMA, M. When does acute pain become chronic? **British Journal of Anaesthesia**. 105: 69-85, 2010.
- 41 - VERDEAL, M.I.R. Introducción y conceptos generales en dolor. In: Castro, A.M.A. et al. **Tratamento da dor aguda: Guia prática do Complexo Hospitalario Universitario de Santiago**, Chile: 2012. p. 111-116.
- 42 - WIESE, A.J.; MUIR III, W.W.; WITTUM, T. Characteristics of pain and response to analgesic treatment in dogs and cats examined at a veterinary teaching hospital emergency service. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. 226 (12): 2005.

CAPÍTULO 7

Bloqueio epidural em cães e gatos



<https://doi.org/10.56238/manualneurovetv12023-007>

Gabriel Lopes Germano

Médico Veterinário, Residente em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia de Animais de Companhia, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/5940256380272818>

Antônio Carlos Severino Neto

Médico Veterinário, Residente em Clínica, Cirurgia e Anestesiologia de Animais de Companhia, Universidade Federal de Jataí
<http://lattes.cnpq.br/1856585465707605>

Doughlas Regalin

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6279413484367260>

Jéssica Bueno Guimarães

Médica Veterinária, Especialista, Mestranda em Biociência Animal,

Universidade Federal de Jataí

<http://lattes.cnpq.br/6193524797313491>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Henrique Trevizoli Ferraz

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/0004478222475085>

Thiago André Salvitti de Sá Rocha

Universidade Federal de Jataí, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6090538514070653>

1 INTRODUÇÃO

As técnicas de anestesia local têm estado cada vez mais presentes na rotina da Medicina Veterinária, sendo importante ferramenta para a promoção de analgesia, tanto no trans quanto no pós-operatório, além de auxiliar na redução da quantidade e/ou necessidade de outros analgésicos e anestésicos gerais. Neste contexto, o bloqueio epidural é um dos mais utilizados na rotina anestésica, em virtude de sua fácil execução e de possuir vantagens como a promoção de relaxamento muscular e a garantia da analgesia, proporcionando uma recuperação tranquila. Os principais fármacos utilizados são os anestésicos locais, que incluem lidocaína, bupivacaína, levobupivacaína e ropivacaína. Todavia, outras classes podem ser utilizadas, em associação ou isoladamente, como no caso dos opioides e dos α_2 agonistas.

2 TÉCNICA DE BLOQUEIO EPIDURAL

Para a realização da técnica o animal deve estar, preferencialmente, sob efeito de anestesia geral. Realiza-se a tricotomia e a antisepsia da região lombossacral, sendo o paciente posicionado em decúbito lateral ou esternal. Não há diferença no tempo de ação ou duração do efeito em relação ao decúbito escolhido. Entretanto, a realização em decúbito lateral pode ser mais difícil. Após o posicionamento do animal, com uma das mãos coloca-se o dedo médio e o polegar nas tuberosidades ilíacas e, com o indicador, palpa-se o espaço entre os processos espinhosos da última vértebra lombar (L7) e da primeira vértebra sacral (S1). Em seguida, com auxílio da outra mão, insere-se a agulha no plano mediano. É importante

ressaltar que o espaço epidural pode ser abordado em qualquer ponto da coluna vertebral. Entretanto, afim de se evitar lesões medulares, o local anteriormente citado é preconizado, já que corresponde à porção final da medula espinal. Ressalta-se que nos felinos o cone medular pode se estender para além da L7, de modo que punções pela região lombossacral podem resultar em lesões medulares. Por isso, alguns autores consideram menos recomendada sua realização nessa espécie, indicando fazer o acesso pelo espaço sacrococcígeo (entre a última vértebra sacral - S3 - e a primeira coccígea - Co1).

A punção deve ser realizada com agulhas específicas, como a de Tuohy. Em grande parte das vezes é possível sentir a penetração da agulha e seu deslizamento atravessando os tecidos dorsais ao espaço epidural. Caso, durante a passagem e posicionamento, se encontre uma resistência maior, caracterizando uma estrutura óssea, a agulha deve ser retrocedida e redirecionada. Para que se confirme o posicionamento da agulha no espaço epidural são utilizados alguns testes, como a sensação de passagem através dura-máter; a perda da resistência à injeção; e o teste da gota pendente, onde ao se colocar uma gota de anestésico no canhão da agulha, devido a existência da pressão negativa, o líquido é prontamente aspirado. Entretanto, animais em decúbito lateral, normalmente apresentam falso negativo para o teste da gota pendente.

Outros métodos menos utilizados para a determinação da posição da agulha são a ultrassonografia ou a eletroestimulação. A ultrassonografia é pouco utilizada, tendo em vista que a presença de estruturas ósseas dificulta a visualização. Já a eletroestimulação consiste na utilização de agulhas que transmitem impulsos elétricos próximos aos nervos, provocando sua despolarização e gerando assim respostas de contração muscular. Ainda dentre os métodos possíveis para a confirmação do correto posicionamento, a utilização da mensuração de ondas de pressão extradural podem se configurar como opção, muito embora seja afetada pelo porte do animal.

2.1 INDICAÇÕES E CONTRAINDICAÇÕES

O bloqueio epidural é mais utilizado em cirurgias de tecidos que estão localizados caudalmente à cicatriz umbilical; procedimentos cirúrgicos nas cavidades abdominal e pélvica; cirurgias ortopédicas em membros pélvicos, oferecendo boa analgesia e segurança; e operações cesarianas, por provocar pouca depressão fetal. Adicionalmente, é possível ainda a realização do bloqueio epidural torácico, principalmente com a utilização de opioides como a morfina.

Porém, algumas situações se configuram como contraindicações para a utilização do bloqueio epidural, como a presença de infecções cutâneas no local da punção, de modo que se possa introduzir microrganismos na medula espinal. Também em animais com coagulopatias, devido à possibilidade de vasos sanguíneos serem lacerados durante a técnica, culminando em hemorragia. Indivíduos em situação de risco e que tenham comprometimento hemodinâmico, especialmente os hipotensos, devem ser avaliados com cautela, evitando-se, se possível, a utilização da técnica, já que os anestésicos locais podem provocar hipotensão, devido ao bloqueio da função vasomotora, comprometendo ainda mais o quadro. Por fim,

embora raras, outras complicações podem ser depressão respiratória, injeção subdural, abscesso epidural, hematoma e problemas neurológicos.

2.2 FÁRMACOS PARA O BLOQUEIO EPIDURAL

Várias classes de fármacos podem ser usadas, cada qual com suas vantagens e desvantagens, incluindo-se os *anestésicos locais*, como os principais e mais utilizados, além de alguns *agonistas α_2 adrenérgicos* e *opioides*.

2.2.1 Anestésicos locais

Estes são capazes de provocar a interrupção do impulso nervoso. Seu mecanismo de ação se dá, principalmente, através do bloqueio de canais sódio, impedindo a despolarização da membrana e, conseqüentemente, a transmissão dos sinais nervosos. Tal bloqueio é reversível, de modo que ao cessar o efeito dos fármacos a função é restabelecida. Vale ressaltar que o bloqueio das fibras nervosas está condicionado às características das mesmas, como mielinização, diâmetro e frequência de disparo.

As fibras nervosas são divididas em grupos A, B e C, de acordo com tais características. Aquelas do tipo A são grandes e transmitem sinais associados ao toque, pressão e nocicepção. No grupo B estão fibras pequenas e mielinizadas, relacionadas à função autonômica. Já no grupo C, pequenas fibras transmitem sinais associados à temperatura e à dor moderada. De modo geral, a seqüência do bloqueio se dá, primeiramente, nas fibras do tipo B, seguida das fibras C e, por último, daquelas do grupo A. Por isso, normalmente, a função motora é a última a ser bloqueada, ou nem mesmo é bloqueada por completo. Quanto ao retorno das funções, normalmente ocorre na seqüência inversa.

A variação do período de latência e da duração do efeito ocorre, principalmente, pela diferença nas estruturas químicas. De modo geral, os anestésicos locais são compostos por um grupo lipofílico, ligado a um hidrofílico por uma cadeia intermediária, que pode ser do tipo éster ou amida. Fármacos com ligação do tipo éster, normalmente, são rapidamente hidrolisados e têm curta duração de efeito. Já quando do tipo amida, tendem a ter uma duração do efeito mais prolongada. Ressalta-se que a maioria dos fármacos utilizados em Medicina Veterinária são do tipo amida, comportando-se como bases fracas, apresentados em solução aquosa (na forma de cloridrato), sendo que a maior parte está na forma ionizada.

Com relação às proporções das formas ionizada e não ionizada, dependem do pKa e pH do meio em que se encontram, sendo essenciais para que o anestésico local exerça sua função. Para que penetrem na fibra nervosa devem estar sob a forma não ionizada. Por isso, ao serem injetados, são convertidos para essa forma pelos tampões do organismo e, posteriormente, no interior da célula, passam para a forma ionizada novamente, para que interajam com os canais de sódio, promovendo assim o bloqueio do impulso. O pKa determina, portanto, o período de latência, ou seja, o início do efeito dos fármacos. De acordo com o valor do pKa, haverá diferença nas concentrações da forma ionizada e não ionizada, variando, assim, o início do efeito.

Sobre a potência, esta depende, principalmente, da lipossolubilidade, já que os mais potentes atravessam com mais facilidade a membrana do axônio. Acerca da penetração na fibra nervosa, alterações no pH do tecido como, por exemplo, em função de uma reação inflamatória, irão afetar na ação dos anestésicos locais, já que estes são bases fracas, principalmente na forma ionizada, não conseguindo assim penetrar no feixe nervoso. Quanto à duração do efeito, ela está relacionada, principalmente, à ligação com as proteínas teciduais, de modo que quanto maior essa taxa de ligação, normalmente, maior o tempo de duração.

Uma vez injetado, a permanência do anestésico no local é influenciada por diversos fatores, que irão determinar a qualidade do bloqueio nervoso, como a absorção para a corrente sanguínea e a perfusão no tecido adiposo, que dependem, além das características farmacológicas, da vascularização do local, da dose e da presença de vasoconstritor. Regiões mais vascularizadas tendem a apresentar maior absorção. Por isso, caso não existam contraindicações, vasoconstritores como a epinefrina podem ser associados aos anestésicos locais, levando à vasoconstrição local, o que gera um retardo na absorção e, conseqüentemente, aumentam a duração do efeito. Com relação à dose, volumes mínimos são necessários para que o bloqueio seja atingido. Entretanto, se as concentrações forem elevadas, tanto a eficácia quanto duração da analgesia também podem aumentar.

a - Lidocaína

É um dos mais utilizados na rotina veterinária. Aplicada de forma rotineira no bloqueio epidural, em anestésias tópicas, para dessensibilização laríngea de cães e gatos durante a intubação, em anestesia regional intravenosa e diversos outros bloqueios nervosos. Além disso, é o único dos anestésicos locais cujo uso não se limita somente aos bloqueios locais, podendo ser utilizada em infusão contínua para analgesia e como antiarrítmico cardíaco. Quimicamente é caracterizada como do tipo amida, com alta lipossolubilidade, conseguindo alcançar todos os tipos de fibra nervosa, provocando bloqueio sensorial e motor. O uso no espaço epidural fornece bloqueio e analgesia eficazes por cerca de 60 minutos, configurando-se como um anestésico local para procedimentos de curta a média duração, onde não se deseja um tempo tão extenso de analgesia e uma rápida recuperação do animal.

b - Bupivacaína e levobupivacaína

A bupivacaína possui um período de ação de cerca de 360 a 420 minutos, com latência de aproximadamente 20 a 30 minutos, embora possua efeitos colaterais relacionados ao sistema cardiovascular, caso seja administrada de forma intravenosa. Ainda quanto às suas características farmacológicas, está disponível nas concentrações de 0,5 a 0,7%, o que pode interferir de forma significativa no efeito, já que o mesmo volume, entretanto em concentrações maiores, pode provocar bloqueios mais rápidos e efetivos. Em virtude de sua potencial cardiotoxicidade, a bupivacaína não deve

ser aplicada na anestesia regional intravenosa, de modo que sua aplicação normalmente é direcionada para os bloqueios neurais.

A levobupivacaína é um dos enantiômeros da bupivacaína, com propriedades anestésicas semelhantes, entretanto com menos efeitos colaterais, possivelmente devido à sua alta porcentagem de ligação com proteínas plasmáticas, de modo que pouco fica livre para agir em outros tecidos.

c - Ropivacaína

Possui longa duração, promovendo bloqueios de 420 a 480 minutos, apresentando menor toxicidade para os sistemas nervoso central e cardiovascular. Tem vantagem quando comparada a bupivacaína, devido a maior tendência de provocar bloqueio sensitivo e não motor, além de possuir propriedades vasoconstritoras intrínsecas, dispensando a utilização da associação com epinefrina.

d - Associações de anestésicos locais

Realizada por alguns anestesiologistas, compreende, normalmente, a junção de um de curta duração com outro de longa ação, sendo feita visando um período de latência menor e uma duração que seja maior ou igual à do agente de longa ação utilizado isoladamente. No entanto, tal associação normalmente não produz os benefícios esperados e os resultados mostram-se pouco vantajosos, com tempos de duração menores ou iguais aos dos agentes utilizados separadamente. Corroborando com isso, LAWA e ADETUNJI (2009) compararam a administração de lidocaína associada à bupivacaína, com a utilização das duas de forma isolada, em felinos, e concluíram que não houve benefícios, já que a duração de efeito foi menor quando comparada à bupivacaína isolada. Em estudo realizado com cães, RONCHI et al. (2019) também avaliaram a mesma associação, concluindo que não houve vantagem, já que a duração do efeito foi intermediária em relação ao uso isolado, além do fato da lidocaína possuir maior progressão cranial quando usada isoladamente.

2.2.2 Agonistas α_2 adrenérgicos

São uma das classes utilizadas na rotina para a sedação, produção de analgesia e miorelaxamento, além de reduzir a necessidade de outros agentes anestésicos, contribuindo para a anestesia multimodal. Muito embora sejam fármacos com poucos efeitos colaterais, aqueles relacionados ao sistema cardiovascular, em especial bradicardia e hipotensão, podem ser observados a depender da dose.

Seu mecanismo se dá pela ação nos adrenorreceptores presentes nas membranas neuronais. Suas respostas são mediadas, principalmente, pela proteína G, de modo que após ativados inibem a atividade da adenilato ciclase, levando à redução do monofosfato cíclico de adenosina (AMPc), presentes nas membranas dos neurônios pré e pós-sinápticos. É importante ressaltar que não são seletivos somente para α_2 , ligando-se também aos receptores α_1 , provocando assim vasoconstrição, sendo a proporção de ligação variada para cada fármaco. Dentro desse grupo, os mais utilizados pela via epidural são a *xilazina* e a

dexmedetomidina, sendo boas opções para a administração por essa via, haja visto que são capazes de, quando associados, aumentarem o tempo de efeito dos anestésicos locais, com menos efeitos colaterais.

a - Xilazina

Uma das principais representantes, a xilazina tem seu uso para a promoção de sedação, analgesia e miorelaxamento, sendo mais comumente utilizada em animais de grande porte. É caracterizada por possuir baixa seletividade para os receptores α_2 agonistas. No entanto, com relação aos α_1 agonistas, possui efeitos cardiovasculares bastante pronunciados, sendo os mais comumente observados a hipertensão arterial, seguida de bradicardia após sua administração. Sobre o uso no bloqueio epidural, embora os efeitos anteriormente citados sejam reduzidos quando comparados à administração sistêmica, os mesmos ainda podem ser observados, sendo normalmente utilizada visando-se, além da analgesia, a progressão cranial do bloqueio.

b - Dexmedetomidina

Tornou-se um dos sedativos mais utilizados na rotina médico veterinária, haja vista sua maior seletividade para os receptores α_2 , tendo como principais características efeitos colaterais cardiovasculares reduzidos, promoção de boa sedação, propriedades analgésicas e miorelaxantes. Em comparação à xilazina e outros da mesma classe, sua seletividade para os receptores é consideravelmente mais acentuada. Assim, os efeitos indesejados, relacionados ao sistema cardiovascular, são reduzidos. Pela via epidural seu uso se assemelha ao da xilazina, com efeitos normalmente observados no aumento da duração do bloqueio, analgesia e redução da necessidade de anestésicos inalatórios.

2.2.3 - Opioides

São considerados uma das classes de medicamentos mais utilizados para o tratamento da dor aguda e crônica em cães e gatos. Têm seus efeitos pela ação em receptores classificados em mu (μ), kappa (κ) e delta (δ), que se encontram em diversos locais do organismo, o que explica a diversidade de efeitos colaterais que podem ser observados. Esses receptores têm seus efeitos mediados pela proteína G, inibindo a adenilato ciclase, com redução da produção de AMPc; pela inibição dos canais de cálcio pré-sinápticos, o que leva à não liberação de neurotransmissores excitatórios; e pelo aumento da entrada de potássio nos neurônios pós-sinápticos, levando à hiperpolarização. Quanto as suas características e estrutura, os opioides são classificados de acordo com sua capacidade de ligação aos receptores e geração de resposta em: *agonistas totais*, *agonistas parciais* e *antagonistas*. Os agonistas totais se ligam aos receptores e são capazes de produzir a resposta máxima, enquanto os parciais não conseguem produzir o mesmo efeito, alcançando um platô menor que dos totais. Já os antagonistas possuem grande afinidade pelos receptores opioides. No entanto, ao se ligarem, não são capazes de desencadear nenhum tipo de resposta, sendo normalmente

utilizados para reverter os efeitos dos agonistas como, por exemplo, em casos de administração de doses muito elevadas.

Quando aplicados pela via epidural, os opioides são capazes de levar à saturação dos receptores locais, inibindo a transmissão de impulsos nervosos e, conseqüentemente, levando a efeitos antinociceptivos. Entretanto, vale ressaltar que, isoladamente, não são capazes de evitar esta transmissão como os anestésicos locais, de modo que servem apenas para atenuar os estímulos dolorosos. Dentre os possíveis efeitos colaterais observados estão vômito, disforia, náusea, bradicardia e hipotensão, em virtude da liberação de histamina que alguns opioides podem provocar, sendo estes efeitos dependentes da dose, do agente e da via de administração. Adicionalmente, em virtude da absorção pela rede vascular da região epidural, os efeitos supra-espinais (sistêmicos) também são esperados por essa via. Devido ao fato de ser menos lipossolúvel, a *morfina* é um dos opioides mais utilizados para a administração no espaço epidural. Entretanto, estudos com a utilização de outros opioides têm surgido, haja visto o potencial desses fármacos em contribuir tanto para a melhora da analgesia quanto para redução da quantidade necessária de outros anestésicos.

a - Morfina

É um opioide puro e de caráter principalmente hidrofílico, com absorção lenta, considerada de eleição no tratamento da dor leve a intensa, possuindo alta afinidade para receptores μ . Em animais hígidos, a morfina tem poucos efeitos nos sistemas cardiovascular e respiratório quando administrada pela via sistêmica, de modo que não tende a provocar grandes alterações na pressão arterial, frequência cardíaca ou respiratória. Entretanto, possui alguns efeitos colaterais indesejáveis como vômito, constipação, prurido e retenção urinária. Quando administrada pela via epidural, o início dos efeitos leva, em média, 20 minutos, garantindo analgesia por longos períodos (até 16 horas).

b - Metadona

Trata-se de um agonista completo de μ , cujos efeitos se assemelham aos da morfina, além de também possuir efeitos nos receptores de N-metil-D-aspartato (NMDA), o que a faz ser bem indicada para tratamento da dor crônica, sendo bastante utilizada em cães e gatos. Possui algumas particularidades quando comparada à morfina, como não apresentar a êmese como efeito colateral, além de não levar à liberação de histamina.

c - Fentanil

Este é um opioide sintético e agonista de μ puro, com alta potência e menos efeitos colaterais se comparado à morfina, além de rápido início de ação. Entretanto, possui curta duração do efeito, de modo que normalmente tem seu uso para situações de resgate de analgesia ou em infusão contínua. Acerca da sua

aplicação pela via epidural, seus efeitos tendem a se iniciar em cerca de 12 a 18 minutos e, tal qual os outros da classe, incluem o incremento da analgesia, além do aumento da progressão do bloqueio e de sua duração.

LITERATURA CONSULTADA

- 1 - ADAMI, C.; GENDRON, K. What is the evidence? The issue of verifying correct needle position during epidural anaesthesia in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, p. 1-7, 2017.
- 2 - ALVES, J.E.O.; SILVEIRA, M.D.; VIEIRA, E.M.P.; VIDAL, L.W.M. Mecanismos fisiopatológicos da nocicepção e bases da analgesia perioperatória em pequenos animais. **Acta Biomedica Brasiliensia**, 8(1): 56-68, 2017.
- 3 - ANDRADE, N.R.; SANTOS, B.C.P.; CAIRES, L.P.; AZEVEDO, M.C.; MARTINS FILHO, E.F.; SANDE, J. Q.; COSTA NETO, J.M.; BARBOSA, V.F. Ropivacaína isolada ou associada à metadona ou à morfina, pela via epidural, em cadelas submetidas à ovário-histerectomia. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 71(2): 430-438, 2019.
- 4 - ARAUJO, D.R.; PAULA, E.; FRACETO, L.F. Anestésicos locais: interação com membranas biológicas e com o canal de sódio voltagem dependente. **Quim. Nova**, 31(7): 1775-1783, 2008.
- 5 - BOFF, G.A.; NASPOLINI, B.M.; MARCO, C J.; ANDRADES, J.L.; CAYE, P.; KELB, A.C.; GUIM, T.N.; GEHRCKE, M.I. Dispersão a lidocaína administrada por via epidural em cães posicionados em decúbito lateral ou esternal. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2(5): 1751-1757, 2020.
- 6 - BOUILLON, J.; DUKE, T.; FOCKEN, A.P.; SENAD, E.C.; COSFORD, K.L. Effects of dexmedetomidine on glucose homeostasis in healthy cats. **Journal of feline medicina and surgery**, 22(4): 344-349, 2020.
- 7 - BRADBROOK, C.A.; CLARK, L. State of the art analgesia – recent developments in pharmacological approaches to acute pain management in dogs and cats. Part 1. **The Veterinary Journal**, 238: 76-82, 2018.
- 8 - BRESSAN, T.F.; MONTEIRO, E.R.; COELHO, K.; MONTEIRO, B.S.; CAMPAGNOL, D. Minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs administered a single intramuscular injection of racemic or S (+)- ketamine after premedication with acepromazine-morphine. **Ciência Rural**. 47, 2016.
- 9 - CÂMARA FILHO, J.A.; RAMADINHA, L.S.; RODRIGUES, M.R.; SILVEIRA, R.K.; CALDAS, P.A. Utilização do sítio sacrococcígeo na anestesia epidural em gatos domésticos. **Revista Brasileira Ciência Veterinária**, 7(3): 175-178, 2000.
- 10 - CAMPAGNOL, D.; TEIXEIRO NETO, F.J.; GIORDANO, T.; FERREIRA, T.H.; MONTEIRO, E.R. Effects of epidural administration of dexmedetomidine on the minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs. **American journal of veterinary research**, 68(12): 1308-1318, 2007.
- 11 - CAMPOY, L.; READ, M.; PERALTA S. Técnicas de Anestesia Local e Analgesia em Cães e Gatos. In: Grimm, K.; Lamont, L.; Tranquilli, W.; Greene, S.; Robertson, S.A. **Lumb & Jones: Anestesiologia e Analgesia Veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Roca, p. 2472, 2017.
- 12 - CARREGARO, A.B.; FREITAS, G.C.; LOPES, C.; LUKARSEWSKI, R.; TAMIOZZO, F.S.; SANTOS, R.R. A. Evaluation of analgesic and physiologic effects of epidural morphine administered at a thoracic or lumbar level in dogs undergoing thoracotomy. **Veterinary anaesthesia and analgesia**, 41(2): 205-211, 2014.
- 13 - CARREGARO, A.B.; FREITAS, G.C.; MARQUES, J.S.; TREIN, T.A.; POHL, V.H.; SAIBEGO, F.Z.; RAISER, A. G. Efeitos cardiorrespiratórios e analgésicos da cetamina por via epidural, por infusão

- intravenosa continua ou pela associação de ambas, em cães submetidos à osteossíntese de fêmur. **Ciência Rural**, 40(7): 1583-1589, 2010.
- 14 - CARVALHO, J.C.A. Farmacologia dos anestésicos locais. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, 44(1):75-82, 1994.
- 15 - CASSU, R.N.; MELCHERT, A.; SILVA, A.P.G.; REIS, A.M.; MEIRELLES, C.C. Lidocaina com vasoconstritor isolada e associada ao Fentanil via epidural em cães. **Ciência Rural**, 40(3): 580-586, 2010.
- 16 - CERASOLI, I.; TUTUNARU, A.; CENANI, A.; RAMIREZ, J.; DETILLEUX, J.; BALLIGAND, M.; SANDERSEN, C. Comparison of clinical effects of epidural levobupivacaine morphine *versus* bupivacaine morphine in dogs undergoing effective pelvic limb surgery. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, 44(2): 337-345, 2017.
- 17 - CERQUEIRA, M.O.; SOBRINHO, C.B.; FERREIRA, D.O.; MONTEIRO, J.C.P. Analgesia epidural com xilazina ou detomidina em cães submetidos a procedimentos ortopédicos. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária do CRMV-SP**, 15(3): 8-14, 2017.
- 18 - CHEROBIN, A. C. F. P.; TAVARES, G. T. Safety of local anesthetics. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. v. 95, n. 1, p. 82-90, 2020.
- 19 - CIZMÁRIKOVÁ, R.; CIZMÁRIK, J.; VALENTOVÁ, J.; HABALA, L.; MARKULIAK, M. Chiral Aspects of Local Anesthetics. **Molecules**, 25(12), 2020.
- 20 - COSTA, I.M.; CAMARGO, R.B.; ABIMUSSI, C.J.C. Importância do uso da canula de Klein durante a realização da anestesia por tumescência/The use of Klein canula in tumescent local anaesthesia. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP/Journal of Continuing Education In Animal**, n. Science of CRMV-SP. 17(1): 20-24, 2019.
- 21 - COLUMB, M.O.; DAVID, C.; DANIEL, H. Local anaesthetic agents. **Anaesthesia and Intensive Care Medicine**. 18: 150-154, 2017.
- 22 - CORTOPASSI, S.R.G.; JUNIOR, E.M. Anestésicos locais. In: Fantoni, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 248, 2012.
- 23 - CORTOPASSI, S.R.G.; FANTONI, D.T.; BERNARDI, M.M. Anestésicos locais. In: Spinosa, H. S.; Górnaiak, S.L.; Bernardi, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 256-267, 2017.
- 24 - DANCKER, C.; MACFARIANE, P.; LOVE, E.J. Pruritus and myoclonus following five consecutive doses of morphine administered through na epidural cateter in a dog. **Veterinary Record Case Reports**, 7(3), 2019.
- 25 - DEROSI, R.; HERMETO, L.C.; JARDIM, P.H.D.A.; ESCOBAR, L.L.; MENEES, P.H.N. Different volumes and concentrations in fixed doses of bupivacaine in lumbosacral epidural in relation to cranial spread in live dogs. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, 11(9): 1-6, 2018.
- 26 - FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G.; BERNARDI, M.M. Anestésicos Intravenosos e Outros Parenteraiss. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 239-255, 2017.
- 27 - FERRERO, C.; BORLAND, K.; RIOJA, E. Retrospective comparison of three locoregional techniques for pelvic limb surgery in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, 48: 554-562, 2021

- 28 - FREITAS, G.C.; CARREGARO, A.B.; LOPES, C.; TAMIOZZO, F.S.; CRUZ, F.S.F.; FESTUGATTO, R.; MAZZANTI, A. Analgesia trans e pós-operatória da morfina ou fentanil por via epidural em cães submetidos à biópsia atlanto-axial. **Ars Veterinária**, 24(2): 103-109, 2008.
- 29 - GADSDEN, J.; HADZIC, A.; GANDHI, K.; SHARIAT, A.; XU, D.; MALIAKAL, T.; PATEL, V. The Effect of Mixing 1,5% Mepivacaine and 0,5% Bupivacaine on Duration of Analgesia and Latency of Block Onset in Ultrasound-Guide Interscalene Block. **Anaesthesia & Analgesia**, 112(2): 471-476, 2011.
- 30 - GARCIA, E. R. Anestésicos Locais. In: GRIMM, K. A.; LAMONT, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GREENE, S. A.; ROBERTSON, S. A. **Lumb & Jones: Anestesiologia e Analgesia Veterinária**, 5.ed. Rio de Janeiro: Roca, p. 1007, 2017.
- 31 - GARCIA-PEREIRA, F. Epidural anesthesia and analgesia in small animal practice: An update. **The Veterinary Journal**, 242: 24-32, 2018.
- 32 - GASPARINI, S.S.; LUNA, S.P.L.; CASSU, R.N.; UIECHI, E.; CROCCI, A.J. Anestesia epidural com ropivacaína, lidocaína ou associação de lidocaína e xilazina em cães. Efeitos cardiorrespiratório e analgésico. **Ciencia Rural**, 37(2): 418-424, 2007.
- 33 - GÓRNIAK, S.L. Hipnoanalgésicos. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIAK, S. L.; BERNARDI, M. M. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 301-318, 2017.
- 34 - GRUBB, T.; LOBPRISE, H. Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Descriptions of specific local and regional techniques (Part 2). **Vet Med Sci**, 6: 218-234, 2020a.
- 35 - GRUBB, T.; LOBPRISE, H. Local and regional anaesthesia in dogs and cats: overview of concepts and drugs (Part 1). **Vet Med Sci**, 6: 209-217, 2020b.
- 36 - IFF, I.; MOENS, Y.P.S. Evaluation of extradural pressure waves and the 'lack of resistance' test to confirm extradural needle placement in dogs. **The Veterinary Journal**, 185: 328-331, 2010.
- 37 - IMANI, R.; MIRZAJANI, R.; GIVI, M.E.; MOHAMMADPOOR, M. Comparison of intravenous regional anaesthesia with lidocaine and ropivacaine in dogs. **Veterinary Medicine and Science**, 2021.
- 38 - JAMES, A.; WILLIAMS, J. Basic Opioid Pharmacology – An Update. **British journal of pain**, 14(2): 115-121, 2020.
- 39 - JESKE, N.A. Dynamic Opioid Receptor Regulation in the Periphery. **Molecular pharmacology**. 95(5): 463-467, 2019
- 40 - JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Histologia Básica: Texto e Atlas. 13 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- 41 - KUKANICH, B.; WIESE, A. J. OPIOIDES. In: GRIMM, K. A.; LAMONT, L. A.; Tranquilli, W. J.; Greene, S.A.; Robertson, S.A. **Lumb & Jones: Anestesiologia e Analgesia Veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Roca, p. 611, 2017.
- 42 - LAWA, F.M.; ADETUNJI, A.A. comparison of epidural anaesthesia with lignocaine, bupivacaine and a lignocaine-bupivacaine mixture in cats. **Journal of the South African Veterinary Association**, 80(4): 243-246, 2009.

- 43 - LEAL, D.S.L; GOMES, L.A. Hemivértebra em cães e gatos. **PUBVET, Medicina Veterinária e Zootecnia**, 5(32), 2011.
- 44 - MARCONDES, M.; BORGES, A.S. Sistema Nervoso. In: FEITOSA, F. L. F. *Semiologia Veterinária: A arte do diagnóstico*. 3 ed. São Paulo: Roca, 2014.
- 45 - MARTINEZ-TABOADA, F.; REDONDO, J.I. Comparison of the naging-drop technique and running-drip method for identifying the epidural space in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, 1-8, 2017.
- 46 - MIRANDA-CORTÉS, A.E.; RUIZ-GARCÍA, A.G.; OLIVEIRA-AYUB, A.E.; GARZA-MALACARA, G.; RUIZ-CERVANTES, J. G.; TOSCANO-ZAPIEN, J.A.; HERNÁNDEZ-AVALOS, I. Cardiorespiratory effects of epidurally administered ketamine or lidocaine in dogs undergoing ovariohysterectomy surgery: a comparative study. **Iranian Journal of Veterinary Research**, 21(2): 92-96, 2020.
- 47 - MONTEIRO, E.R.; DOSSI, R.J.O.; ANTUNES, A.P.; CAMPAGNOL, D.; BETTINI, C.M.; CHOMA, J.C. Efeitos da metadona ou do neostigmine, associados à lidocaína administrado pela via epidural em cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60(6): 439-1446, 2008.
- 48 - MORENO, J.C.D. Antagonistas de receptores N-METIL-D-ASPARTATO (NMDA). In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 277, 2012.
- 49 - MORAES, A.N.; REGALIN, D.; SANTOS, M.A.; COSTA, B. D.; FLÔRES, F. N. Administração epidural de ropivacaína isolada ou associada à xilazina em bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**. 35(4): 281-2490, 2014.
- 50 - NEJAMKIN, P.; LANDIVAR, F.; CLAUSSE, M.; LORENZUTTI, M.; CAVILLA, V.; GUTIERREZ, V.; VIVIANI, P.; SOKE, M.D.; MARTIN-FLORES, M. Evaluation of analgesic, sympathetic and motor effects of 1% and 2% lidocaine administered epidurally in dogs undergoing ovaiohysterectomy. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, 47(6): 797-802, 2020.
- 51 - NETO, J.A M.; NASCIMENTO, J.C.S.; FILHO, L.B.F.; JUNIOR, M.A.P.F.; MELO, K.D.; ESPINDOLA, C.R.S.; TENÓRIO, A.P.M. Comparação de alfa-2-adrenergicos na anestesia epidural sacrococcígea de gatas submetidas a ovariosalpingohisterectomia. **PUBVET Medicina Veterinária e Zootecnia**, 11(10): 996-1001, 2017.
- 52 - NEVES, E.C.; PELIZZARI, C.; OLIVEIRA, R S.; KASSAB, S.; LUCAS, K.A.; CARVALHO, Y.K. 3D anatomical model for teaching canine lumbosacral epidural anesthesia. **Acta Cirúrgica Brasileira**, 5(35), 2020.
- 53 - OLESKOVICZ, N.; CORRÊA, A.L. α_2 -agonistas no controle da dor. In: FANTONI, D. **Tratamento da dor na clínica de pequenos animais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 334, 2012.
- 54 - OLIVEIRA, K.D.S.; HENRIQUE, F.V.; FELIPE, G.C.; MEDEIROS, L K.G.; REGO, R O.; ALVES, A.P.; PARENTONI, R.N.; SOUZA, A.P.; NETO, P.I.N. Administração epidural pré-operatória de lidocaína-metadona ou lidocaína-fentanil em cadelas submetidas à ovário-histerectomia eletiva. **Semina: Ciências Agrárias**, 38(3): 1303-1312, 2017.
- 55 - OLIVEIRA NETA, O.D.; CAIRES, L.P.; CLARK, R. M.O.; FERREIRA, M.L.; SAID, R.A.; MUNHOZ, A. D.; TARAN, R. Efeitos cardiorrespiratórios e analgésicos da morfina, fentanil ou tramadol pela via epidural em cadelas submetidas à ovariosalpingohisterectomia. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, 36(3): 281-288, 2014.

- 56 - OTERO, P.E.; VERDIER, N.; ZACCAGNINI, A.S.; FUENSALIDA, S E.; SCLOCCO, M.; PORTELA, D.A.; WAXMAN, S. Sonographic evaluation of epidural and intrathecal injections ins cats. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, 43(6): 652-661, 2016.
- 57 - PICIOLI, A.; MARTINI, M.V.; MINERVINO, A.H.H.; DIAS, L.G.G.G.; JUNNIOR, E.M. O uso da acepromazina, dexmedetomidina e xilazina na sedação em cães: alterações hematológicas e bioquímicas. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, 20(1): 13-19, 2013.
- 58 - POERSCHKE, A.C.; SOARES, A.V.; DORNELES, F.S.; DUCK, M.R.K. Cloridrato de dexmedetomidina como medicação pré-anestésica ou sedativo em cães – Relato de dois casos. **Veterinária e Zootecnia**, 24(4): 697-702, 2017.
- 59 - REBECCA, L.; POPE, E.; BRONW, A.M. A primer on tissue pH and local anesthetic potency. **Advances in Physiology Education**, 44(3): 305-308, 2020
- 60 - PEREIRA, D.A.; MARQUES, J. A. Uso de morfina, xilazina e meloxicam para o controle da dor pós-operatória em cadelas submetidas à ovariossalpingo-histerectomia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 61(2): 353-361, 2009
- 61 - PRADA, I.L.S. Anatomia do Sistema Nervoso do Cão e do Gato. In: JERICÓ, M. M.; NETO, J. P. A.; KOGIKA, M. M. **Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos**. Rio de janeiro: Roca, 2015.
- 62 - RANKIN, D.C. Sedativos e Tranquilizantes. In: GRIMM, K. A.; LAMONT, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GREENE, S. A.; ROBERTSON, S. A. **Lumb & Jones: Anestesiologia e Analgesia Veterinária**. 5.ed. Rio de Janeiro: Roca, p. 577, 2017.
- 63 - RIPPLINGER, A.; AIELLO, G.; CHAVES, R.O.; ANDRADES, A.O.; BECKMANN, D.V.; POLIDORO, D.; SOARES, A.V.; MAZZANTI, A. Efeitos adversos da morfina, metadona e tramadol no pós-operatório de cães submetido à cirurgia da coluna vertebral: 180 casos (2011-2016). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 38(7): 1431-1437, 2018.
- 64 - RONCHI, S.J.; GEHRCKE, M.I.; REGALIN, D.; OLESKOVIZ, N. Período de latência, progressão e duração do bloqueio da anestesia epidural com lidocaína, bupivacaína ou sua associação em cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 71(6): 1839-1845, 2019.
- 65 - SATIS, R.; CUNHA, I. M.S.; LIMA, D.A.S.D.; LIMA, W.C.; QUESSADA, A.M. Estudo comparativo do efeito analgésico da cetamina S via oral e epidural em cadelas submetidas à OSH. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, 11(21): 1015-1025, 2015.
- 66 - SHAH, J.; VOTTA-VELIZ, E.F.; BORGEAT, A. New local anesthetics. **Best Practice & Research-Clinical Anaesthesiology**. 32: 179-185, 2018
- 67 - SILVA, L.S.; ULSENHEIMER, B.C.; FRANK, B.G.D.; CRUZ, F.S.F.; ROSSI, F.W.W.; BEDENDO, G. H.M.; MORAIS, L.E.; MACHADO, RZ.; JAPPE, R.R. Administração epidural caudal de xilazina ou tramadol em vacas. **Brazilian Journal of Animal and Enviromental Research**. 2(1): 482-189, 2019
- 68 - SILVA, P.E.S.; NUNES, N.; GERING, A.P.; PRADA, T.C.; SIMÕES, A.P.R.; BOMPADRE, T.F.V.; CASTRO, RVG.; PAULA, D.P. Evaluation of the cardiopulmonar and antinociceptive effects of bupivacaine administered epidurally at the first lumbar vertebra in awake dogs. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 68(6): 1395-1402, 2016.

- 69 - SILVA, L.C.B.A.; PACHECO, P.F.; SELLERA, F.P.; FUTEMA, F.; CORTOPASSI, S.R.G. The use of ultrasound to assist epidural injection in obese dogs. **Veterinary anaesthesia and analgesia**, 47(1): 137-140, 2020.
- 70 - SKELDING, A.M.; VALVERDE, A.; KILBURN, G. Evaluation of the analgesic effect of fentanyl-ketamine and fentanyl-lidocaine constant rate infusions in isoflurane-anesthetized dogs undergoing thoracolumbar hemilaminectomy. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. 48(3): 407-414, 2021.
- 71 - SOILA, R. Análise do Líquido Cefalorraquidiano. In: JERICÓ, M. M.; NETO, J. P. A.; KOGIKA, M. M. **Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos**. Rio de Janeiro: Roca, 2015.
- 72 - SOLTANINEJAD, H.; VESAL, N. Plasma concentrations of lidocaine following laryngeal administration or laryngeal or intratecal administration in cats. **American Journal of Veterinary Research**, 76(6): 614-620, 2018.
- 73 - SONOGLIO, F.; SILVA, J.P.; FERNANTI, O. Anestesia epidural em gatos. **Revista Agrocientífica**, 1(1): 81-88, 2014.
- 74 - STEAGALL, P.V.M.; SIMON, B.T.; TEIXEIRA, F.J.; NETO, T.; LUNA, S.P.L. Na Update on Drugs Used for Lumbosacral Epidural Anesthesia and Analgesia in Dogs. **Frontiers in Veterinary Science**, 4(68): 1-12, 2017.
- 75 - STECANELLA, V.G.; GOBETTI, D.D.; SANCHES, L.T.; NIRO, L.M.; ROMANI, I.; SOUZA, M.C. Avaliação dos parâmetros vitais e efeito analgésico da associação dexmedetomidina-ropivacaína pela via epidural em cães submetidos à cirurgia ortopédica. **Revista UNINGÁ Review**, 34: 8-8, 2019.
- 76 - THOMAS, L.D.; FRANCINI, L.A.T.; SINOTTI, J.F.; CHAN, W.S.; DRUZIANI, J.T.; FUKUSHIMA, F.B. Bloqueio motor e sensitivo da lidocaína ou da ropivacaína peridural em cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 75(5): 1659-1665, 2020.
- 77 - TODESCHINI, P.H.Z.; RIBEIRO, R.N. Avaliação dos efeitos cardiovasculares da dexmedetomidina em pacientes felinos (*Felis catus*). **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, 1(2): 25-33, 2018.
- 78 - TUDURY, E.A.; FERNANDES, T.H.T.; FIGUEIREDO, M.L.; GOMES, J.A.A.; ARAÚJO, B.M.; BONELLI, M.A.; SILVA, A.C. Substituição da agulha isolada para eletroneuroestimulação pela agulha metálica de cateter intravenoso, na verificação da punção epidural, em cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 65(1), 2013.
- 79 - VALADÃO, C.A.A.; MAZZEI, S.; OLESKOVICZ, N. Injeção epidural de morfina ou cetamina em cães: avaliação do efeito analgésico pelo emprego de filamentos de Von Frey. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 54(4), 2002.
- 80 - WAHLER, B.M.; LERCHE, P.; PEREIRA, C.H.R.; BEDNARSKI, R.M.; KUKANICH, B.; LAKRITZ, J.; AARNES, T.K. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of intranasal and intravenous naloxone hydrochloride administration in healthy dogs. **American journal of veterinary research**, 80(7): 696-701, 2019.
- 81 - WEERINK, M.A.S.; STRUYS, M.M.R.F.; HANNIVOORT, L. N.; BAREND, C. R. M.; ABSALOM, A. R.; COLIN, P. Clinical Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Dexmedetomidine. **Clinical pharmacokinetics**, 56: 893-913, 2017.

82 - WETMORE, L.A.; GLOWASKI, M.M. Epidural Analgesia in Veterinary Critical Care. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, 15(3): 177-188, 2000.

83 - ZAPATA, A.; ROS, C.; ALVARES, E.R.; MARTIN, M.; MATEO, A.G.C. Dural sac localization using myelography and its application to the lumbosacral epidural in dogs. **Open Veterinary Journal**, 10(4): 371-376, 2020.

REALIZAÇÃO:

SEVEN
publicações acadêmicas

ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



WWW.SEVENEVENTS.COM.BR

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.