

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/02/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ESTUDO DO CRÂNIO DE CAPIVARAS (*Hydrochoerus
hydrochaeris*). CRANIOMETRIA, RADIOGRAFIA E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA 3D**

FERNANDA MARA ARAGÃO MACEDO PEREIRA

Botucatu – SP

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ESTUDO DO CRÂNIO DE CAPIVARAS (*Hydrochoerus
hydrochaeris*). CRANIOMETRIA, RADIOGRAFIA E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA 3D**

FERNANDA MARA ARAGÃO MACEDO PEREIRA

Dissertação apresentada junto ao Programa
de Pós-Graduação em Animais Selvagens
para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cesar
Schimming

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Pereira, Fernanda Mara Aragão Macedo.

Estudo do crânio de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*)
: craniometria, radiografia e tomografia computadorizada 3D
/ Fernanda Mara Aragão Macedo Pereira. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia

Orientador: Bruno Cesar Schimming

Capes: 50501003

1. Capivaras - Anatomia. 2. Crânio - Medição.
3. Craniometria. 4. Osteologia. 5. Radiologia. 6. Diagnóstico
por imagem.

Palavras-chave: Anatomia; Caviomorfo; Osteologia; Roedor.

Nome do autor: **Fernanda Mara Aragão Macedo Pereira**

**TÍTULO: ESTUDO DO CRÂNIO DE CAPIVARAS (*Hydrochoerus hydrochaeris*).
CRANIOMETRIA, RADIOGRAFIA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
3D**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming

Presidente e orientador

Departamento de Anatomia

Instituto de Biociências – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Maria Jaqueline Mamprim

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Isabela Cristina de Souza Marques

Departamento de Patologia e Medicina Legal CEMEL

Faculdade de Medicina – USP – Ribeirão Preto

Data da Defesa: 16 de Agosto de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao meu orientador, Dr. Bruno Schimming, por sua disposição e por ter oferecido o seu tempo e todo o material necessário para a realização desse projeto, assim como todo o auxílio necessário para que ele se concretizasse da melhor forma.

Agradeço imensamente também esse trabalho a todos os colegas de profissão que me acompanharam nessa nova etapa e, de uma forma ou de outra, me ajudaram a trilhar esse caminho da pesquisa, tanto como companheiros de turma quanto no auxílio à coleta de dados.

Agradeço à Profa. Maria Jaqueline por ter me disponibilizado o horário, o equipamento e as ótimas pessoas que me ajudaram na coleta de dados desse trabalho.

Agradeço de coração ao meu namorado, Alexandre, pelas horas doadas em meu auxílio para que o resultado dessa pesquisa fosse cada dia melhor, e por todo o esforço e dedicação para me ajudar a alcançar esse objetivo e todos os outros.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Obrigada a todos.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Média (cm) e desvio padrão (\pm cm) das medidas craniométricas em capivaras (<i>H. hydrochaeris</i>) nas vistas dorsal e lateral esquerda.....	24
TABELA 2. Média (cm) e desvio padrão (\pm cm) das medidas craniométricas em capivaras (<i>H. hydrochaeris</i>) nas vistas ventral, caudoventral e mandibular lateral.....	25
TABELA 3. Média e desvio padrão dos índices craniométricas de capivaras (<i>H. hydrochaeris</i>).....	25
TABELA 4. Valores de média (mm) e desvio padrão (\pm mm) das medidas craniométricas de oito capivaras (<i>H. hydrochaeris</i>) agrupadas por faixa etária.....	26

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Imagens fotográficas dos pontos para a medição craniométrica realizada nos crânios de capivaras nas vistas dorsal (a) e lateral esquerda (b). AC: altura do crânio (do parietal ao básico). ADO: altura diagonal da órbita (frontolacrimar ao processo zigomático do osso temporal). AFZ: altura do frontal ao zigomático. AO: altura da órbita. AZ: altura máxima do zigomático. CC: comprimento do crânio (do ínio ao próstio). CF: comprimento do focinho (processo nasal do incisivo à extremidade rostral do osso incisivo). CIN: comprimento do frontal (sutura frontoparietal ao processo nasal do incisivo). CN: comprimento do neurocrânio (do ínio ao násio). CN1: comprimento nasal medial (processo medial do nasal ao processo frontal do nasal). CN2: comprimento nasal lateral (processo lateral do nasal ao processo nasal do incisivo). CP: comprimento parietal (sutura frontoparietal medial ao occipital). CV: comprimento do viscerocrânio (do násio ao próstio). LMF: largura máxima do frontal. LN: largura máxima do neurocrânio (máxima parietal). MMN: largura mínima do frontal.....**11**

FIGURA 2. Imagens fotográficas dos pontos para a medição craniométrica realizada nos crânios de capivaras nas vistas ventral (a), caudoventral (b) e lateral da mandíbula (c). AFM: altura do forame magno. ATO: altura do triângulo occipital (do ínio ao básico). CBC: comprimento da base do crânio (do básico ao próstio). CCB: comprimento condilobasal (dos côndilos ao próstio). CCE: comprimento do côndilo occipital. CD: comprimento do diastema (máximo do osso incisivo à base do pré-molar). CID: comprimento da incisura dorsal (da incisura ao básico). CM: comprimento da mandíbula. LCO: largura máxima entre os côndilos occipitais. LFM: largura máxima do forame magno. LFP: largura fronto-parietal. LIM: largura intermaxilar (lateral aos terceiros molares). LPC: largura máxima entre os processos paracondilares. LZ: distância máxima interzigomática. M12: comprimento dos molares 1 e 2. M3: comprimento do terceiro molar. M3L: largura máxima do terceiro molar. M3M: largura mínima do terceiro molar. ML: comprimento dos molares. PAL: comprimento do palato. PBI: largura da base do incisivo. PM: largura do incisivo.....**12**

FIGURA 3. Imagem fotográfica na vista lateral esquerda (a), reconstrução 3D (b), imagem radiográfica (c) e corte sagital da reconstrução tomográfica 3D (d) do crânio de capivara (*H. hydrochaeris*). 1. Corpo do osso incisivo; 2. Osso incisivo; 3. Osso nasal; 4. Osso lacrimal; 5. Osso frontal; 6. Forame óptico; 7. Forame órbita-redondo; 8. Osso parietal; 9. Osso occipital; 10. Dente incisivo superior; 11. Dente incisivo inferior; 12. Osso

maxilar; 13. Forame mental; 14. Crista lateral; 15. Forame maxilar; 16. Processo zigomático do maxilar; 17. Forame lacrimal; 18. Forame etmoidal; 19. Osso zigomático; 20. Forame alar rostral; 21. Processo zigomático do temporal; 22. Fossa massetérica; 23. Crista massetérica; 24. Bula timpânica; 25. Osso temporal; 26. Meato acústico externo; 27. Processo angular; 28. Nasoturbinados; 29. Cavidade nasal; 30. Etmoturbinados; 31. Seio frontal; 32. Protuberância occipital externa; 33. Mandíbula; 34. Dente pré-molar; 35. Primeiro molar; 36. Segundo molar; 37. Terceiro molar; 38. Cêndilo occipital; 39. Atlas; 40. Lâmina perpendicular do osso etmoide; 41. Lâmina crivosa do osso etmoide; 42. Basisfenóide; 43. Arco zigomático.....**20**

FIGURA 4. Imagem fotográfica ventral (a; c), dorsal (b) e radiografia dorsoventral (d) do crânio de capivara (*H. hydrochaeris*). 1. Incisivo superior; 2. Forame interincisivo; 3. Vômer; 4. Forame incisivo; 5. Osso maxilar; 6. Crista palatina; 7. Osso palatino; 8. Osso pré-esfenoide; 9. Osso pterigoide; 10. Osso basisfenoide; 11. Bula timpânica; 12. Cêndilo do occipital; 13. Protuberância occipital externa; 14. Processo zigomático do osso maxilar; 15. Osso zigomático; 16. Processo zigomático do osso temporal; 17. Fossa mandibular; 18. Processo paracondilar; 19. Forame magno; 20. Osso occipital; 21. Processo alveolar do osso incisivo; 22. Processo medial do osso nasal; 23. Processo lateral do osso nasal; 24. Osso nasal; 25. Osso incisivo; 26. Processo nasal do incisivo; 27. Osso lacrimal; 28. Osso frontal; 29. Osso parietal; 30. Osso occipital; 31. Processo frontal do nasal; 32. Processo nasal do frontal; 33. Fossa temporal; 34. Incisivo inferior; 35. Sínfise intermandibular; 36. Mandíbula; 37. Processo angular da mandíbula.....**21**

FIGURA 5. Imagem fotográfica caudal (a) e reconstrução da TC 3D (b) do crânio de capivara (*H. hydrochaeris*). 1. Protuberância occipital externa; 2. Parte lateral do osso occipital; 3. Cêndilo occipital; 4. Processo paracondilar; 5. Escama occipital; 6. Lâmina crivosa do etmoide; 7. Forame magno; 8. Atlas.....**22**

FIGURA 6. Imagem fotográfica dorsal (a), lateral esquerda (b), craniolateral direita (c) e mediocaudal (d) da mandíbula de capivara (*H. hydrochaeris*). 1. Incisivo inferior; 2. Sínfise intermandibular; 3. Pré-molar; 4. Primeiro molar; 5. Segundo molar; 6. Terceiro molar; 7. Cêndilo mandibular; 8. Processo angular; 9. Crista lateral; 10. Processo coronoide; 11. Fossa pterigoide; 12. Forame mental; 13. Incisura sigmoide; 14. Processo pós-condilar; 15. Incisura angular; 16. Fossa massetérica; 17. Corpo da mandíbula; 18. Forame mandibular; 19. Angulação dentária.....**23**

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	4
ARTIGO CIENTÍFICO.....	7
REVISÃO DE LITERATURA.....	36
1. A espécie <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	36
2. Estudos anatômicos de <i>H. hydrochaeris</i>	38
3. Estudos craniométricos em animais	42
4. Estudos imaginológicos em animais	43
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	52

PEREIRA, F.M.A.M. Estudo do crânio de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Craniometria, radiografia e tomografia computadorizada 3D. Botucatu, 2019. 61 p. Dissertação (Mestrado em Animais Selvagens – Clínica Cirúrgica, Saúde e Meio Ambiente) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Os estudos anatômicos aplicados ao conhecimento médico veterinário, como às áreas de cirurgia, anestesia e diagnóstico por imagem são cruciais para uma correta avaliação e abordagem do animal. As capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), os maiores roedores do mundo, são mamíferos encontrados em todo o território brasileiro. Devido a sua ampla distribuição, necessitam-se descrições detalhadas sobre a espécie, dentre elas sobre sua anatomia craniana. Este estudo visou identificar as estruturas cranianas de capivaras em peças anatômicas e imagens radiológicas. Foram utilizados oito crânios e duas cabeças descongeladas para a identificação osteológica, radiográfica e tomográfica das suas estruturas. Foram realizadas medidas craniométricas para as diferentes partes do crânio e calculados os índices cefálicos. O crânio da capivara pode ser dividido em uma parte cranial (neurocrânio) e uma parte facial (viscerocrânio). As capivaras apresentaram um crânio mais robusto e retangular, alongado rostro-caudalmente, adelgado na região nasal e levemente convexo na região parietal. O arco zigomático é expandido e largo, a órbita possui um formato circular, o forame infraorbital é bastante desenvolvido, os meatos acústicos externos e as bulas timpânicas são relativamente pequenos e os processos paracondilares são grandes. Estas características anatômicas são compatíveis com o hábito alimentar e com o modo de vida semi-aquático das capivaras, o que pode ser comparado com características reportadas para animais de hábitos similares. A imagem radiográfica permitiu identificar estruturas como o seio frontal, ao passo que a reconstrução tomográfica 3D foi essencial para se ter uma visualização de forma espacial do crânio da capivara.

Palavras-chave: anatomia, caviomorfo, osteologia, roedor, tomografia computadorizada

PEREIRA, F.M.A.M. Study of skull in the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Craniometry, Radiography, and 3D Computed Tomography. Botucatu, 2019. 61 p. Dissertação (Mestrado em Animais Selvagens – Clínica Cirúrgica, Saúde e Meio Ambiente) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

The anatomical studies applied to veterinary medical knowledge, such as the areas of surgery, anesthesia and diagnostic imaging are pivotal for a correct evaluation and approach of the animal. The capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), the largest rodents of the world, are mammals found throughout the Brazilian territory. Despite their wide distribution, detailed descriptions about the species are needed, among them about their cranial anatomy. This study aimed to identify the cranial structures in skulls and radiological images in the capybaras. Eight skulls and two thawed heads were used for the osteological, radiographic and tomographic identification of their structures. Craniometric measurements were performed for the different parts of the skull and the cephalic indexes were calculated. The skull of the capybara can be divided into a cranial part (neurocranium) and a facial part (viscerocranium). The capybaras had a more robust and rectangular skull, elongated face-caudally, thinned in the nasal region and slightly convex in the parietal region. The zygomatic arch is expanded and wide, the orbit has a circular shape, the infraorbital foramen is well developed, external acoustic meatus and tympanic bullae are relatively small and the paracondillar processes are large. These anatomical characteristics are compatible with the eating habit and semi-aquatic life of capybaras, which can be compared with characteristics reported for animals of similar habits. The radiographic image allowed to identify structures such as the frontal sinus, whereas 3D tomographic reconstruction was essential to have a spatial view of the skull of the capybara

Key words: anatomy, caviomorph, osteology, rodent, computed tomography

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) é um mamífero de grande porte pertencente à ordem Rodentia, subordem Hystricognathi, e família Caviidae. É considerado o maior roedor do mundo, pesando em média 50 kg e medindo cerca 1 m de comprimento e 0,5 m de altura. São animais semiaquáticos, herbívoros, de hábitos sociais gregários e territorialistas (1–4). Apresentam o corpo arredondado, com uma curvatura moderada na coluna vertebral, cauda vestigial, membros curtos em relação ao seu volume corporal, possuindo membranas interdigitais nos mesmos, pescoço curto e volumoso, cabeça grande e focinho obtuso, lábios superiores fendidos (1,5) pelagem longa, espessa e abundante com uma coloração variando de castanho-avermelhada a cinzenta (6) e olhos, narinas e orelhas localizados em um mesmo plano, na porção superior da cabeça (1,5).

Estudos anatômicos têm um papel fundamental no conhecimento biológico de espécies selvagens, podendo ser empregados nas áreas de fisiologia, ecologia, taxonomia, clínica, cirurgia, dentre outras. Estudos mais aprofundados a respeito da anatomia de capivaras vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos, porém há ainda escassez de informação. Existem estudos publicados descrevendo as características anatômicas do esqueleto axial (7–14), apendicular (15–21), trato gastrointestinal (22–30), olho (31–33), cérebro (34,35), ouvido (10), e sistemas olfatório (36), reprodutor (37), respiratório (38,39) e circulatório (40–43).

A craniometria, um estudo morfométrico focado nas estruturas que compõem o crânio dos animais, é utilizada como parâmetro de classificação e diferenciação em análises antropológicas, evolutivas, raciais, taxonômicas (44) e de flutuações morfológicas intraespecíficas (45–47). Tradicionalmente, a medição das estruturas cranianas era realizada exclusivamente de forma manual, necessitando de peças de cadáveres e de várias manipulações desses objetos. Contudo, falhas na correta discriminação dos pontos de referência ou possíveis alterações morfológicas nos crânios estudados podem levar a erros nos valores obtidos, oferecendo um entrave considerável na caracterização dos mesmos (48). Diferentes modalidades de imagem foram incorporadas às análises craniométricas com o intuito de oferecer menor erro e maior reprodutibilidade (47–50).

Com o advento da radiologia (51) e das demais modalidades de imagem, como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, a identificação e avaliação de estruturas internas dos animais tornou-se mais prática e corriqueira (4,49,50). O exame radiográfico apresenta-se como uma alternativa que oferece um bom custo-benefício na avaliação e diagnóstico de estados hígidos ou alterados. Ele é aplicado, sobretudo, na avaliação do sistema esquelético e, em menor proporção, em tecidos moles. Todavia, a identificação e avaliação precisa dos ossos do crânio é impraticável com essa técnica por causa da sobreposição óssea verificada e da impossibilidade, muitas vezes, de se distinguir diferentes estruturas (4,52). A tomografia computadorizada mostra-se como uma alternativa superior para visualização e análise da morfologia craniana, sendo especialmente útil em estudos anatômicos (4,31,48,52,53).

Com a premissa da importância de pesquisas envolvendo a anatomia de animais silvestres, principalmente por ser considerada uma ciência de base para o conhecimento científico e clínico sobre as mais diversas espécies animais, e considerando a relevância das tecnologias de imagem nas áreas morfológica em medicina de animais selvagens, este estudo visa reconhecer as estruturas cranianas de capivaras (*H. hydrochaeris*) em peças anatômicas, imagens radiográficas e tomográficas. Primeiramente, será apresentado o artigo científico, com maiores informações sobre a metodologia, os achados e a discussão, seguido da revisão bibliográfica relacionada ao tema proposto.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Nogueira-Filho SLG. Manual de criação de capivaras. Viçosa: Centro de Produções Técnicas; 1996.
2. Pachaly JR, Acco A, Lange RR, Nogueira TM, Nogueira MF, Ciffoni EM. Ordem Rodentia (Rodents). In: Biology, medicine and surgery of south american wild animals. Iowa: Iowa State University Press; 2001.
3. Rodrigues MV. Aspéctos ecológicos e controle reprodutivo em uma população de capivaras sinantrópicas no campus da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG [Tese (Doutorado)]. [Departamento de Medicina Veterinária]: Universidade Federal de Viçosa; 2013.
4. Cubas Z, Silva JC, Catão-Dias JL. Tratado de Animais Selvagens. 2º ed. São Paulo: Roca; 2014.
5. Antonucci AM, Ribeiro TS. Criação comercial de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Brazil. Arch Zootec. 2014;63(R):189–98.
6. Bonvicino CR, Oliveira JA, D’Andrea PS. Guia de roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos. Rio de Janeiro: Centro Pan Americano de Febre Aftosa-OPAS/OMS; 2008.
7. Aeschbach M, Carrillo JD, Sánchez-Villagra MR. On the growth of the largest living rodent: Postnatal skull and dental shape changes in capybara species (*Hydrochoerus* spp.). Mamm Biol. 2016;81(6):558–70.
8. Bode FF, Fernández JA, Cao JA, Resoagli JM. Descripción del esqueleto axial del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Rev Vet. 2013;24(1):44–6.
9. Hautier L, Lebrun R, Cox PG. Patterns of covariation in the masticatory apparatus of hystricognathous rodents: implications for evolution and diversification. J Morphol. 2012;273(12):1319–37.
10. Kerber L, Sánchez-Villagra MR. Morphology of the middle ear ossicles in the rodent perimys (Neopiblemidae) and a comprehensive anatomical and morphometric study of the phylogenetic transformations of these structures in caviomorphs. J Mamm Evol. 2018;1–16.
11. Kihara MT, Rocha AS de S, Santos CCC, Fechis ADS, Alves ACA, Sasahara TH de C, et al. Anatomoradiographic description of the capybara’s teeth (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Acta Sci Vet. 2019;47(0):1624.
12. Márquez S, Pagano AS, Schwartz JH, Curtis A, Delman BN, Lawson W, et al. Toward understanding the mammalian zygoma: Insights from comparative anatomy, growth and development, and morphometric analysis. Anat Rec. 2017;300(1):76–151.
13. Pilleri G, Pilleri O. Craniometric considerations on the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from the llano of Apure, Venezuela. Mammalia. 1984;48(1):81–84.
14. Wilson LAB, Sánchez-Villagra MR. Heterochrony and patterns of cranial suture closure in hystricognath rodents. J Anat. 2009;214(3):339–54.
15. Araújo FAP, de Sesoko NF, Rahal SC, Teixeira CR, Müller TR, Machado MRF. Bone morphology of the hind limbs in two caviomorph rodents. Anat Histol Embryol. 2013;42(2):114–23.
16. Brombini GC, Rahal SC, Schimming BC, Santos IFC, Tsunemi MH, Mamprim MJ, et al. Radiological and osteological study of the pelvic limbs in free-ranging capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Anat Histol Embryol. 2018;47(3):239–49.

17. Candela AM, Muñoz NA, García-Esponda CM. The tarsal-metatarsal complex of caviomorph rodents: Anatomy and functional-adaptive analysis. *J Morphol.* 2017;278(6):828–47.
18. Fioretto ET, Castro MF de S, Guidi WL, Mainardi R, Souza RR de, Ribeiro A a. CM. Gross anatomic organization of the capybara's (*Hydrochoerus hydrochaeris*) Brachial Plexus. *Anat Histol Embryol.* 2003;32(3):169–74.
19. García-Esponda CM, Candela AM. Hindlimb musculature of the largest living rodent *Hydrochoerus hydrochaeris* (Caviomorpha): Adaptations to semiaquatic and terrestrial styles of life. *J Morphol.* 2016;277(3):286–305.
20. Rocha-Barbosa O, Loguercio MFC, Renous S, Gasc J-P. Comparative study on the forefoot and hindfoot intrinsic muscles of some cavioida rodents (Mammalia, Rodentia). *Zoology.* 2007;110(1):58–65.
21. Weisbecker V, Schmid S. Autopodial skeletal diversity in hystricognath rodents: Functional and phylogenetic aspects. *Mamm Biol.* 2007;72(1):27–44.
22. Bressan MS, Fonseca CC, Menin E, Paula TAR de. Aspectos anátomo-histológicos e neuroendócrinos do ceco da capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766 (Mammalia, Rodentia). *Arq Ciênc Veterinárias E Zool UNIPAR.* 2008;8(2):197–203.
23. Freitas NL de, Paula MC de, Peri SHV, Ferraz RH dos S. Morfologia do intestino delgado de capivara - *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766). *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2008;45(2):122–30.
24. Moraes PT de B, Pacheco MR, Souza WM de, Silva RAD, Neto PBS, Barreto CS de F, et al. Morphological aspects of the capybara stomach (*Hydrochoerus hydrochaeris*): Gross and microscopic structure. *Anat Histol Embryol.* 2002;31(6):362–6.
25. Moraes PT de B, Machado de Souza W, Bezerra da Silva Neto P, Siqueira de Figueiredo Barretto C, Ribeiro AACM. The muscular organization of the stomach of Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): an architectural view. *Ann Anat - Anat Anz.* 2005;187(1):51–6.
26. Oshio LT, Bressan MS, Fonseca CC, Paula TAR de, Neves MTD das. Aspectos biométricos corporais e dos intestinos da capivara *Hydrochoerus hydrochaeris*, com ênfase no desenvolvimento do ceco. *Biotemas.* 2004;17(2):177–90.
27. Rodrigues SS, Fonseca CC, De Paula TAR, Peixoto JV. Aspectos biométricos corporais e do intestino delgado da capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766 (Mammalia, Rodentia, Hydrochaeridae). *Biotemas.* 2006;19(3):79–86.
28. Souza WM de, Souza NTM de, Carvalho RG de, Correa CN. Arrangement of hepatic artery in capybara (*Hydrochaerus hydrochaeris*). *Ciênc Rural.* fevereiro de 2007;37(1):141–5.
29. Vazquez N, Senos R, Senos R. Anatomy of the gross intestine of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Am J Anim Vet Sci.* 2012;7(2):92–5.
30. Watanabe I-S, Dos Santos Haemmerle CA, Dias FJ, Cury DP, Da Silva MCP, Sosthines MCK, et al. Structural characterization of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) tongue by light, scanning, and transmission electron microscopy. *Microsc Res Tech.* 2013;76(2):141–55.
31. Hirota IN, Alves LS, Gandolfi MG, Félix M, Ranzani JJT, Brandão CVS. Tomographic and anatomical study of the orbit and nasolacrimal duct in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*-Linnaeus, 1766). *Anat Histol Embryol.* 2018;47(4):298–305.
32. Montiani-Ferreira F, Truppel J, Tramontin MH, Vilani RGD, Lange RR. The capybara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. *Vet Ophthalmol.* 2008;11(6):386–94.

33. Fernandez JR-R, Dubielzig RR. Ocular comparative anatomy of the family Rodentia. *Vet Ophthalmol.* 2013;16(s1):94–9.
34. Campos GB, Welker WI. Comparisons between brains of a large and a small hystricomorph rodent: capybara, *Hydrochoerus* and guinea pig, *Cavia*. Neocortical projection regions and measurements of brain subdivisions. *Brain Behav Evol.* 1976;13(4):243–66.
35. Branco ER, Guimarães A, Miglino MA, Didio LJA, Jr RN, Souza WM de. Pesquisa anatômica da glândula pineal em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Braz J Vet Res Anim Sci.* 1997;34(4):191–5.
36. Suárez R, Santibáñez R, Parra D, Coppi AA, Abrahão LMB, Sasahara THC, et al. Shared and differential traits in the accessory olfactory bulb of caviomorph rodents with particular reference to the semiaquatic capybara. *J Anat.* 2011;218(5):558–65.
37. Fernandez DS, Ferraz RHS, Melo APF, Rodrigues RF, Souza WM. Histological analysis of urethral glands of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Pesqui Veterinária Bras.* 2010;30(4):373–7.
38. Citrângulo M, Ribeiro AACM, Moraes PT de B, Machado MRF. Lobação e vascularização arterial do pulmão da capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Arq Ciênc Veterinárias E Zool UNIPAR.* 2001;4(2):119–27.
39. Moreto AO, Oliveira FD, Bertassoli BM, Assis Neto AC. Morfologia comparada do aparelho respiratório de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Pesqui Veterinária Bras.* 2017;37(3):269–77.
40. Magariños L, Benech A, Vazquez N, Pérez W. Aspectos macroanatómicos del corazón del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Int J Morphol.* 2018;36(1):235–42.
41. Tenani SC, Melo APF de, Rodrigues RF. Estudo da vascularização arterial em corações de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* - Carleton, M. D. 1984). *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2010;47(3):203–7.
42. Germinaro A, Branco ER, Miglino MA, Didio LJA, Souza WM de. A segmentação arterial do baço da capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Braz J Vet Res Anim Sci.* 1997;34(4):196–202.
43. Steele C, Fioretto ET, Sasahara THC, Guidi WL, de Lima AR, Ribeiro AACM, et al. On the atrophy of the internal carotid artery in capybara. *Cell Tissue Res.* 2006;326(3):737–48.
44. Sonet G, Colyn M, Verheyen E, Nagy ZT, Wendelen W, Rompaey HV, et al. Afrotropical forest-dwelling mongooses (Mammalia: Herpestidae: Crossarchus) investigated by craniometry and mitochondrial DNA. *J Zool Syst Evol Res.* 2014;52(4):323–30.
45. Huson LW, Page RJC. Multivariate geographical variation of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Wales. *J Zool.* 1980;191(4):453–9.
46. Landre P, Lapointe F. Within-population craniometric variability of insular populations of deer mice, *Peromyscus paniculatus*, elucidated by landscape configuration. *OIKOS.* 2001;95(1):136–46.
47. Andreis ME, Polito U, Veronesi MC, Faustini M, Giancamillo MD, Modena SC. Novel contributions in canine craniometry: Anatomic and radiographic measurements in newborn puppies. *PLOS ONE.* 2018;13(5):e0196959.
48. Neves LP. Medidas e detecção de morfologia para craniometria usando modelos 3D [Dissertação (Mestrado)]. [Departamento de Eletrônica, Telecomunicações e Informática]: Universidade de Aveiro; 2014.

49. Goodenough AE, Smith AL, Stubbs H, Williams R, Hart AG. Observer variability in measuring animal biometrics and fluctuating asymmetry when using digital analysis of photographs. *Ann Zool Fenn.* 2012;49(1–2):81–92.
50. Parés-Casanova PM. Mandibular allometry in *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Hydrocherinae, Caviidae). *Papéis Avulsos Zool.* 2017;57(35):451–7.
51. Finlay LM. Craniometry and cephalometry: a history prior to the advent of radiography. *Angle Orthod.* 1980;50(4):312–21.
52. Thrall DE. *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology.* Missouri: Elsevier; 2018.
53. Batista UC, Joaquim AF, Fernandes YB, Mathias RN, Ghizoni E, Tedeschi H. Computed tomography evaluation of the normal craniocervical junction craniometry in 100 asymptomatic patients. *Neurosurg Focus.* 2015;38(4):E5.
54. Patton JL, Pardiñas UFJ, D’Elía G. *Mammals of South America - Rodents.* Vol. 2. Chicago: The University of Chicago Press; 2015.
55. Álvarez A, Perez SI, Verzi DH. Ecological and phylogenetic dimensions of cranial shape diversification in South American caviomorph rodents (Rodentia: Hystricomorpha). *Biol J Linn Soc.* 2013;110(4):898–913.
56. Felix GA. Comportamento alimentar e qualidade de carne de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) de vida livre, em áreas agrícolas [Dissertação (Mestrado)]. [Departamento de Zootecnia]: Universidade Federal de Grande Dourados; 2012.
57. Alho CJR, Campos ZM, Gonçalves HC. Ecologia de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Rodentia) do pantanal: - II Atividade, sazonalidade, uso do espaço e manejo. *Rev Bras Biol.* 1987;47(1):99–110.
58. Vargas FC, Vargas SC, Moro MEG, Silva V, Carrer CRO. Monitoramento populacional de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) em Pirassununga, SP, Brasil. *Ciênc Rural.* 2007;37(4):1104–8.
59. Macdonald DW. Dwindling resources and the social behaviour of Capybaras, (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Mammalia). *J Zool.* 1981;194(3):371–91.
60. Pinto GRM. Contagem de fezes como índice de abundância de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) [Dissertação (Mestrado)]. [Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”]: Universidade de São Paulo; 2003.
61. Cao JA, Bode FF, Resoagli JM, Millán SG. Linfocentros de la cavidad torácica del carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Linnaeus 1766). *Rev Vet.* 2011;22(2):139–40.
62. Jensen-Jarolim E. *Comparative Medicine: Anatomy and Physiology.* Austria: Springer; 2014.
63. Akers R, Denbow D. *Anatomy and Physiology of Domestic Animals.* Iowa: John Wiley & Sons; 2013.
64. Robertson J. Investigating human evolution using digital imaging and craniometry. 2007;69(3):e.37-41.
65. Anderson K, Perrin C. Thinking with the head. *J Cult Econ.* 2016;2(1–2):83–98.
66. Dechow PC. Estimation of body weights from craniometric variables in baboons. *Am J Phys Anthropol.* 1983;60(1):113–23.
67. Pagel J, Blem C. Prediction of body weights of small mammals from skull measurements. *Acta Theriol (Warsz).* 1984;29(31):367–81.

68. Markov GG, Kocheva MA, Gospodinova MG. Patterns of sexual dimorphism and phenetic variety among the populations of the Golden Jackal (*Canis aureus*) in Bulgaria: Insights from craniometric data. *Balk J Wildl Res.* 2017;4(1):29–42.
69. Zatoń-Dobrowolska M, Moska M, Mucha A, Wierzbicki H, Dobrowolski M. Variation in fur farm and wild populations of the red fox, *Vulpes vulpes* (Carnivora: Canidae) — Part II: Craniometry. *Can J Anim Sci.* 2017;98(1):84–97.
70. Ozkadif S, Eken E. Craniometric measurements of New Zealand rabbits skull from three-dimensional reconstruction images. *ARC J Anim Vet Sci.* 2016;2(1):9–14.