

O Estudo da Anatomia Simples e Dinâmico

Igor Luiz Vieira de Lima Santos
Carliane Rebeca Coelho da Silva
(Organizadores)



Atena
Editora
Ano 2019

Igor Luiz Vieira de Lima Santos
Carliane Rebeca Coelho da Silva
(Organizadores)

O Estudo de Anatomia Simples e Dinâmico

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 O estudo de anatomia simples e dinâmico 1 [recurso eletrônico] /
Organizadores Igor Luiz Vieira de Lima Santos, Carliane Rebeca
Coelho da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (O
Estudo de Anatomia Simples e Dinâmico; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-632-4

DOI 10.22533/at.ed.324192509

1. Anatomia – Estudo e ensino. 2. Medicina I. Santos, Igor Luiz
Vieira de Lima. II. Silva, Carliane Rebeca Coelho da III. Série.

CDD 611

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

Anatomia (do grego, ana = parte, tomia = cortar em pedaços) é a ciência que estuda os seres organizados, é um dos estudos mais antigos da humanidade, muitos consideram seu início já em meados do século V a.C, onde os egípcios já haviam desenvolvido técnicas de conservação dos corpos e algumas elementares intervenções cirúrgicas.

Anatomia é uma pedra angular da educação em saúde. Muitas vezes, é um dos primeiros tópicos ensinados nos currículos médicos ou em outras áreas da saúde como pré-requisito, sendo o estudo e o conhecimento fundamental para todos os estudantes e profissionais das áreas biológicas e da saúde, sendo indispensável para um bom exercício da profissão.

O estudo da Anatomia é o alicerce para a construção do conhecimento do estudante e futuro profissional e deve ser estimulado e desenvolvido através dos mais variados recursos, sejam eles virtuais, impressos ou práticos.

Pensando em fornecer uma visão geral sobre o assunto a ser estudado, elaboramos esse material para estimular seu raciocínio, seu espírito crítico utilizando uma linguagem clara e acessível, dosando o aprofundamento científico pertinente e compatível com a proposta desta obra.

Esta obra vem como um recurso auxiliar no desenvolvimento das habilidades necessárias para a compreensão dos conceitos básicos anatômicos.

Um dos objetivos centrais da concepção desse compêndio é fornecer uma visão geral sobre o assunto a ser estudado, preparando o leitor para compreender as correlações dos sistemas e conhecer os aspectos relevantes sobre a Anatomia prática, filosófica e educativa.

É nesse contexto e com essa visão de globalização desse conhecimento que se insere os trabalhos apresentados neste livro.

Começando assim, pela Anatomia Animal Comparada e Aplicada onde são discutidos estudos anatômicos a respeito dos mais diferentes tipos de animais e o entendimento de suas estruturas orgânicas, bem como suas relações anatômicas gerais em diversas vertentes de pesquisa.

Em seguida o livro nos traz discussões sobre os Estudos em Anatomia Artística e Histórica, com o entendimento de que a representação artística depende do conhecimento da morfologia do corpo, num plano descritivo e num plano funcional, resultando em uma aproximação da Arte e da Ciência.

Posteriormente, a Anatomia Humana e Aplicada, é estudada voltada para o estudo da forma e estrutura do corpo humano, focando também nos seus sistemas e no funcionamento dos mesmos.

Na quarta área deste livro estudamos o Ensino de Anatomia e Novos Modelos Anatômicos, focando na importância do desenvolvimento de novas metodologias para as atividades didáticas, médicas, cirúrgicas e educativas como um todo favorecendo

o aprendizado do aluno e gerando novas possibilidades.

Logo em seguida temos os Estudos Multivariados em Anatomia, abrangendo tópicos diversos e diferenciados a respeito do estudo e do funcionamento das interações generalistas dentro da anatomia, bem como novas possibilidades para novos materiais e abordagens médicas.

Na sexta área temos a análise de Relatos e Estudos de Caso em Anatomia Humana focando nas estruturas e funções do corpo, das áreas importantes à saúde, ou seja, trata dos sintomas e sinais de um paciente e ajuda a interpretá-los.

Por fim temos Revisões Sobre Temas em Anatomia focando na importância do estudo para os seus diversos campos englobando variações anatômicas, diagnósticos, tratamentos e sua importância para o conhecimento geral do aluno.

Nosso empenho em oferecer-lhe um bom material de estudo foi monumental. Esperamos que o material didático possibilite a compreensão do conteúdo resultando numa aprendizagem significativa e aproveitamento do seu conhecimento para seus campos de pesquisa.

Nossos agradecimentos a cada leitor que acessar esse trabalho, no desejo de que o mesmo seja de importante finalidade e contribua significativamente para seu conhecimento e para todos os seus objetivos como aluno, professor, pesquisador ou profissional das áreas afins.

Boa leitura.

Igor Luiz Vieira de Lima Santos
Carliane Rebeca Coelho da Silva

SUMÁRIO

ÁREA 1: ANATOMIA ANIMAL COMPARADA E APLICADA

CAPÍTULO 1	1
ACHADOS EM MOLDES PERFUSIONADOS COM ETILCIANOACRILATO DO APARELHO RESPIRATÓRIO DE <i>Cavia porcellus</i>	
Marília Medeiros de Souza Sarah Pena de Almeida Auto Mateus Pau-Ferro Rodrigues Victoria Moretti dos Santos Marcelo Domingues de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.3241925091	
CAPÍTULO 2	7
ANATOMIA DA ARTÉRIA AORTA E SUAS RAMIFICAÇÕES NO POMBO DOMÉSTICO (<i>COLUMBA LIVIA</i> – GMELIN, 1789)	
Vinícius Gonçalves Fontoura Eduardo Paul Chacur Roseamely Angeliga de Carvalho Barros Thalles Anthony Duarte Oliveira Thiago Sardinha de Oliveira Zenon Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3241925092	
CAPÍTULO 3	15
ANATOMIA DO ENCÉFALO DE PREÁS (<i>GALEA SPIXII</i> , WAGLER, 1831)	
Ryshely Sonaly de Moura Borges Luã Barbalho de Macêdo André de Macêdo Medeiros Genilson Fernandes de Queiroz Moacir Franco de Oliveira Carlos Eduardo Bezerra de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.3241925093	
CAPÍTULO 4	25
BIOMETRIA DA MEDULA ESPINHAL DE <i>TRACHEMYS SCRIPTA ELEGANS</i>	
Lívia Oliveira e Silva Alisson José De Oliveira Nunes Auto Mateus Pau-Ferro Rodrigues Marcelo Domingues De Faria	
DOI 10.22533/at.ed.3241925094	
CAPÍTULO 5	30
COMPRIMENTO DO JEJUNO DE AVES DA LINHAGEM LABEL ROUGE ALIMENTADAS COM INCLUSÃO DE CEVADA NA RAÇÃO	
Mikaelly Sales Frois Maria Karolaine Moriman Delgado Vanessa Sobue Franzo Heder José D'Avilla Lima	
DOI 10.22533/at.ed.3241925095	

CAPÍTULO 6 37

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DAS CONCHAS DASOSTRAS-DO PACÍFICO (*Crassostrea gigas*)

Alisson José de Oliveira Nunes
Lívia Oliveira e Silva
Sarah Pena de Almeida
Glenda Lidice de Oliveira Cortez Marinho
Nélson Cárdenas Olivier
Marcelo Domingues de Faria

DOI 10.22533/at.ed.3241925096

CAPÍTULO 7 45

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DAS COSTELAS DE CÃES

Lívia Oliveira e Silva
Alisson José De Oliveira Nunes
Auto Mateus Pau-Ferro Rodrigues
Nelson Cárdenas Oliver
Adriana Gradela
Marcelo Domingues De Faria

DOI 10.22533/at.ed.3241925097

CAPÍTULO 8 49

EPIISOPILOTURINA REDUZ O NÚMERO DE MASTÓCITOS NA MUCOSITE INTESTINAL INDUZIDA POR 5-FLUOROURACIL EM CAMUNDONGOS

Maria Lucianny Lima Barbosa
Lorena Lopes Brito
Bárbara Barbosa Pires
Ana Vitória Pereira de Negreiros da Silva
Conceição da Silva Martins
João Antônio Leal de Miranda
Helder Bindá Pimenta
Leiz Maria Costa Veras
Jand Venes Rolim Medeiros
Gilberto Santos Cerqueira

DOI 10.22533/at.ed.3241925098

CAPÍTULO 9 58

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO DUCTO ARTERIOSO EM FETOS BOVINOS

Amanda Curcio de Lima
Celina Almeida Furlanetto Mançaneres

DOI 10.22533/at.ed.3241925099

CAPÍTULO 10 70

MENSURAÇÃO ENTRE AS ORIGENS DAS RAMIFICAÇÕES DO ARCO AÓRTICO E A PREVALÊNCIA DO TRONCO BICAROTÍDEO EM CÃES E GATOS

Nicolle de Azevedo Alves
Ana Cristina Pacheco de Araújo
Juliana Voll
Sueli Hoff Reckziegel
Renata Demartini
Yago Pereira
Bianca Martins Mastrantonio
Werner Krebs

DOI 10.22533/at.ed.32419250910

CAPÍTULO 11 78

MORFOMETRIA DO APARELHO REPRODUTOR MASCULINO DE CETÁCEOS DA ESPÉCIE *Sotalia guianensis* PROVENIENTES DE ENCALHES NO LITORAL ALAGOANO

Danillo de Souza Pimentel
Tiago Rodrigues dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.32419250911

CAPÍTULO 12 83

OSTEOTÉCNICA DE FETO FELINO CONSERVANDO ESTRUTURAS ARTICULARES

Marília Medeiros de Souza
Sarah Pena de Almeida
Enaura Cristina Campos Rodrigues
Marcelo Domingues de Faria

DOI 10.22533/at.ed.32419250912

CAPÍTULO 13 87

PADRÃO DE REATIVIDADE DA ENZIMA TIROSINA HIDROXILASE NO NÚCLEO *ACCUMBENS* DURANTE A SENESCÊNCIA DO RATO

Marcos Oliveira
Matheus Ferreira Feitosa
Fausto Pierdoná Guzen
José Rodolfo Lopes de Paiva Cavalcanti
Bianca Norrara
Marco Aurelio de Moura Freire

DOI 10.22533/at.ed.32419250913

CAPÍTULO 14 95

RESISTÊNCIA MECÂNICA E COMPOSIÇÃO MINERAL DAS CONCHAS DE MEXILHÕES (*Pachoides pectinatus*)

Alisson José de Oliveira Nunes
Lívia Oliveira e Silva
Auto Mateus Pau-Ferro Rodrigues
Glenda Lidice de Oliveira Cortez Marinho
Nélson Cárdenas Olivier
Marcelo Domingues de Faria

DOI 10.22533/at.ed.32419250914

ÁREA 2: ESTUDOS EM ANATOMIA ARTÍSTICA E HISTÓRICA

CAPÍTULO 15 103

A ARTE POÉTICA DE MICHELANGELO E A CRIAÇÃO DE TEXTOS ARTÍSTICOS PARA O ENSINO DA ANATOMIA

Claudia Cazal
Antônio Augusto Batista Neto
Elvira Araújo Gomes
Gabriela D'Antona
Lethicia Gabriella França de Albuquerque
Diluana Maria de Santana Santos
Luísa Bagette Rocha
Alexsandre Bezerra Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.32419250915

CAPÍTULO 16	112
A INFLUÊNCIA DA ARTE DE DA VINCI NO ESTUDO DA ANATOMIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
Giovanna Cecília Freitas Alves de Arruda	
Lucas Emanuel Carvalho Cavalcante	
Sarah Raquel Martins Rodrigues	
Wilberto Antônio de Araújo Neto	
Vitor Caiaffo Brito	
DOI 10.22533/at.ed.32419250916	
CAPÍTULO 17	118
ALUSÃO HISTÓRICA DA PARTE PROFUNDA DO MÚSCULO TEMPORAL	
Ticiano Sidorenko de Oliveira Capote	
Gabriely Ferreira	
Marcelo Brito Conte	
Marcela de Almeida Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.32419250917	
CAPÍTULO 18	129
AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS ANATÔMICOS NA ARTE SACRA	
Ingrid Botelho Ribeiro	
Marcus Vinícius Quirino Ferreira	
Ingrid Ramalho Dantas de Castro	
Maíra Rodrigues Teixeira Cavalcante	
Gabriela Rocha Nascimento	
Anna Beatriz Gallindo Machado Lacerda Santiago	
Izaura Vitória Sapucaia de Araújo	
Isabela Vieira Melo	
DOI 10.22533/at.ed.32419250918	
SOBRE OS ORGANIZADORES	135
ÍNDICE REMISSIVO	136

PADRÃO DE REATIVIDADE DA ENZIMA TIROSINA HIDROXILASE NO NÚCLEO ACCUMBENS DURANTE A SENESCÊNCIA DO RATO

Marcos Oliveira

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Faculdade de Ciências da Saúde, Laboratório de Neurologia Experimental
Mossoró - Rio Grande do Norte

Matheus Ferreira Feitosa

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Faculdade de Ciências da Saúde, Laboratório de Neurologia Experimental
Mossoró - Rio Grande do Norte

Fausto Pierdoná Guzen

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Faculdade de Ciências da Saúde, Laboratório de Neurologia Experimental
Mossoró - Rio Grande do Norte

José Rodolfo Lopes de Paiva Cavalcanti

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Faculdade de Ciências da Saúde, Laboratório de Neurologia Experimental
Mossoró - Rio Grande do Norte

Bianca Norrara

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Faculdade de Ciências da Saúde, Laboratório de Neurologia Experimental
Faculdade Nova Esperança de Mossoró (FACENE)

Mossoró - Rio Grande do Norte

Marco Aurelio de Moura Freire

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Faculdade de Ciências da Saúde, Laboratório de Neurologia Experimental
Faculdade Nova Esperança de Mossoró

(FACENE)

Mossoró - Rio Grande do Norte

RESUMO: A senescência é um evento fisiológico e progressivo que leva ao comprometimento das funções normais do organismo. O sistema nervoso é um dos sistemas mais afetados durante o envelhecimento, apresentando alterações estruturais e funcionais associadas ao declínio das funções cerebrais. O presente trabalho avaliou o padrão de reatividade de enzima tirosina hidroxilase (TH) no Núcleo *accumbens* (NAc) ao longo da senescência do rato. Vinte e um ratos Wistar, machos, foram utilizados (CEEAA/UERN, #03/2016), sendo divididos em três grupos ($n=7$ por grupo): animais jovens (3 meses de idade, $325\pm 25g$), animais de meia idade (10 meses de idade, $340\pm 30g$) e animais envelhecidos (18 meses de idade, $400\pm 50g$). Após anestesia (i.p.), os animais foram perfundidos, seus cérebros foram removidos, crioprotégidos (sacarose a 20%) e seccionados a $50\text{-}\mu\text{m}$ no plano coronal, com as seções sendo reagidas para a imunohistoquímica para a enzima TH. *Medidas de densitometria óptica ao longo do NAc foram obtidas usando-se o programa ImageJ*, com os valores obtidos sendo comparados com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p<0,05$). Observou-se uma diminuição progressiva da

reatividade do TH ao longo do envelhecimento do NAc. Os animais jovens apresentaram uma reatividade significativamente maior que a observada nos animais envelhecidos. Os animais de meia idade apresentaram valores de reatividade intermediários. O padrão de reatividade da enzima TH mostrou-se gradativamente diminuído ao longo do envelhecimento do NAc do rato. Tal achado, que indica alteração nos níveis de dopamina no mesencéfalo, pode estar envolvido com alterações comportamentais observadas durante o envelhecimento do sistema nervoso.

PALAVRAS-CHAVE: Dopamina, Núcleo *accumbens*, Tirosina hidroxilase, Senescência. Sistema Nervoso.

PATTERN OF REACTIVITY OF TYROSINE HYDROXYLASE ENZYME IN THE NUCLEUS *ACCUMBENS* DURING THE SENESCENCE OF THE RAT

ABSTRACT: Senescence is a physiological and progressive event that leads to impairment of the normal functions of the organism. The nervous system is one of the most affected systems during aging, presenting structural and functional changes associated with the decline of brain functions. The present work evaluated the pattern of reactivity of tyrosine hydroxylase (TH) enzyme in the nucleus accumbens (NAc) throughout the senescence of the rat. Twenty one male Wistar rats were used (CEEA/UERN, #03/2016), divided into three groups (n=7 per group): young animals (3 months-old, 325±25g), middle aged animals (10 months-old, 340±30g) and aged animals (18 months-old, 400±50g). After anesthesia (i.p.), the animals were perfused, their brains removed, cryoprotected (20% sucrose) and sectioned at 50-µm in the coronal plane, with sections being reacted for immunohistochemistry for the TH enzyme. Optical densitometry measurements across the NAc were obtained using the ImageJ software, with the values obtained being compared through the non-parametric Kruskal-Wallis test (p<0.05). A progressive decrease in TH reactivity was observed over aging of NAc. Young animals showed a significantly higher reactivity those observed in aged animals. The animals of middle age presented intermediate values of reactivity. The pattern of reactivity of the TH enzyme has been shown to decrease gradually over aging of rat NAc. Such finding, which indicates changes in dopamine levels in the midbrain, may be involved with behavioral changes observed during aging of the nervous system.

Keywords: Dopamine, Nervous system, Nucleus *accumbens*, Tyrosine hydroxylase, Senescence.

1 | INTRODUÇÃO

Um dos fenômenos mais perceptíveis na população mundial nos dias atuais diz respeito ao seu rápido envelhecimento. De acordo com relatos da Organização das Nações Unidas (ONU), das 7,6 bilhões de pessoas que vivem atualmente no Planeta, aproximadamente 962 milhões (13%) possuem 60 anos ou mais. Projeções indicam que em 2050 haverá 9,7 bilhões de pessoas na Terra, e destas,

mais de 1,5 bilhões estarão na faixa etária de idosos (UN, 2017). Dentre os fatores associados a este fenômeno podem se elencar o desenvolvimento socioeconômico, cuidados básicos de saúde, segurança, educação e habitação, bem como a intensa urbanização experimentada nas últimas décadas (WHO, 2015), gerando um aumento na expectativa de vida global (UN, 2017; WHO, 2015), o qual, no entanto, tem como efeito colateral um impacto nas políticas de seguridade social (BEARD; BLOOM, 2015).

No tocante à saúde e bem-estar, a população é considerada envelhecida quando sua proporção de idosos com 60 ou mais anos aumenta em relação às demais faixas etárias. No entanto, enquanto alguns idosos maiores de 80 anos apresentam níveis de capacidade física e mental comparáveis aos níveis de indivíduos em idade ativa, outros indivíduos na faixa dos 60 anos podem necessitar de auxílio para realização de suas atividades diárias (OMS, 2015).

O sistema nervoso é um dos sistemas mais afetados durante a senescência, apresentando alterações estruturais e funcionais associadas ao declínio das funções cerebrais normais (DERENNE; BARON, 2002), tais como alterações na eletrofisiologia cerebral (LUEBKE; CHANG, 2007), indução de resposta glial (JYOTHI et al., 2015) e perturbação da homeostasia do cálcio neuronal (CHANDRAN et al., 2017).

A dopamina (DA) é uma monoamina incluída no grupo das catecolaminas, sendo sintetizada a partir da reação de conversão da L-tirosina em 3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA) através da enzima tirosina hidroxilase (TH) – uma enzima limitante da taxa de biossíntese de DA. Por sua vez, a enzima L-amino-ácido descarboxilase ou DOPA descarboxilase converte L-DOPA em DA. A DA possui importante função neurotransmissora na regulação cerebral, tendo importante papel nos sistemas nervosos central (SNC) e periférico (SNP), bem como em aspectos de comportamento animal ao longo da evolução (YAMAMOTO; VERNIER, 2011).

A neurotransmissão dopaminérgica no SNC desempenha um papel fundamental em várias funções, como mecanismos de controle motor, motivação, memória, cognição e recompensa, estando envolvida em três vias distintos, a mesostriatal, a mesocortical e a mesolímbica (DAHLSTROEM; FUXE, 1964; GERMAN; MANAYE, 1993; PARKINSON et al., 2002). A via mesolímbica se constitui na principal via que atua nos mecanismos de memória, cognição, movimento, comportamentos afetivos e de recompensa, sendo esta constituída primariamente pela área tegmentar ventral (VTA) e pelo núcleo *accumbens* (NAc). A VTA não apresenta somente projeções límbicas/corticais, mas também projeções para o estriado (LOUGHLIN; FALLON, 1984; BJÖRKUND; DUNNETT, 2007b).

Modelos animais são empregados com sucesso para a caracterização morfológica e fisiológica do impacto da senescência em diferentes regiões do SNC. Neste contexto, o presente trabalho objetivou caracterizar as alterações no NAc ao longo do processo de envelhecimento do rato, a partir da imunohistoquímica para tirosina hidroxilase (TH), importante enzima envolvida na síntese de catecolaminas

no sistema nervoso.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e um ratos machos, da linhagem Wistar, foram utilizados, sob aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA/UERN) (#03/2016). Os animais foram divididos em três grupos (n=7 por grupo): animais jovens (3 meses de idade, 325±25g), animais de meia idade (10 meses de idade, 340±30g) e grupo animais envelhecidos (18 meses de idade, 400±50g), sendo anestesiados com cloridrato de cetamina (Vetnil, Brasil) e cloridrato de xilazina (Syntec, Brasil) (100mg/kg e 10mg/kg, respectivamente) (i.p.) e perfundidos com solução salina tamponada a 0,9% e paraformaldeído a 4%. Ao final da perfusão os cérebros foram removidos, crioprotetidos em solução de sacarose a 20% e seccionados a 50 µm no plano coronal em micrótomo de congelamento, sendo as secções resultantes reagidas para a imunohistoquímica para a enzima TH. Os tecidos reagidos foram montados em lâminas silanizadas (StarFrost, Waldemar Knittel Glasbearbeitungs GmbH, Braunschweig, Germany, desidratados e montados com auxílio de meio de inclusão (Permount, Thermo Fisher Scientific, EUA).

As lâminas foram inspecionadas e fotografadas em microscópio óptico (Nikon Eclipse 80i, Japão). Medidas de densitometria óptica ao longo do NAc foram obtidas usando-se o programa ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>) (janela de 0,2 mm², cinco amostras por secção, três secções por animal, por grupo). De modo a minimizar os efeitos da variabilidade intragrupos, adotou-se uma escala normalizada baseada na comissura anterior não-reativa (a partir de medidas de 5 locais distintos ao longo da estrutura, usando o mesmo tamanho de janela adotado para as medidas no NAc). Para cada animal a densidade óptica média (DO) do NAc foi designada NA, a comissura anterior foi denominada CA e um índice de contraste C foi calculado de acordo com a equação: $C=(NA-CA)/(NA+CA)$ (NORRARA et al., 2018).

Ao final os valores mensurados foram comparados usando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido do teste *post hoc* de Dunn com nível de significância definido em 95% (p<0,05) usando o programa GraphPad Prism 5.0 (GraphPad Software Inc., EUA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises qualitativas e quantitativas revelaram uma diminuição progressiva da reatividade do TH ao longo do envelhecimento do NAc, avaliado ao longo de 1mm de extensão da estrutura em relação ao bregma (regiões posterior, média e anterior) (Figura 1). O grupo de animais jovens apresentou uma reatividade significativamente maior que a observada no grupo de animais envelhecidos (0,574±0,018 *versus*

0,319±0,008; * $p < 0,05$, Kruskal-Wallis, teste *post hoc* de Dunn), que apresentaram um padrão de reatividade esmaecido e tecido vacuolizado. O grupo de meia idade apresentou valores de reatividade intermediários entre os extremos (0,363±0,011) (Figuras 2 e 3).

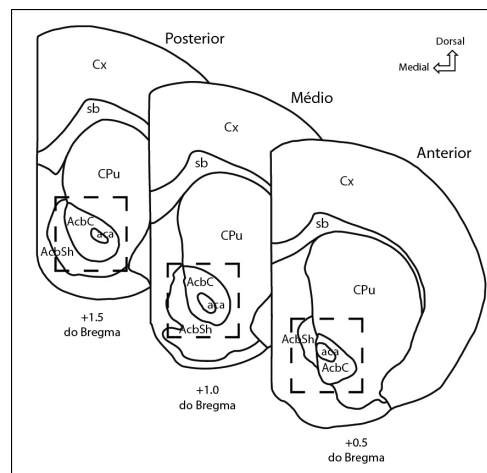


Figura 1. Limites anatômicos do núcleo *accumbens* (NAc). A posição do NAc ao longo do eixo ântero-posterior é delimitado na figura pelos quadrados tracejados. Legendas: aca: comissura anterior; AcbC: núcleo *accumbens*, região central; AcbS: núcleo *accumbens*, região periférica; CPu: caudado-putamen; Ctx: córtex; sb: substância branca.

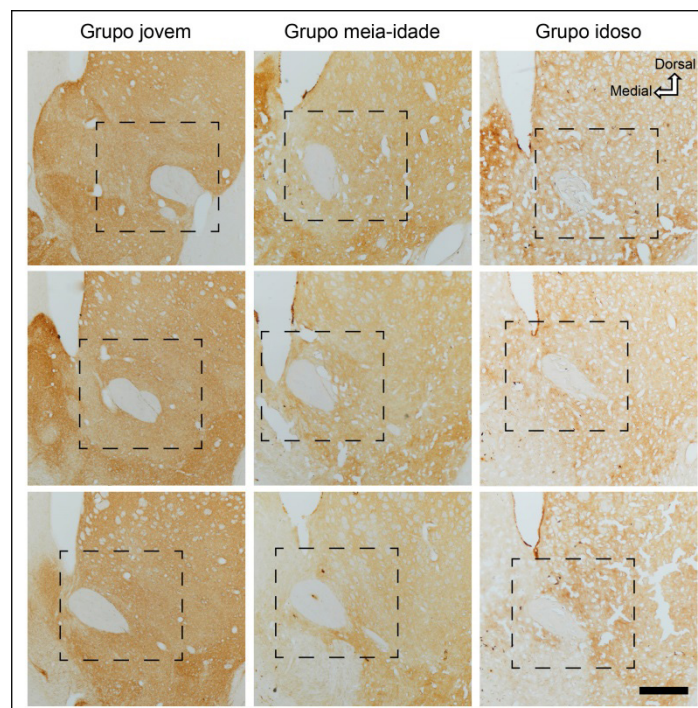


Figura 2. Imunorreatividade da enzima Tirosina hidroxilase (TH) ao longo do núcleo *accumbens* (NAc). A imunorreatividade ao TH revelou um padrão intenso de marcação no NAc nos animais jovens, distinguindo a estrutura claramente do estriado (coluna da esquerda), com a região rostral sendo mais reativa que a média e a caudal. Por sua vez, a imunomarcação de TH no grupo animais idosos revelou um padrão de rarefação de tecido em todas as regiões do NAc, com uma fraca reatividade (coluna da direita). O grupo animais de meia-idade apresentou um padrão intermediário de reatividade (coluna do meio). Os quadrados tracejados indicam a região onde as medidas de quantificação foram realizadas. Barra de escala: 500 μm .

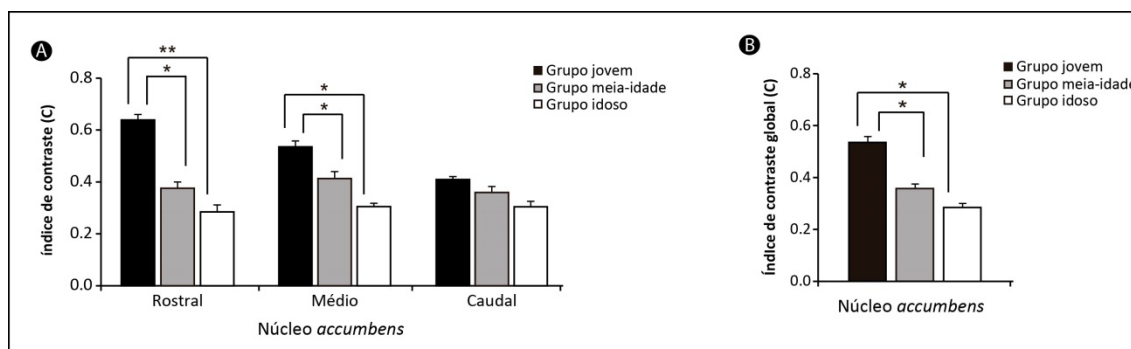


Figura 3. Análise quantitativa da imunorreatividade da TH ao longo do NAc. A análise densitométrica da reatividade da TH ao longo da região rostral do NAc revelou uma maior intensidade de marcação no grupo animais jovens em comparação com os grupos animais de meia-idade e animais idosos ($*p < 0,05$; $**p < 0,01$; Kruskal-Wallis, teste *post hoc* de Dunn). Por outro lado, não houve diferença estatística quando as regiões média e caudal foram comparadas entre si ($p > 0,05$; Kruskal-Wallis, teste *post hoc* de Dunn) (A). Quando o NAc foi analisado como uma estrutura completa, os animais jovens apresentaram um padrão significativamente mais reativo do que os animais de meia idade ($*p < 0,05$; Kruskal-Wallis, teste *post hoc* de Dunn) (B).

Diversos estudos revelaram uma perda de neurônios dopaminérgicos em condições alteradas (envelhecimento ou distúrbios neuropatológicos), sugerindo que alterações nos níveis de dopamina no mesencéfalo são causadas por processos neurodegenerativos (CABELLO et al., 2002; PAKKENBERG et al., 1995; TABREZ et al., 2012). Por outro lado, outros estudos têm desafiado essa noção (EMERICH et al., 1993; KUBIS et al., 2000), propondo que a redução dos níveis de dopamina é causada por uma falha neuroquímica em vez de uma morte celular neuronal seletiva.

Um estudo de Cruz-Muros e colaboradores (2007) mostrou que uma diminuição da enzima DOPA decarboxilase resulta em perda de reatividade no estriado, com uma detecção adicional de níveis aumentados da forma fosforilada de TH nos terminais axonais. No entanto, esses autores também relataram uma preservação de neurônios dopaminérgicos na região da VTA (CRUZ-MUROS et al., 2007). O primeiro resultado foi semelhante aos achados descritos no presente estudo. No tocante ao segundo, encontramos uma diminuição no número de células de neurônios dopaminérgicos ao longo da VTA de animais idosos em um trabalho concomitante (NORRARA et al., 2018). Essas diferenças podem ser atribuídas a questões metodológicas, como a espessura das secções bem como a linhagem dos animais utilizados (Wistar vs Sprague-Dowley).

Nosso principal objetivo no presente estudo foi caracterizar as alterações do NAc no envelhecimento por meio de densitometria óptica. Embora tenhamos clareza da natureza indireta dessas medições, nossos resultados fornecem indícios adicionais sobre o impacto do envelhecimento sobre as projeções dos neurônios dopaminérgicos da via mesolímbica. Estudos futuros para caracterizar a expressão de TH com ferramentas moleculares (Western Blot) são necessárias para definir um quadro mais completo do impacto da senescência no circuito dopaminérgico. Nesse sentido, mais estudos empregando o mesmo paradigma adotado no presente

estudo ajudará na caracterização das modificações ao longo das vias mesostriatal e mesocortical durante o envelhecimento.

4 | CONCLUSÕES

O padrão de reatividade da enzima TH mostrou-se gradativamente diminuído ao longo do NAc do rato. Tal evento, que revela alteração nos níveis de dopamina no mesencéfalo do animal, tem influência nas alterações comportamentais observadas durante a senescência do sistema nervoso.

5 | AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação para o Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio Grande do Norte (FUNCITERN). Marcos Oliveira foi Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq.

REFERÊNCIAS

BEARD, J.R., BLOOM, D.E., 2015. **Towards a comprehensive public health response to population ageing.** Lancet 385, 658-661.

Bjorklund, A., Dunnett, S.B., 2007b. **Dopamine neuron systems in the brain: an update.** Trends Neurosci. 30, 194-202.

CABELLO, C.R., THUNE, J.J., PAKKENBERG, H., PAKKENBERG, B., 2002. **Ageing of substantia nigra in humans: cell loss may be compensated by hypertrophy.** Neuropathol. Appl. Neurobiol. 28, 283-291.

CHANDRAN, R., KUMAR, M., KESAVAN, L., JACOB, R.S., GUNASEKARAN, S., LAKSHMI, S., SADASIVAN, C., OMKUMAR, R.V., 2019. **Cellular calcium signaling in the aging brain.** J. Chem. Neuroanat. 95, 95-114.

CRUZ-MUROS, I., AFONSO-ORAMAS, D., ABREU, P., BARROSO-CHINEA, P., RODRIGUEZ, M., GONZALEZ, M.C., HERNANDEZ, T.G., 2007. **Ageing of the rat mesostriatal system: differences between the nigrostriatal and the mesolimbic compartments.** Exp. Neurol. 204, 147-161.

DAHLSTROEM, A., FUXE, K., 1964. **Evidence for the existence of monoamine-containing neurons in the Central nervous system. I. Demonstration of monoamines in the cell bodies of brain stem neurons.** Acta Physiol. Scand. Suppl. 232, 231-255.

DERENNE, A.; BARON, A. **Behavior analysis and the study of human aging.** Behav. Anal. 2002. 25, 151-160.

EMERICH, D.F., MCDERMOTT, P., KRUEGER, P., BANKS, M., ZHAO, J., MARSZALKOWSKI, J., FRYDEL, B., WINN, S.R., SANBERG, P.R., 1993. **Locomotion of aged rats: relationship to neurochemical but not morphological changes in nigrostriatal dopaminergic neurons.** Brain Res. Bull. 32, 477-486.

- GERMAN, D.C., MANAYE, K.F., 1993. **Midbrain dopaminergic neurons (nuclei A8, A9, and A10): three-dimensional reconstruction in the rat.** *J. Comp. Neurol.* 331, 297-309.
- JYOTHI, H.J., VIDYADHARA, D.J., MAHADEVAN, A., PHILIP, M., PARMAR, S.K., MANOHARI, S.G., SHANKAR, S.K., RAJU, T.R., ALLADI, P.A., 2015. **Aging causes morphological alterations in astrocytes and microglia in human substantia nigra pars compacta.** *Neurobiol. Aging* 36, 3321-3333.
- KUBIS, N., FAUCHEUX, B.A., RANSMAYR, G., DAMIER, P., DUYCKAERTS, C., HENIN, D., FORETTE, B., LE CHARPENTIER, Y., HAUW, J.J., AGID, Y., HIRSCH, E.C., 2000. **Preservation of midbrain catecholaminergic neurons in very old human subjects.** *Brain* 123 (Pt 2), 366-373.
- LOUGHLIN, S.E., FALLON, J.H., 1984. **Substantia nigra and ventral tegmental area projections to cortex: topography and collateralization.** *Neuroscience* 11, 425-435.
- LUEBKE, J.I., CHANG, Y.M., 2007. **Effects of aging on the electrophysiological properties of layer 5 pyramidal cells in the monkey prefrontal cortex.** *Neuroscience* 150, 556-562.
- NORRARA, B., FIUZA, F.P., ARRAIS, A.C., COSTA, I.M., SANTOS, J.R., ENGELBERTH, R.C.G.J., CAVALCANTE, J.S., GUZEN, F.P., CAVALCANTI, J.R.L.P., FREIRE, M.A.M. 2018. **Pattern of tyrosine hydroxylase expression during aging of mesolimbic pathway of the rat.** *J. Chem. Neuroanat.* 92, 83-91.
- PAKKENBERG, H., ANDERSEN, B.B., BURNS, R.S., PAKKENBERG, B., 1995. **A stereological study of substantia nigra in young and old rhesus monkeys.** *Brain Res.* 693, 201-206.
- PARKINSON, J.A., DALLEY, J.W., CARDINAL, R.N., BAMFORD, A., FEHNERT, B., LACHENAL, G., RUDARAKANCHANA, N., HALKERSTON, K.M., ROBBINS, T.W., EVERITT, B.J., 2002. **Nucleus accumbens dopamine depletion impairs both acquisition and performance of appetitive Pavlovian approach behaviour: implications for mesoaccumbens dopamine function.** *Behav. Brain Res.* 137, 149-163.
- TABREZ, S., JABIR, N.R., SHAKIL, S., GREIG, N.H., ALAM, Q., ABUZENADAH, A.M., DAMANHOURI, G.A., KAMAL, M.A. **A synopsis on the role of tyrosine hydroxylase in Parkinson's disease.** *CNS Neurol. Disord. Drug Targets* 2012. 11, 395-409.
- UN, 2017. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables.** Working Paper No. ESA/P/WP/248. Disponível em. https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf.
- WHO, 2015. World Health Organization. **World Report on Ageing and Health.** WHO, Geneva Disponível em http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186463/1/9789240694811_eng.pdf.

SOBRE OS ORGANIZADORES

IGOR LUIZ VIEIRA DE LIMA SANTOS - Possui Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco apresentando monografia na área de genética e microbiologia industrial. Mestrado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte com dissertação na área de genética e microbiologia ambiental. Doutor em Biotecnologia pela RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia, Área de Concentração Biotecnologia em Saúde atuando principalmente com tema relacionado ao câncer de mama. Participou como Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial Nível 3 de relevantes projetos tais como: Projeto Genoma *Anopheles darlingi*; e Isolamento de genes de interesse biotecnológico para a agricultura. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, do Centro de Educação e Saúde onde é Líder do Grupo de Pesquisa BASE (Biotecnologia Aplicada à Saúde e Educação) e colaborador em ensino e pesquisa da UFRPE, UFRN e EMBRAPA-CNPA. Tem experiência nas diversas áreas da Genética, Microbiologia e Bioquímica com ênfase em Genética Molecular e de Microrganismos, Genética Humana, Plantas e Animais, Biologia Molecular e Biotecnologia. Atua em projetos versando principalmente sobre temas relacionados a saúde e educação nas áreas de: Nutrigenômica e Farmacogenômica, Genômica Humana Comparada, Metagenômica, Carcinogênese, Monitoramento Ambiental e Identificação Genética Molecular, Marcadores Moleculares Genéticos, Polimorfismos Genéticos, Bioinformática, Biodegradação, Biotecnologia Industrial e Aplicada a Saúde e Educação.

CARLIANE REBECA COELHO DA SILVA - Possui Graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco apresentando monografia na área de genética com enfoque em transgenia. Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal do Rural de Pernambuco com dissertação na área de melhoramento genético com enfoque em técnicas de imunodeteção. Doutora em Biotecnologia pela RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia, Área de Concentração Biotecnologia em Agropecuária atuando principalmente com tema relacionado a transgenia de plantas. Pós-doutorado em Biotecnologia com concentração na área de Biotecnologia em Agropecuária. Atua com linhas de pesquisa focalizadas nas áreas de defesa de plantas contra estresses bióticos e abióticos, com suporte de ferramentas biotecnológicas e do melhoramento genético. Tem experiência na área de Engenharia Genética, com ênfase em isolamento de genes, expressão em plantas, melhoramento genético de plantas via transgenia, marcadores moleculares e com práticas de transformação de plantas via ovary drip. Tem experiência na área de genética molecular, com ênfase no estudos de transcritos, expressão diferencial e expressão gênica. Integra uma equipe com pesquisadores de diferentes instituições como Embrapa Algodão, UFRPE, UEPB, UFPB e IMAMT, participando de diversos projetos com enfoque no melhoramento de plantas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adesivo de secagem instantânea 1
Alcaloide 49, 50
Amêijoas 95
Anatomia animal 78, 80
Anatomia artística 130
Anatomia intestinal 30
Anatomia veterinária 25, 68, 76, 83
Aorta 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 67, 70, 71, 74, 75, 81, 108
Arte 6, 9, 86, 103, 104, 105, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 129, 130, 131

B

Biomecânica 95, 116
Biometria 25, 28, 30, 37, 39, 45, 46, 47, 78, 80, 95, 97, 101

C

Canis lupus familiaris 45
Cavia porcellus 1, 2, 3, 5, 21
Caviidae 15, 16, 22, 23
Columba Livia 7, 8, 9, 14
Compressão 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 95, 97, 98, 100, 101
Corpo caloso 15, 16, 20, 21, 22
Crustáceos 37, 97, 100

D

Desenvolvimento fetal 58, 65
Distância 70, 72
Dopamina 88, 89, 92, 93
Ducto arterioso 58, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69

E

EDS 37, 39, 42, 43, 95, 97, 99, 100, 101
Educação 69, 89, 104, 112, 115, 135
Educação Médica 112, 115
Ensaio mecânico de compressão 37, 39, 41, 43, 98, 101
Ensaio mecânico destrutivo 43, 45, 101
Ensino 58, 103, 104, 111, 131, 135
Esqueleto 83, 84, 86, 106

F

Força 40, 43, 45, 47, 48, 95, 97, 98, 100, 101

Fratura óssea 45

G

Gato 68, 69, 74, 83

H

Hipocampo 15, 16, 20, 21, 22

L

Lambretas 95

M

Mamíferos aquáticos 78

Mastócitos 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55

Metodologia alternativa 83

MEV 37, 39, 42, 43, 44, 95, 96, 97, 99, 100, 101

MEV e FTIR 95

Moldes 1, 2

Morfologia 15, 25, 29, 49, 52, 70, 78, 80, 82, 96, 114, 118, 122, 123

Mucosite 49, 50, 51, 52, 54, 55

Músculos da mastigação 118, 119

Músculo temporal 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128

N

Núcleo accumbens 87, 88, 89, 91

P

Padrões Morfológicos 58

Pequenos Animais 68, 69, 70

Pulmão 1, 3, 4, 9, 10, 12, 63, 64, 74, 109

Q

Quelônios 25

Quimioterapia 50

R

Religião 130, 131

Resíduos de cervejaria 30, 32

S

Santos 32, 33, 34, 49, 68, 78, 94, 103, 111, 129, 130, 131

Senescência 87, 88, 89, 92, 93

Sistema nervoso 25, 64, 87, 88, 89, 90, 93, 107

T

Tartaruga 25

Tirosina hidroxilase 87, 88, 89, 91

V

Valves 37, 38, 39, 40, 43, 44, 96, 97, 98, 117

Vascularização 7

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-632-4



9 788572 476324