

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros ungulados
rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) e hipopótamo-
comum (*Hippopotamus amphibius*, Linnaeus, 1768)**

Pedro Leonardo Sangaleti Gallina

Botucatu – SP

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros ungulados
rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) e hipopótamo-
comum (*Hippopotamus amphibius*, Linnaeus, 1768)**

Pedro Leonardo Sangaleti Gallina

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

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming.

BOTUCATU

2022

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

Gallina, Pedro Leonardo Sangaleti.

Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros ungulados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*, Linnaeus, 1768) / Pedro Leonardo Sangaleti Gallina. - Botucatu, 2022

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

Orientador: Bruno Cesar Schimming

Capes: 20604009

1. Rinoceronte branco. 2. Artiodáctilos. 3. Anatomia comparada. 4. Ossos. 5. Osteologia. 6. Extremidade superior.

Palavras-chave: Anatomia comparada; Hipopótamo-comum; Membro torácico; Osteologia; Rinoceronte-branco.

Gallina, P. L. S. **Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros ungulados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*, Linnaeus, 1768). **Dissertação**. Botucatu, 2022. 66 páginas. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, UNESP.**

Comissão Examinadora

PROF. DR. BRUNO CESAR SCHIMMING

Presidente e Orientador

UNESP, campus de Botucatu, São Paulo

PROFA. DRA. FERNANDA MESQUITA SERVA

Membro

UNIMAR, Marília, São Paulo

PROFA. DRA. LETÍCIA ROCHA INAMASSU

Membro

UNESP, campus de Botucatu, São Paulo

Data da Defesa: 12 de dezembro de 2022.

MINI BIOGRAFIA DO AUTOR:

Pedro Leonardo Sangaleti Gallina, filho de Manoel Jesus Gallina, policial militar (*in memorian*), e Terezinha Silvia Sangaleti Gallina, do lar, irmão de Tatiane e Letícia. Desde o início de sua graduação em Medicina Veterinária pela Universidade de Marília, teve afinidade com a pesquisa científica, docência e os animais selvagens, tendo dezenas de publicações em anais da universidade sobre o assunto e experiência como monitor nas disciplinas de Fisiologia Animal, Nutrição Animal e Animais Selvagens. Concluiu a graduação com estágio supervisionado em Anatomia Veterinária Comparada de Vertebrados, e hoje atua como docente de ensino médio na disciplina de Biologia e atendimento clínico e cirúrgico de animais domésticos e selvagens.

DEDICATÓRIA

Dedico essa obra ao meu pai, Manoel Jesus Gallina (*in memoriam*), à minha mãe Terezinha Silvia Sangaleti Gallina, as minhas irmãs Tatiane e Letícia e minhas sobrinhas Amanda e Sophia, aos animais que pude ter a honra de conviver, e trabalhar, e aos alunos que passaram por minha sala de aula.

AGRADECIMENTOS

Com o decorrer de minha vida acadêmica, houveram empecilhos que hoje se tornaram motivos de felicidade ao ver o passado. E poder participar de uma pesquisa científica envolvendo espécies selvagens na qual eu tenho tanto carinho, amor e interesse, me auxiliaram a me tornar um profissional completo naquilo que a ciência, Deus e a energia me permitem executar. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Nada nesse plano é realizado sozinho, viemos para cá com uma missão, e nessa missão ora desviamos, e ora trajamos o caminho certo, e durante essa missão, muitas pessoas fizeram parte para que eu pudesse trabalhar nisso que eu trabalho. Primeiramente eu sou grato ao meu pai Manoel Jesus Gallina (*in memorian*), que nos deixou por um câncer agressivo meses antes de eu concluir esse trabalho, e foi a pessoa que mais me apoiou em minhas decisões, meus planos, e da mesma forma que sei que ele tinha orgulho de mim, eu tenho orgulho de ter visto a esse plano como filho dele, por mais breve que tenha sido o nosso contato, com ele eu soube o significado da palavra paternidade, pois ele me acompanhou desde a matrícula no ensino médio, na graduação, nos meus momentos de doença, de pensamentos de desistência, me acompanhou na matrícula do curso, conheceu comigo o campus da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP de Botucatu, e ainda sei, e sinto que estará comigo em todas as próximas conquistas que vierem que não serão apenas minha, será dele e de minha mãe também. Agradeço à minha mãe Terezinha Sangaleti Gallina, que por mais que o destino lhe deu limitações físicas, nunca houveram limitações de apoio moral, sentimental, amor e orgulho expresso pelos olhos, hoje somos apenas nós e eu sem ela, meu alicerce já estaria no chão, então mais que gratidão, tenho orgulho por me apoiar, por me ouvir mesmo não entendendo muitas coisas que eu falava em termos científicos, me ouvia e me confortava, e até mesmo me aconselhava, orgulho de vir deste ventre;

As minhas irmãs Tatiane Gallina de Abreu e Dra. Letícia Gallina, que por causas maiores, na infância minha suprimam as minhas necessidades de

criança, me motivaram aos estudos, e nunca deixaram de me ofertar amor, carinho e parceria. Eu sou muito grato por ter nascido do mesmo ventre que elas. O Dicionário diz “pessoa a quem alguém se liga para um fim comou ajuda mútua ou a quem se considera unido por sentimentos de fraternidade universal.” Minhas irmãs, são além do que essas palavras podem descrever, elas são seres que me auxiliam a estar vivo até hoje, por mais que houvessem momentos que eu não quis. Além de agradecer minha cunhada, Dra Grazielle Pillon Scapim.

Agradeço a minha irmã Tatiane Gallina de Abreu e meu cunhado Elder Vieira de Abreu, por me presentear com minhas duas sobrinhas-afilhadas Amanda Gallina de Abreu e Sophia Gallina de Abreu, e que um dia eu possa com meu pouco conhecimento, servir de exemplo para elas, pois parte da minha vocação à docência é tentar tornar os jovens pessoas mais instruídas, qualificadas e boas, e minhas sobrinhas, o que já são isso, além de sinônimo de amor, carinho, paixão, fraternidade e família.

Ao restante da família, houve um apoio indescritível aos meus tios Luiz Antônio Gallina e Ana Maria Ribeiro Gallina, que foram e são fiadores da minha graduação, ou seja, acreditaram em mim desde o momento do egresso. Às minha tia Neuza Maria Gallina Sangaleti, meu tio Carlos Roberto Sangaleti (*in memorian*) que desde a infância me lembro do carinho, amor, dedicação, e conexão de alma com os animais que ele o tutelava, e aqueles que não tutelava mas de alguma forma ajudava, e logo que me formei, sempre me consultou mostrando confiança no meu saber, e minha tia Alcione Aparecida Gallina onde os animais são presentes, família, apoio, companhia, e muitas vezes porto seguro, aprendi a tratar todos os meus pacientes com o amor que ela possui com os dela, e com a Tia Neuza Sangaleti Gallina, que me literalmente me vestiram conforme as normas dos laboratórios de reprodução, anatomia, clínica e cirurgia mandavam, além do apoio, confiança e orgulho que sempre transmitiram. Ao meu tio Gabriel Ângelo Sangaleti, tia Cleuza Andreolli Sanagaleti, e meu primo Deividi Sangaleti e a sua esposa Fernanda Sangaleti, por sempre terem orgulho de mim, por mais que não houvesse a verbalização. Aos meus Padrinhos que são mais que família, Rosa Paes

Ferreira e Saturnino Ferreira, por participarem ativamente de minha vida acadêmica, principalmente quando eu necessitava de auxílio com a produção animal, e por fim, meu tio Cyro Siriani Filho, por todo companheirismo, afeto e presença, e mesmo tendo médicos veterinários na família, eu era o consultado, e nada mais representa apoio e orgulho do que isso.

Sem deixar de agradecer aqueles que por motivos maiores não estão aqui, mas sei que de onde estiverem, estão me vendo e apoiando, meus avós paternos, Universo Gallina e Neuza Ruis Galli, e meus avós maternos, Hermínio Sangaleti e Malvina Caçador Sangaleti (*in memoriam*)

Não posso deixar de agradecer, aos mestres que me apoiaram e me guiaram até aqui na graduação na UNIMAR – Universidade de Marília, sou grato ao Prof. Dr. Rodolfo Cláudio Spers, na área de nutrição animal, sempre foi como um orientador-pai para mim, uma inspiração de docência, coordenou minha monitoria em nutrição animal por dois anos, participamos de congressos internacionais importantes, sem falar de inúmeras publicações. Um ser humano, de bondade e de respeito, e que sempre com muita energia indescritível, aceitava me ajudar, orientar e trabalhar por mais que minhas pesquisas fugissem da área dele, hoje, como ele mesmo diz, estamos juntos, e para sempre estaremos. Profa. Dra. Cláudia Repetti, a melhor cirurgiã veterinária que existe que eu venha a conhecer, dona de uma didática invejável, e uma paciência e maestria que Deus lhe presenteou e ela soube usufruir, e como o Prof. Rodolfo, não tendo minha pesquisa na mesma área que ela, sempre foi aberta a me auxiliar, me aceitar como monitor pioneiro de Animais Selvagens e até hoje confia em mim para ministrar aula para seus alunos. Quando senti necessidade por conta de doença de me ausentar da Medicina Veterinária, foi dentro de um centro cirúrgico, que eu vi os olhos de Cláudia marejados ao me ver, e senti naquilo que ela ficou orgulhosa, ou feliz, em que ali eu havia regressado.

Ao Prof. Dr. Marcílio Félix, o docente que eu tive a primeira aula na minha graduação em anatomia animal, na época ainda morfologia animal. Um homem de um conhecimento imensurável, implacável, da mesma forma que é sua

compaixão para com os seus orientados e alunos, com ele, realizei meu estágio curricular, e com toda boa vontade do mundo, aceitou que meu trabalho fosse sobre animais selvagens, por mais que não fosse sua zona de conforto, e durante esse estágio curricular, o Prof. Marcílio estava findando o seu doutorado em neuroanatomia bovina, onde pude, de forma osmótica aprender como é uma pesquisa científica, e como o caminho da minha vida, era seguir esses passos. Ao Marcílio eu tenho muita gratidão à orientação, apoio, afeto e companhia num momento que eu estava desolado. Além de todos os outros professores que me formaram na graduação de forma positiva: Prof. Dr. Fábio Manhoso (coordenador do curso de Medicina Veterinária – UNIMAR), Profa. Dra. Milena Friolani - oftalmologista, Prof. Dr. Rodrigo Prevedello - cardiologista, Prof. Dr. Paulo Scorsato – ortopediasta e neurologista, Profa. Dra. Elma Polegato – Inspetora de alimentos e bioética, Profa. Me. Melissa Campitelli, nos auxiliando em animais selvagens no Bosque Municipal e Profa. Dra. Leticia Peternelli – cavinocultura e equideocultura além de reprodução, cirurgia e clínica, que mesmo sabendo desde de o início as minhas dificuldades com equino, teve a paciência de me fazer aprender com toda calma e paciência. Além dos docentes presentes na sala de aula, ou em práticas, agradeço a gestão do Hospital Veterinário, a Polícia Ambiental por me encaminhar pacientes e a Reitoria da UNIMAR, Profa. Dra. Fernanda Mesquita Serva, que sempre foi muito solícita a atender os discentes, sempre com um sorriso em seu rosto, pela sua compreensão e pelo apoio e felicidade em ver “as crias” da Universidade, se formando e tendo êxito na profissão, independente do curso.

Ao Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming, meu orientador, não há gratidão e agradecimentos que possam ser expressos em palavras, pois desde o aceite à minha pesquisa com animais de fauna exótica, com muitos desafios, foi totalmente compreensível com os motivos do que eu queria pesquisar e entender o meu afeto às espécies estudadas. Professor Bruno além de orientador, foi compreensivo quando houve a doença e o falecimento de meu pai, e sempre pronto a me ajudar, auxiliar e facilitar minha carreira acadêmica. Além de um orientador, professor, é um ser humano iluminado por Deus e que muda a vida de muitas pessoas, inclusive a minha.

E sem mais agradeço a toda equipe de profissionais do Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens, Profa. Dra. Valéria Brandão, Prof. Dr. Rodrigo Teixeira, Profa. Dra. Sheila Canevese Rahal, Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira e Prof. Dr. Luiz Catão- Dias. Além do corpo administrativo que sempre esteve pronto para sanar e facilitar nossa vida acadêmica, Sr. Carlos, Cláudio e Milton, dos setores administrativos, e a Profa. Rosemary e Profa. Rosemeire da biblioteca que prontamente me auxiliou na montagem e esquematização desse trabalho.

Agradeço também ao Prof. Dr. Mauricio Candido, do Museu de Anatomia Veterinária da USP, que cedeu o direito das imagens dos esqueletos dos animais utilizados no trabalho, e pela belíssima recepção que tive lá.

Agradeço meus amigos que estiveram prontos em me auxiliar, entender minhas ausências principalmente ao Vitor da Silva Leutério, que foi mais que um amigo, um irmão, ao meu estagiário amigo Gabriel Mihahira França de Sá, que sempre esteve ao lado nos momentos de pesquisa e averiguação, ao João Vitor Martin Corrêa Siqueira, colega pesquisador, Francine Morales, que foram compreensíveis e apoiadores, e aos amigos de longa data, gratidão pela parceria de alma: Dra. Patrícia Soares Campello de Oliveira que além de uma amiga de décadas, sempre foi disponível a aprender comigo nas pesquisas, ou somente estar presente para que eu concluísse algo de forma correta, Dra. Julia Egas Moreira da Silva, Thiago Santos, Arquiteto Raul Carvalho de Batista, Gabriel Baptista, Rafaela Faria Fernandes Ito, João Ricardo Ito, Profa. Ariely dos Santos Polidoro Silva, estagiaria Isabella Tamanini, que correu comigo em várias emergências, com muito aprendizado, e sempre com uma gana de aprender que se todo graduando fosse como ela, a Medicina Veterinária Brasil, seria perfeita, Samira Attilio, João Victor Gonçalves, Bruna Waithman, Estilista Fabiana Cláudia Rastelli Attilio, Dra. Isadora Sornas Rodrigues, Dra. Letícia Lopes, Dra. Marina de Mattos Rubira e Dra. Isadora Mattos Rubira, Lara Meirelles, Leandra Ramos e outros mais.

Não há como escrever um trabalho de pesquisa voltado a ciência animal, sem citar aqueles que me motivaram realmente ao amor pelas espécies do Reino Metazoa, meus animais de companhia domésticos, que desde que nasci,

estiveram presentes em minha vida, minha Dachshund Céci (*in memorian*), meu gato Gordo (*in memorian*) que compartilhou minha adolescência comigo, minha rata Minerva (*in memorian*), meu Schnauzer Theo, e meus gatos que são mais que animais de companhia, são almas amigas que suprem todas minhas necessidades, Nominho que era o amor da minha vida de outra espécie (*in memorian*), Alice, Espoleta e Preta – eterna gratidão em poder tutelar, conviver e amar vocês. E o amor pelos animais selvagens daqueles que vieram a ser tutelados pela minha família, como o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) Loro, a corn snake Phoebe (*Pantherophis guttatus*) e a maritaca Sasá (*Psittacara leucophthalma*)(*in memorian*).

Ao longo da minha quase década completa em sala de aula para adolescentes, eu sou grato por ter participado da vida de cada um deles, ter passado um pouco do meu conhecimento biológico, e que muitas vezes, estar com eles, é o que me permitia estar vivo, seja em sala, corredores, conversas ou até mesmo companhia, e ora ver o orgulho de ouvir “farei veterinária pelo senhor”

E por fim, agradeço a todos os tutores que confiaram seus animais a mim, e por todos os animais que eu pude de alguma forma tratar, operar, trabalhar e conviver.

“O amor por todas as criaturas viventes é o mais nobre atributo do homem” (Charles Magel, 1920).

Lista de Figuras

- Figura 1** – MAPA – De Alcanc geográfico - A Lista vermelha de espécies ameaçadas (*Hippopotamus amphibius*) da IUCN – 2020 30
- Figura 2** - MAPA Imagens: A Lista Vermelha de Espécies distribuição geográficado rinoceronte branco (*Ceratotherium simum*) IUCN 2020 41
- Figura 3** –. A) Escápula do hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*). B) Escápula do rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*). 53
- Figura 4** – Úmero de hipopótamo-comum. 54
- Figura 5** – A) Úmero de rinoceronte-branco. 55
- Figura 6** - A) Rádio e ulna de hipopótamo-comum. 55
- Figura 7** - Radio e ulna de rinoceronte-branco do acervo MAV/USP 56
- Figura 8** - A) Ossos carpais, e falanges de hipopótamo-comum. B) Ossos carpais e falanges de rinoceronte-branco. 57

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Mensuração das escápulas dos megamamíferos	51
Tabela 2 – Mensuração dos úmeros dos megamamíferos	52
Tabela 3 – Mensuração das rádios e ulnas dos megamamíferos	52

LISTA DE ANEXOS

1 – Autorização CEUA	63
2 – Autorização Museu De Anatomia Veterinária da USP	64

Gallina, P. L. S. **Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros ungulados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*, Linnaeus, 1768). Dissertação.** Botucatu, 2022. 66 páginas. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, UNESP.

RESUMO

Embora os megaherbívoros não sejam animais da fauna brasileira, eles podem ser encontrados em zoológicos nacionais, o que torna importante o conhecimento da anatomia do aparelho locomotor para contribuir com o cotidiano clínico dos zoológicos e centros de reabilitação veterinária. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever as estruturas anatômicas encontradas nos ossos que aparecem nos membros torácicos de hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*) e rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e compará-las com as estruturas ósseas descritas para outros ungulados. Além disso, mensurações da escápula, úmero, rádio e ulna também foram obtidas. A escápula apresentou um aspecto triangular no hipopótamo-comum, ao passo que no rinoceronte-branco possuía um aspecto retangular. O acrômio foi observado apenas na escápula do hipopótamo-comum. Os úmeros dos dois animais não possuíam o tubérculo intermédio, apenas os tubérculos maior e menor, diferentemente do equino que possui também o tubérculo intermédio. Os dois megamamíferos estudados apresentaram ulna não-incorporada ao rádio e 7 ossos carpais distribuídos em duas fileiras ósseas. O hipopótamo-comum possuía 4 dígitos e 4 ossos metacarpais, enquanto o rinoceronte-branco, possuía 3 dígitos, por isso 3 ossos metacarpais. Embora com algumas diferenças próprias das espécies, a estrutura óssea encontrada nos megaherbívoros estudados, foi semelhante à descrita para outros ungulados domésticos e selvagens. O fato dos ossos estudados pertencerem a esqueletos articulados pertencentes ao acervo de Museu de Anatomia, dificultou a identificação de algumas estruturas anatômicas. Este trabalho pode auxiliar médicos veterinários nos cuidados de saúde óssea, bem-

estar animal e conforto de tais espécies presentes nos parques zoológicos brasileiros.

PALAVRAS-CHAVES: anatomia comparada, hipopótamo-comum, membro torácico, osteologia, rinoceronte-branco,

Gallina, P. L. S. **Bone anatomy of the forelimb in the megaherbivores white rhino (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) and common hippos (*Hippopotamus amphibius*, Linnaeus, 1768).** Dissertation. Botucatu, 2022. 66 pages. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, UNESP.

ABSTRACT

Although megaherbivores do not belong to the Brazilian fauna, they can be found in national zoos, which makes it important to know the anatomy of the locomotor apparatus to contribute to the clinical routine of zoos and veterinary rehabilitation centers. Thus, the aim of this study was to describe the anatomical structures found in the bones that appear in the forelimbs of the common hippo (*Hippopotamus amphibius*) and white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) and to compare them with the bone structures described for other ungulates. In addition, measurements of the scapula, humerus, radius and ulna were also obtained. The scapula had a triangular appearance in the common hippo, whereas in the white rhinoceros it had a rectangular appearance. The acromion was observed only on the scapula of the common hippo. The humerus of the two animals did not have the intermediate tubercle, only the greater and lesser tubercles, unlike the horse which also has the intermediate tubercle. The two megamammals studied had an ulna not incorporated to the radius and 7 carpal bones distributed in two bone rows. The common hippopotamus had 4 digits and 4 metacarpal bones, while the white rhino had 3 digits, hence 3 metacarpal bones. Although with some species-specific differences, the bone structure found in the studied megaherbivores was similar to that described for others domestic and wild ungulates. The fact that the bones studied belong to articulated skeletons belonging to the collection of the Museum of Anatomy made it difficult to identify some anatomical structures. This work can help veterinarians in bone health care, animal welfare and comfort of such species present in Brazilian zoological parks

IMPACTO CIENTÍFICO DO PRODUTO GERADO

O trabalho em questão possui interesse científico basicamente por não haver pesquisa suficiente sobre as espécies pesquisadas, contribuindo para que o manejo clínico, cirúrgico, nutricional, e medicina preventiva possam ser mais eficazes nestas espécies de megaherbívoros. O conhecimento prévio dos membros pode auxiliar em tratamentos ortopédicos, articulares e neurológicos que afetam os membros torácicos dos ungulados selvagens, além de uma forma de estímulo social para os futuros pesquisadores que tenham interesse na área de megamamíferos, fornecendo literatura base para aprofundar os estudos e quantificar a literatura para contribuição de espécies que constam na Lista Vermelha de animais em risco de extinção.

SUMÁRIO

CAPITULO 1	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 Hipopótamos.	22
2.1.1. Biologia dos hipopótamos	24
2.1.2 Anatomia e fisiologia geral dos hipopótamos	25
2.1.3 Nutrição dos hipopótamos	27
2.1.4 Reprodução dos hipopótamos	29
2.1.5 Alcance geográfico dos hipopótamos	29
2.1.6 Habitat e ecologia dos hipopótamos	30
2.2. Rinocerontes	32
2.2.1. Biologia do rinoceronte	32
2.2.2. Anatomia e fisiologia do rinoceronte	34
2.2.3 Nutrição dos rinocerontes	35
2.2.4. Reprodução dos rinocerontes	37
2.2.5. Alcance geográfico dos rinocerontes	40
2.2.6. Habitat e ecologia dos rinocerontes	41
3 – Referências	42
	48
CAPÍTULO 2	
ARTIGO CIENTÍFICO	
Resumo	50
1 - Introdução	50
2 - Materiais e métodos	50
3 – Resultados	51
4 – Discussão	57
6 – Referências	60

Capítulo 1

Considerações iniciais

1. INTRODUÇÃO

Os ungulados são animais pertencentes ao filo dos Cordatos e se caracterizam pela presença do casco com anexo digital. Esses animais se subdividem em duas ordens: os artiodátilos, como o hipopótamo-comum e os bóvidos e, os perissodátilos, como o rinoceronte-branco, a anta e os equídeos (MILLER; FOWLER, 2012).

Os hipopótamos são mamíferos artiodáctilos não ruminantes da família Hippopotamidae. Esta família compreende duas espécies: o hipopótamo-comum (*Hippotamus amphibius*) e o hipopótamo-pigmeu (*Hexaprotodon liberiensis*). Este último possui um tamanho muito menor em comparação com o hipopótamo-comum e é mais raro (PACHALY; MONTEIRO-FILHO, 2014).

Os rinocerontes pertencem à família Rhinocerotidae, a qual possui cinco espécies, sendo duas africanas e três asiáticas. As espécies africanas são os rinocerontes-preto (*Diceros bicornis*) e brancos (*Ceratotherium simum*). As espécies asiáticas são os rinocerontes indianos (*Rhinoceros unicornis*), de Java (*Rhinoceros sondaicus*) e de Sumatra (*Dicerorhinus sumatrensis*). Os rinocerontes habitam savanas, regiões arbustivas e densas florestas em regiões tropicais e subtropicais. Além disso, são ungulados com número ímpar de dedos e que suportam o peso corporal sobre os três dígitos e, diferentemente dos outros perissodátilos, não possuem bolsa gular (MALTA *et al.*, 2014).

Poucos estudos sobre a anatomia de rinocerontes são encontrados na literatura. Pode-se citar, por exemplo, relatos sobre a anatomia do trato genital de rinocerontes machos e fêmeas (SCHAFFER *et al.*, 2001; ZAHARI *et al.*, 2002) e, sobre a formação do chifre (HIERONYMUS; WITMER; RIDGELY, 2006).

Embora os rinocerontes e hipopótamos não sejam animais da fauna brasileira, eles podem ser encontrados em zoológicos nacionais, por isso, se faz importante conhecer a anatomia do aparelho locomotor para subsidiar o cotidiano clínico dos zoológicos e centros de reabilitação veterinária. Assim este estudo tem como objetivo descrever as estruturas

anatômicas encontradas nos ossos que compõem o esqueleto apendicular dos membros torácicos de hipopótamos e rinocerontes e compará-las com as estruturas ósseas descritas para os mamíferos domésticos, visando auxiliar e até mesmo colaborar com tratamentos clínicos, terapêuticos para doenças ortopédicas, podais, casqueamentos e articulares dessas espécies. Visto que pela Lista Vermelha de Conservação Da Natureza (IUNC), são espécies que estão vulneráveis ou em perigo eminente de extinção, a literatura por mais básica, pode auxiliar na medicina preventiva dos mesmos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. HIPOPÓTAMOS

A família Hippopotamidae compreende duas espécies: o hipopótamo-comum (*Hippotamus amphibius*), também chamado de hipopótamo do Nilo, e o hipopótamo pigmeu (*Hexaprotodon liberiensis*), bem menor e muito raro. Os hipopótamos são mamíferos artiodátilos não ruminantes da família Hippopotamidae, que a classificação zoológica tradicional agrupa na subordem Suiformes, juntamente com as famílias Suidae e Tayassuidae. Entretanto, existem propostas taxonômicas que agrupam os hipopótamos na subordem Cetancodonta, juntamente com golfinhos e baleias (PACHALY; MONTEIRO; FILHO, 2014).

O hipopótamo-pigmeu pertence a um género diferente da subfamília Hippopotamidae - hipopotamídeos ou Choeropsis ou Hexaprotodon. Por vezes é usada a subfamília Hippopotaminae. Alguns taxonomistas agrupam ainda os hipopótamos e os antracoterídeos na superfamília Anthracotheroidea. Os Hippopotamidae estão classificados juntamente com outros ungulados com um número par de dedos na ordem Artiodactyla. Outros artiodáctilos incluem os camelos, os bovinos, veados e porcos, ainda que os hipopótamos não estejam relacionados filogenicamente com estes grupos (ELTRINGHAM, 1999).

Há cinco subespécies de hipopótamos descritas com base em diferenças morfológicas: *Hippotamus amphibius amphibius* (hipopótamo-do-Nilo), cuja distribuição ia do Egito, onde estão agora extintos, a sul do Rio Nilo, à Tanzânia e Moçambique; *Hippotamus amphibius kiboko*, que aparece no

Quênia e na Somália e, apresentam narinas mais largas e a zona interorbital mais nitidamente côncava; *Hippotamus amphibius capensis*, sem nome comum conhecido na América, que se distribui da Zâmbia à África do Sul e que possui o crânio mais achatado quando comparado aos demais; *Hippotamus amphibius tschadensis*, que aparece ao longo da África Ocidental até, tal como o nome sugere, ao Chade e, é um pouco mais baixo e com a face mais larga e órbitas proeminentes; *Hippotamus amphibius constrictus*, que aparece em Angola, na região meridional da República Democrática do Congo e na Namíbia, o qual foi assim denominado devido à profunda constrição pré-orbital (MEEIJARD, 2005). Estas subespécies nunca foram amplamente utilizadas ou validadas por biólogos no seu trabalho de campo; as diferenças morfológicas descritas são tão pequenas que podem resultar de uma mera variação em exemplares não representativos (ELTRINGHAM, 1999). Análises genéticas testaram a existência de três destas putativas subespécies. Um estudo que examinou DNA mitocondrial de biópsias da pele extraídas de três localizações de amostragem, consideraram a diversidade genética e sua estrutura entre hipopótamos através do continente. Os autores encontraram alguma diferenciação genética, baixa, mas algo significativa, somente foi encontrado entre as subespécies *H. a. amphibius*, *H.a. capensis*, e *H. a. kiboko*. Nem a subespécie *H. a. tschadensis* nem a *H. a. constrictus* foram testadas (OKELLO; *et al*, 2005).

O hipopótamo-comum é reconhecível pelo seu enorme torso em forma de barril, bocas com grande capacidade de abertura revelando grandes presas caninas, corpo quase glabra (sem pelos), patas em forma de coluna e pelo seu grande tamanho (MARQUES, 200). As patas terminam com quatro dedos distintos com membrana interdigital. Cada dedo assenta no solo pelo seu respectivo casco. Constituem o terceiro maior animal de vida terrestre no que diz respeito ao peso (entre 1½ e 3 toneladas), tem um comprimento, em média, de 3,5 m e uma altura de 1,5m (MARQUES, 2000). O hipopótamo é um dos maiores quadrúpedes e, apesar do seu aspeto entroncado e patas curtas, consegue facilmente ser mais veloz que um ser humano. Há registos de velocidades de 30 km/h atingidas por hipopótamos em curtas distâncias (MARQUES, 2000).

2.1.1. BIOLOGIA DOS HIPOPÓTAMOS

Os hipopótamos estão entre os maiores animais terrestres não extintos; apenas os elefantes e os rinocerontes podem pesar mais. O peso médio para um macho adulto varia entre 1,5 a 1,8 toneladas. As fêmeas são menores e com peso variável em 1,3 e 1,5 toneladas (ELTRINGHAM, 1999). Os machos mais velhos podem ficar ainda maiores, podendo chegar, pelo menos, às 3,2 toneladas, havendo alguns casos registados de mais de 3,6 toneladas. Um hipopótamo mais pesado de que há registo pesava aproximadamente 4,5 toneladas (ZOO WILDLIFE ALLIANCE, 2009). Os machos parecem crescer de forma contínua durante toda a vida, enquanto que as fêmeas atingem o peso máximo com cerca de 25 anos (MARSHALL, 1976).

Os olhos, orelhas e narinas posicionam-se bem na parte superior dos seus crânios, o que pode ser considerado como uma adaptação ao seu estilo de vida semiaquático (que não é partilhado por mais nenhum dos grandes mamíferos terrestres), permitindo-lhes manter estes órgãos acima da superfície da água enquanto o resto do corpo está submerso (posição periscópica) (MARQUES, 2000). O seu corpo em forma de barril está provido de estruturas esqueléticas graviportais (adaptadas ao movimento lento em terra devido ao seu peso) (ELTRINGHAM, 1999) e, a sua gravidade específica permite-lhes afundar o corpo e moverem-se ao longo do leito de um rio (NACIONAL GEOGRAPHIC, 2003).

Os hipopótamos têm pernas curtas (o que é comum a outras espécies da megafauna), já que a água em que vivem grande parte do tempo ajuda a suportar o seu peso. Ainda que sejam animais volumosos e pesados, conseguem galopar a velocidades de 30 km/h em terra, mas, normalmente efetuam apenas o trote. São incapazes de saltar, mas conseguem escalar bancos significativamente escarpados (ESTES, 1992). Apesar de serem semiaquáticos e apresentarem membranas interdigitais, os hipopótamos adultos não são particularmente ágeis a nadar, nem conseguem flutuar. Raramente se encontram em águas mais profundas, mas, sendo o caso, fazem natação por saltos, como as toninhas (ELTRINGHAM, 1999).

2.1.2. ANATOMIA E FISIOLOGIA GERAL DOS HIPOPÓTAMOS

Ao nascerem, os hipopótamos pesam entre 27 e 50 kg e as fêmeas adultas pesam entre 1.200 e 1.700 kg. Já os machos adultos pesam entre 1.200 e 2.500 kg, mas existem indivíduos que chegam a mais de 3.000 kg. A longevidade em zoológicos chega aos 40 anos. A fórmula dental é $2 \times (I \ 2/2, C \ 1/1, PM \ 3 \ a \ 4/3 \ a \ 4, M \ 3/3) = 36 \ a \ 40$ (PACHALY; MONTEIRO FILHO, 2014).

Os dentes caninos são chamados de presas e a contraabrasão os mantém afiados, sendo que o canal radicular geralmente limita-se à raiz e ao terço justagengival da coroa, sendo o restante da coroa composto somente por dentina compacta (PACHALY; MONTEIRO FILHO, 2014). As mandíbulas dos hipopótamos são acionadas por um poderoso masseter e um músculo digástrico bem desenvolvido, sendo que este último entrelaça-se atrás do primeiro, suportando o hioide (KINDONG, 1988).

A articulação dos maxilares é muito recuada, de modo a permitir-lhe que a boca tenha uma abertura de quase 180° (ELTRINGHAM, 1999). No programa televisivo do National Geographic Channel, "Dangerous Encounters with Brady Barr", o Dr. Brady Barr mediu a força da dentada de uma fêmea adulta, tendo obtido 8100 newtons; tentou-se ainda medir a pressão da dentada de um macho adulto, mas a tentativa não foi concretizada devido à agressividade demonstrada pelo macho (BARR, 2008).

Os dentes dos hipopótamos afiam-se a si mesmos ao friccionarem-se uns aos outros. Os caninos e os incisivos inferiores são largos, especialmente no caso dos machos, e têm crescimento contínuo. Os incisivos conseguem atingir 40 cm, enquanto que os caninos podem chegar aos 50 cm (ESTES, 1992). Os caninos e os incisivos são usados para combate não tendo qualquer função significativa na alimentação (KINDONG, 1988).

Utilizam os seus lábios largos e com uma espessa camada córnea para agarrar e puxar as ervas que depois são moídas pelos molares. O mesmo ocorre com os incisivos. As extremidades dos membros dos hipopótamos são providas de quatro dedos, finalizados por garras em vez de cascos, com coxins palmares e plantares macios.

A temperatura retal normal é baixa, variando de 35°C a 35,8°C, e existem

particularidades com respeito à termorregulação. Os animais são providos de uma espessa camada de gordura que atua como isolante térmico e têm hábitos semiaquáticos. Em vida livre passam o dia imersos em água, saindo à noite, quando a temperatura é mais amena, para pastar em áreas próximas às margens dos rios que habitam (PACHALY; MONTEIRO FILHO, 2014).

Apresentam pelos delgados e curtos, distantes uns dos outros e a pele pode ter até 7 cm em algumas partes. A pele grossa e, a densa e espessa camada de tecido adiposo sob a pele, que tem função termorreguladora, dificultam a administração adequada de fármacos por via intramuscular (HASHIMOTO, 1999; SAIKAWA, 2004).

Os hipopótamos não têm glândulas sebáceas como outros mamíferos, mas têm glândulas profundas que liberam uma secreção viscosa de tonalidade marrom avermelhada (HASHIMOTO, 1999; SAIKAWA, 2004). Os ductos dessas glândulas são facilmente vistos como orifícios dispersos por toda pele, em especial no dorso. Esta secreção tem propriedade bactericida e fungicida, e atua na termorregulação e na proteção da pele contra os efeitos do sol. No momento em que é liberada não tem coloração intensa, mas após alguns minutos de exposição ao meio torna-se vermelho alaranjado, passando gradualmente à cor marrom (HASHIMOTO *et al*, 2004).

Ao contrário da maioria dos outros animais semiaquáticos, os hipopótamos têm pouco pelo (KINGDONG, 1988). Protegendo-os de outros hipopótamos ou de predadores. A coloração da parte superior do corpo é roxo-acinzentada a preto-ardósia enquanto que a parte inferior e áreas em volta dos olhos e orelhas podem ser rosa-acastanhadas (KINGDONG, 1988). A sua pele segrega uma substância que funciona como filtro solar natural de cor avermelhada, o que explica que se diga vulgarmente que os hipopótamos suam sangue, ainda que esta substância nem seja sangue nem suor. Esta secreção é inicialmente incolor, tornando-se vermelho-alaranjada em poucos minutos, tornando-se por fim acastanhada. Dois pigmentos distintos foram já identificados na secreção, um vermelho (ácido hiposudórico) e outro cor de laranja (ácido norhiposudórico). Estes dois compostos têm uma elevada acidez. Ambos inibem o desenvolvimento de bactérias patogênicas; além disso, a

absorção de luz dos dois pigmentos situa-se no espectro dos raios ultravioleta, criando um efeito de filtro solar. Todos os hipopótamos, mesmo aqueles com diferentes tipos de dieta, segregam estes pigmentos, pelo que se crê que a alimentação não esteja na origem da sua formação. Estas substâncias são, provavelmente, sintetizadas a partir de prótidos percursores como o aminoácido tirosina (SAIKAWA, 2004) Contudo, estas substâncias não evitam que a pele do hipopótamo se danifique se este se mantiver muito tempo fora de água (JABLONSKI, 2013).

Os hipopótamos são considerados pseudo-ruminantes, tendo um estômago composto com quatro câmaras, mas não fazem a comida voltar à boca, de modo a proceder à ruminação (ELTRINGHAM, 1999). O estômago é compartimentado em quatro câmaras, sendo duas anteriores habitadas por microbiota diversificada, em que ocorre fermentação, uma câmara média, e uma câmara final, glandular, em que acontece a digestão química. Isso faz com que esses animais sejam considerados pseudo-ruminantes, sendo o processo fermentativo fundamental para sua correta nutrição (PACHALY; MONTEIRO FILHO, 2014).

2.1.3. NUTRIÇÃO DOS HIPOPÓTAMOS

Como o próprio nome sugere, o hipopótamo-comum é uma criatura anfíbia, que passa o dia em água e emerge à noite para se alimentar. O hipopótamo usa a água apenas como refúgio e normalmente come vegetação aquática, mas forrageia na grama a distâncias variadas de uma fonte de água. Os hipopótamos dependem de uma variedade de fontes de água, rios, lagos e pântanos, embora sazonalmente o animal possa sobreviver em lamaçais. Os hipopótamos requerem alguma forma de água permanente, especialmente na estação seca, pois sua pele deve permanecer úmida, caso contrário se rachará quando exposta ao ar por longos períodos. A fisiologia da pele é complexa e não totalmente compreendida, mas está claramente adaptado para uma existência anfíbia (SAIKAWA *et al.*, 2004).

Classificados como os maiores herbívoros pseudo-ruminantes fermentadores, entre os ungulados, possui anatomia digestiva única, pois conta

com um estômago policavitário, porém, sem ação ruminal, e, parte intestinal simples, com colón curto e não diferenciado e ceco ausente. O estômago glandular pode ser comparado com o retículo do ruminante, pois apresenta microbiota com alta atividade (SILVA; GALLINA, 2020).

Como a literatura sobre nutrição de animais selvagens ainda é escassa obtivemos em revisão literária que em cativeiro, geralmente a dieta oferecida compreende vegetais diversos, ração para herbívoros – cavalo, e uma fonte de fibra, que de eleição é o feno de alfafa. Por maiores que sejam esses animais, eles possuem uma taxa metabólica baixa, devido à morfologia curta do seu sistema gastroin testinal, tendo assim, ingestões diárias pequenas, consumindo de 0,3 a 0,9% do seu peso vivo, o que pode indicar uma longa digestão e lenta fermentação, e com tempo total 48 a 106 horas para digestão completa (GALLINA, 2020).

Os hipopótamos podem alcançar maior digestibilidade de proteínas que os ruminantes, havendo, há menos perdas de proteínas endógenas, provavelmente devido a menor atividade do cólon curto e indiferenciado – em comparação com os ruminantes, eles possuem digestibilidade de fibras um pouco inferior que as dos ruminantes, devido à ausência do ato de ruminar aliado ao tamanho das partículas que são ingeridas pelos hipopótamos.

Além de buscar uma dieta que condiz com as necessidades nutricionais da espécie, há a necessidade de buscar a ecologia e a forma de ingestão desses animais, que possuem o hábito de comer plantas aquáticas que estão nos fundos de pântanos e rios – logo, a fibra deve ser ofertada molhada, e duas a três vezes ao dia, evitando cultura fúngica e bacteriana (GALLINA *et al.*, 2020).

Em parques zoológicos no Brasil, é ofertado numa dieta diária, entre frutas, verduras e ração de equino, aproximadamente 50kg de alimento por dia, e mais a fibra de alta digestibilidade. A ingestão de água é geralmente realizada dentro do próprio recinto, porém é de importância, manter um bebedouro com água corrente, para estimular os animais na ingestão de água. Vegetais de eleição para esses animais são frutas grandes, como melancias, e melões, verduras de folha verde escura e cenouras, abóboras e batatas. A

maçã não é comumente aceita por esses animais (GALLINA, 2020).

2.1.4. REPRODUÇÃO DOS HIPOPÓTAMOS

Nos machos, os testículos apenas estão descidos parcialmente, não havendo presença de escroto. O pênis fica retraído no interior do corpo quando não está ereto. Os genitais das fêmeas são invulgares, já que a vagina é estriada, com dois grandes divertículos de função desconhecida a sobressair do vestíbulo da vulva (ELTRINGHAM, 1999). A reprodução de hipopótamos no Brasil é comum, e chega a provocar problemas populacionais nos zoológicos. Cada novo filhote necessita de espaço e cuidados especiais e não há interesse de boa parte das instituições na ampliação de seus plantéis. A puberdade das fêmeas ocorre entre 3 e 4 anos de idade, e o ciclo estral é de 29 a 40 dias. A gestação dura 240 dias e nasce um único filhote, que pesa entre 35 e 50 kg. Como em quaisquer outros mamíferos, é muito importante que o filhote consuma colostro, e para a manutenção de órfãos, emprega-se aleitamento com leite integral de vaca (PACHALY; MONTEIRO FILHO, 2014).

2.1.5. ALCANCE GEOGRÁFICO DOS HIPOPÓTAMOS

Hipopótamos-comuns (referidos como hipopótamos-comuns ou hipopótamos daqui em diante) são encontrados em muitos países da África Subsaariana em habitats de zonas úmidas adequadas. A espécie ainda ocupa grande parte sua faixa anterior de 1959, embora o tamanho da população tenha diminuído. Hipopótamos-comuns habitam rios em toda a zona de savana da África, e principais rios da zona florestal na África Central, em Angola, Benin, Botsuana, Burkina Faso, Burundi, Camarões, República Centro-Africana, Chade, Costa do Marfim, Democrática República do Congo, Etiópia, Guiné Equatorial, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Quênia, Ruanda, Senegal, Serra Leoa, Somália, Sudão, Sudão do Sul, Suazilândia, Malawi, Moçambique, Namíbia, Níger, Nigéria, República do Congo, Serra Leoa, África do Sul, Tanzânia, Togo, Uganda, Zâmbia, e Zimbábue (EKSTEEIN, *et al.* 2016).

Hipopótamos-comuns já eram raros no Egito na época do

Renascimento. Do fim do Império Romano até o mais tardar por volta de 1700, o hipopótamo-comum ainda estava presente em duas zonas bem disjuntas no Delta do Nilo e no alto Nilo. Ao longo de 1700, os registros tornaram-se cada vez mais escassos, e os últimos registros definitivos são do início de 1800 (MANLIUS, 2000).

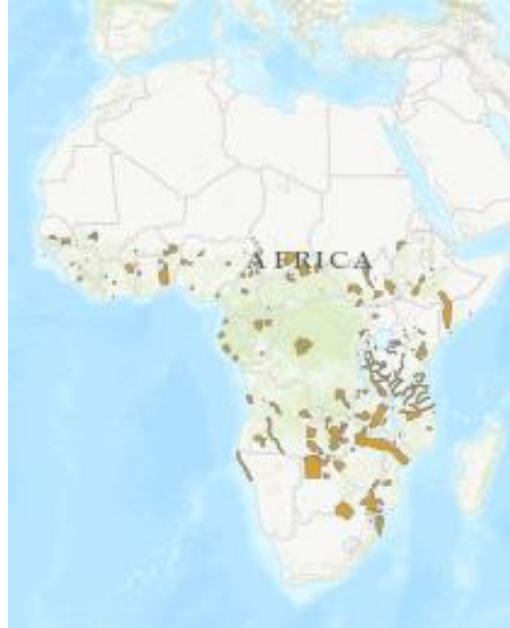


Figura1: mapa de alcance geográfico: A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas *Hippopotamus amphibius* da IUCN 2020

2.1.6. HABITAT E ECOLOGIA DOS HIPOPÓTAMOS

Hipopótamos são animais gregários, sociais e polígamos quando descansam na água durante o dia, com rebanhos de tamanhos que variam de dezenas a centenas (LEWISON, 2007). Os machos monopolizam uma extensão da margem do rio ou lago, mas toleram os solteiros dentro do território, desde que se comportem de forma submissa. Os machos não reprodutores também se estabelecem fora das áreas territoriais, especialmente chafurdações sazonais. As lutas pela posse de um território podem ser acirradas e os animais podem infligir danos consideráveis uns aos outros com seus enormes caninos, mas conflitos menores geralmente são resolvidos por exibições de ameaças, das quais o "bocejo" é o mais visível. Machos territoriais normalmente não lutam, geralmente as brigas graves ocorrem apenas quando um solteiro desafia um macho territorial para o controle do seu território. Há

pouca associação entre os animais quando se alimentam à noite, exceto entre as fêmeas e seus filhotes dependentes, e os machos não se comportam de maneira territorial (LEWSON, 2017).

O hipopótamo comum macho, raramente a fêmea, espalha seu esterco abanando a cauda vigorosamente enquanto defeca, tanto na água como em terra, onde se pensa ter uma sinalização em vez de uma função territorial. As pilhas de esterco podem servir para orientar os hipopótamos ou podem marcar territórios (OLIVER, 1993).

É provável que a termorregulação tenha determinado os hábitos alimentares noturnos do animal. Hipopótamos normalmente saem da lama ou da piscina logo após o pôr do sol e passam as horas da noite pastando em gramados curtos para até vários quilômetros da água. A distância que os animais viajam para as áreas de pastagem provavelmente varia sazonalmente e entre as diversas áreas. As áreas de pastagem, que são reduzidas pelas atividades do hipopótamo, são muitas vezes referidas como gramados de hipopótamo. Embora os hipopótamos possam pastar todas as noites, geralmente há animais presentes na água a noite toda, pois alguns voltam depois de algumas horas e outros saem mais tarde. Mães com muito filhotes jovens representam a única estrutura social aparente em áreas de pastagem, pois não há organização no gramado. O animal se alimenta arrancando a grama com seus lábios largos e musculosos e passando-o para o fundo da boca para ser triturado pelos molares. Os dentes da frente (incisivos e caninos) não desempenham nenhum papel na alimentação. A quantidade de comida ingerida é pequena em relação ao tamanho do animal, mas seus hábitos de descanso durante o dia reduzem suas demandas energéticas e os alimentos podem ser retidos no intestino por mais tempo do que maioria dos grandes herbívoros. Os requisitos ecológicos para o hipopótamo, portanto, incluem um abastecimento de água permanente ou sazonal, e pastagem adequada em campos abertos a poucos quilômetros do habitat aquático (LEWISON *et al.*, 2017).

O estudo da interação entre hipopótamos machos e hipopótamos fêmeas sempre foi complicado porque é uma espécie sem dimorfismo sexual;

assim, fêmeas e machos jovens são praticamente indistinguíveis em campo (BECKWITT, *et al.* 2002). Ainda que os hipopótamos vivam em grupos, parece que não estabelecem quaisquer laços sociais exceto entre mães e filhas, pelo que não são animais sociais. A razão por que se juntam é desconhecida (ELTRINGHAM, 1999). São animais territoriais apenas dentro de água, onde um macho dominante preside sobre um breve trecho de rio de, em média, 250 metros de comprimento, contendo cerca de 10 fêmeas. Manadas maiores podem conter mais de 100 hipopótamos, os territórios existem para estabelecer direitos de acasalamento. No interior das manadas, há a tendência para haver segregação de gênero. Machos sem parceira acomodam-se junto de outros nas mesmas condições, o mesmo se passando entre as fêmeas, com o macho dominante à parte. Quando emergem da água para pastar, fazem-no individualmente (ELTRINGHAM, 1999). Há indícios de que os hipopótamos se comunicam vocalmente, através de grunhidos e gritos. Podem talvez praticar ecolocalização, mas o propósito destas vocalizações é atualmente desconhecido. Os hipopótamos têm a capacidade única de manter a cabeça parcialmente fora de água e emitir gritos que se propagam tanto através da água quanto do ar, podendo haver resposta dos outros dentro ou fora de água (WILLIAM, 2004).

2.2. RINOCERONTES

Os ungulados com número ímpar de dedos pertencem à ordem Perissodactyla, que inclui três famílias: Rhinocerotidae, Equidae e Tapiridae. Os perissodáctilos são animais de médio e grande porte, que suportam o peso corporal sobre um dígito (equídeos) ou três (rinocerontes e antas) (MALTA; LUPPI; TINOCO, 2014).

2.2.1. BIOLOGIA DO RINOCERONTE

A família Rhinocerotidae tem cinco espécies, sendo duas africanas e três asiáticas. As africanas compreendem os rinocerontes pretos (*Diceros bicornis*) e brancos (*Ceratotherium simum*). As asiáticas: rinocerontes indianos (*Rhinoceros unicornis*), de Java (*Rhinoceros sondaicus*) e de Sumatra

(*Dicerorhinus sumatrensis*). As cinco espécies reconhecidas pela IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) são divididas em 11 subespécies; entretanto, com base na revisão morfológica e genética, alguns autores consideram a existência de duas subespécies de rinocerontes-brancos, *C. s. simum* e *C. s. cottoni*, enquanto outros sugerem tratar-se de duas espécies distintas, ou seja, *Ceratotherium simum* e *Ceratotherium cottoni* (GROVES, *et al.* 2010).

Apesar do nome, sua pele é escura e lisa. A explicação para o nome de rinoceronte-branco, *white rhinoceros* em inglês, é originária da África do Sul quando a língua africâner se desenvolveu a partir do holandês. A palavra do africâner *wyd* (derivada do holandês *wijd*), significa largo ou *wide* em inglês, referindo-se a boca larga do rinoceronte. Os primeiros colonizadores britânicos na região interpretaram a palavra *wyd* por *white*. A partir de então, o rinoceronte da boca “larga” foi chamado de rinoceronte-branco, enquanto que o rinoceronte da boca “estreita” ou *narrow pointed*, foi chamado de rinoceronte-negro. A boca “larga” é adaptada para comer grama rasteira, a boca “estreita” é adaptada para comer as folhas dos arbustos. (ROOKMAAKER, 2003).

O rinoceronte-branco é a maior das cinco espécies existentes de rinocerontes. Tem um corpo maciço e uma cabeça grande, um pescoço curto e grosso. O comprimento total da espécie é de 3,7 a 4 metros nos machos, que pesam 3.600 kg em média, e 3,4 a 3,65 metros nas fêmeas relativamente mais leves com 1.700 kg, com a cauda tendo mais de 70 centímetros, a altura no ombro varia de 1,70-1,86 metros no macho e 1,60-1,77 metros na fêmea, o tamanho máximo que a espécie é capaz de atingir não é definitivamente conhecido, espécimes de até 3.600 kg já foram registrados, sendo que o maior espécime tinha cerca de 4.530kg (ROOKMAAKER, 2003).

Em seu focinho estão presentes dois chifres, que são feitos de queratina endurecida, o que os difere dos chifres existentes nos bóvidos. O chifre dianteiro é maior, e tem uma média de 60 centímetros de comprimento, atingindo até 150 centímetros, mas apenas em fêmeas. O rinoceronte-branco também possui uma corcunda notável na parte de trás do pescoço e cada uma de suas quatro patas são dotadas de três dedos. A cor do corpo varia de castanho amarelado a cinza, os únicos pelos de seu corpo estão presentes nas

orelhas e na cauda. Suas orelhas são capazes de se mover de forma independente para captar melhor os sons do ambiente, seu olfato é relativamente aguçado e suas narinas são as mais largas dentre todos os animais terrestres, o que compensa a sua fraca visão (WILSON; REEDER, 2005).

2.2.2. ANATOMIA E FISIOLOGIA DO RINOCERONTE

Os rinocerontes têm chifre atípico, com ausência de núcleo ósseo. Dessa maneira, sua composição consiste em um derivado epidérmico, formado por finos túbulos de células queratinizadas embebidos em uma matriz amorfa, também queratinizada. Cada túbulo cresce a partir de uma camada germinativa, o *stratum germinativum*, e após a queratinização completa, as células morrem, portanto todo o crescimento ocorre na direção da base para o ápice. A análise histológica e a tomografia computadorizada do corno indicam a constituição por túbulos e matrizes queratinizados, sais de cálcio e melanina, o que lhe confere maior resistência (HIERONYMUS, *et al.* 2006).

A resistência da pele dos rinocerontes não se deve a uma versão mais grossa da pele de outros mamíferos (JARMAN, *et al.* 1989), mas pela existência de estruturas adicionais e especializações mecânicas que conferem maior força e rigidez; tais características fazem com que a pele funcione como um escudo (SHADWICK, *et al.* 1992). Essas propriedades são mais evidentes nas regiões do flanco e dorso do que no ventre. A epiderme dos rinocerontes é fina, com uma densa e espessa derme (GOODMAN, *et al.* 2007). Em termos mecânicos, a derme dos rinocerontes pode ser considerada uma estrutura de rigidez entre a pele normal dos mamíferos e um tendão, devido seu arranjo de fibras colágenas. A resistência à tração, o módulo de elasticidade e o ponto de fratura são relativamente altos quando comparados com os valores de outros tipos de pele de mamíferos (MALTA; LUPPI; TINOCO, 2014). O espaço, de tom rosado entre as placas, é menos protegido e suscetível a ectoparasitas como carrapatos. A cauda tem cerdas fortes. Existe também pelos nas bordas de suas orelhas. O crânio dos rinocerontes é alongado e elevado na parte caudal, devido a uma forte crista occipital. A caixa craniana é pequena (e,

portanto, o encéfalo também) e os ossos nasais projetam-se rostralmente, podendo chegar para além das pré-maxilas e suportam os chifres, que variam em número de um a dois, conforme a espécie. A fórmula dental dos rinocerontes é: 1- 2/0-1, 0/1-1, 3-4/3-4, 3/3, ou seja, 24-34 dentes, quase todos pré-molares e molares. Os caninos e incisivos são vestigiais exceto nos rinocerontes asiáticos, que têm os incisivos inferiores transformados em fortes presas. Os rinocerontes que pastam (*Ceratotherium*) têm molares hipsodontes (GRUPP, 2005), enquanto que nos outros géneros são braquidontes (KLUNGH, 2010)

Os olhos são pequenos e as orelhas são curtas, proeminentes, móveis tubulares e eretas. Sua visão é fraca, mas sua audição é boa e seu olfato, excelente (EMSLIE, 2012).

Os rinocerontes, ao contrário dos outros perissodáctilos, não têm bolsa gútural. Algumas hipóteses sugeriram que ocorresse a involução dessa estrutura ao longo da vida do animal, porém, estudo realizado com tomografia computadorizada em um filhote de rinoceronte confirmou que a bolsa gútural é ausente desde o nascimento (ENDO, 2009). O tamanho reduzido do ceco dos rinocerontes sugere que este órgão tem significado funcional reduzido nestes animais e, diferentemente dos cavalos e de outros perissodáctilos, não é usado como câmara fermentativa principal. Esse papel é aparentemente desempenhado pelo cólon maior, que é o principal segmento do intestino grosso (ENDO, *et al.* 1999).

2.2.3 NUTRIÇÃO DOS RINOCERONTES

Acredita-se que muitos dos problemas de saúde que acometem os rinocerontes em cativeiro possam estar ligados a fatores nutricionais (MILLER, 2003). Os animais em vida livre consomem uma grande variedade de plantas com diferentes características físicas e nutricionais, o que é impraticável de se fornecer em cativeiro. Os rinocerontes são herbívoros monogástricos, com intestino grosso, especialmente cólon, bem desenvolvido, portanto sua digestão baseia-se em fermentação posterior (MILLER, 2003). A analogia entre o trato intestinal dos cavalos e dos rinocerontes, usada normalmente no

estabelecimento de dietas para rinocerontes em cativeiro, pode provocar erros de manejo, com consequências fatais. O modelo baseado para equinos domésticos é válido para os rinocerontes que se alimentam de gramíneas, como os rinocerontes-brancos e indianos (PAGLIOSA, 2006). Entretanto, as demais espécies de rinocerontes alimentam-se exclusivamente de arbustos, folhas e ramos, e por isso, são chamados de *browsers*. *Browsers são animais herbívoros especializados em comer folhas, frutos de plantas lenhosas de alto crescimento, brotos macios e arbustos. Um browsers é, portanto, um animal que não se alimenta de grama ou outra vegetação de baixo crescimento. Eles também podem ser definidos como animais que comem principalmente não gramíneas, incluindo dicotiledôneas herbáceas e plantas lenhosas (BROWN, 2019).* Embora problemas gastrintestinais contribuam significativamente para a mortalidade de todas as espécies de rinocerontes cativos, as doenças ligadas a um possível desequilíbrio nutricional estão limitadas às espécies *browsers*. Essas doenças ocorrem quando tais animais são mantidos com dieta predominante de leguminosas ou gramíneas, seja na forma de forragem, concentrado ou ambas (DIERENFELD, 1999).

Arbustos, ervas e brotos, considerando-se o caule e outras partes do vegetal, compreendem uma dieta altamente lignificada, de difícil digestão, relativamente pobre em proteínas e em alguns minerais, porém com altos níveis de vitamina E, os rinocerontes consomem 1% a 2% do seu peso vivo em matéria seca (DIERENFELD, 1999). As demais espécies de rinocerontes se alimentam de gramíneas devem receber feno de alta qualidade, enquanto as espécies *browsers* devem se alimentar de uma mistura de gramíneas, feno de leguminosas e/ou mistura de feno. “*Browser* são animais herbívoros especializados em comer folhas, frutos de plantas lenhosas de alto crescimento, brotos macios e arbustos. *Browser* é, portanto, um animal que não se alimenta de grama ou outra vegetação de baixo crescimento. Eles também podem ser definidos como animais que comem principalmnete não-gramíneas, incluindo dicotiledôneas, herbáceas e plantas lenhosas (BROWN, 2019). Fenos de leguminosas de alta qualidade parece ser perigosamente digestíveis para os rinocerontes e podem causar diarreia, cólica e desequilíbrios minerais, por serem menos digestíveis. Já fenos fibrosos de baixíssima qualidade podem

implicar em torsões e impactações intestinais (DIERENFIEL, 1999).

2.2.4. REPRODUÇÃO DOS RINOCERONTES

De maneira geral, os rinocerontes são monomórficos e poligâmicos. Normalmente dão a luz a apenas um filhote após 15 a 16 meses de gestação e acredita-se que a vida reprodutiva vai entre os 30 a 35 anos e que vivam dos 30 aos 50 anos, conforme a espécie (MALTA; LUPPI; TINOCO, 2014).

Rinocerontes-brancos (*Ceratotherium simum*) são os mais sociáveis dentre as espécies de rinocerontes e têm sido mantidos com sucesso em grupo, entretanto, para tal, é necessária uma área consideravelmente grande e bem ambientada. As fêmeas não são territorialistas, já machos adultos defendem seu território. Os machos de rinoceronte branco tornam-se sexualmente maduros por volta dos 8 anos, enquanto as fêmeas, em média aos 6 anos e meio (ROTH, 2000). Três tipos de ciclos reprodutivos têm sido observados em fêmeas desta espécie: curtos, longos e mistos. Os ciclos curtos, que duram entre 30 e 35 dias, são considerados normais. Fêmeas que apresentam apenas ciclos longos normalmente são inférteis e têm altos níveis de progesterona associados à fase luteínica prolongada. Os filhotes nascem com cerca de 70 kg e desmamam entre 2 e 12 meses de idade, sendo o intervalo entre partos de 2 a 3 anos (ROTH, 2000).

O tamanho relativo que o canal vaginal ocupa decresce com o avançar da idade, enquanto o da cérvix e do útero aumenta à medida que o animal envelhece, a anatomia do trato reprodutivo das fêmeas de rinocerontes apresenta vários obstáculos à reprodução assistida. Em fêmeas nulíparas, o hímen dificulta a passagem de cateter até o canal vaginal e o grau de dificuldade é variável de acordo com a patência do hímen, que é diferente entre indivíduos. O tamanho do trato dificulta a manipulação e o comprimento impede a palpação ovariana via retal (GODFREY, *et al* 1991). O lúmen tortuoso da cérvix dificulta a passagem de catéter de inseminação artificial (IA) ou de transferência de embriões (TE) não cirúrgica. O útero dos rinocerontes é bicórneo, apresentando os cornos relativamente maiores que o corpo uterino. Quanto ao padrão das vilosidades coriônicas, a placenta é considerada do tipo

difusa, não tendo cotilédones e com barreira materno fetal tipo epiteliocorial. O tamanho dos ovários varia entre as espécies: os ovários das rinocerontes-pretas são cerca de 4 vezes maiores que os das rinocerontes-brancas, sendo proporcionais a 112 ml e 30 ml respectivamente. Os ovários de ambas as espécies são semelhantes morfologicamente e os folículos ficam na superfície do ovário, de onde ovulam. A cada estro ocorre ovulação de apenas um folículo (GODFREY *et al.*, 1991).

Os testículos do rinoceronte macho são extra-abdominais, entretanto sua visualização externa não é possível; eles podem ser facilmente localizados pela palpação da pele ao longo da prega prepucial, em direção à região inguinal (GODFREY *et al.*, 1991). O pênis tem em sua extremidade distal duas pregas cutâneas dilatadas, lateralizadas e de aspecto anular, sendo que a segunda prega forma uma reentrância. No espaço entre a ponta e o terço médio do pênis existem duas proeminências que, quando o pênis está relaxado, são flácidas e de formato variável de acordo com a espécie. Essas proeminências podem projetar-se lateralmente por até 25 cm quando o pênis está ereto, tornando-se firmes e ligeiramente côncavas. Quando o pênis está relaxado, a ponta se curva caudalmente a partir das projeções laterais, o que resulta na micção horizontalizada e, às vezes, direcionada para trás (SHAEFFER *et al.*, 2001).

Para possibilitar um manejo reprodutivo adequado, muitas instituições têm investido no condicionamento dos animais para tornar possível a manipulação, colheita de materiais e exames. Dessa maneira, é possível acompanhar com precisão o ciclo reprodutivo e a gestação. Por exemplo, a ultrassonografia transretal é capaz de diagnosticar a gestação a partir dos 16 dias da cópula, possibilitando a separação dos machos de fêmeas prenhes, além de prever quando ocorrerá o parto. O exame ultrassonográfico possibilita também detectar possíveis doenças reprodutivas que estejam impossibilitando uma fêmea de reproduzir (MALTA; LUPPI; TINOCO, 2014).

Durante a gestação, os níveis de progesterona mantêm-se altos. Assim, a dosagem de progesterona sanguínea ou seus metabólitos nas fezes ou na urina são outra importante forma de se diagnosticar a gestação. Essas

dosagens também são importantes em casais de rinocerontes que não reproduzem, para determinar se a fêmea tem atividade reprodutiva. Uma vez determinado que a fêmea está cíclica, outros fatores devem ser considerados, inclusive a troca do macho. As dosagens dos metabólitos da progesterona (pregnanediol) na urina de animais gestantes permanece em torno de 12 ng/mg de creatinina até os 120 dias, aumentando para em média 230 ng/mg de creatinina. Um declínio nestes níveis é observado no dia do parto. No sangue, a concentração de progesterona aumenta acentuadamente (de 3 para 35 ng/ml) entre os dias 125 e 210 após o cruzamento, só voltando a cair nas 2 semanas que antecedem o parto (SHAFFSTALL; SUEDEMEYER. 2002).

Os resultados da progesterona fecal de rinocerontes têm sido mais difíceis de interpretar, e cerca de metade das fêmeas em cativeiro parecem ser acíclicas, não mostrando nenhum comportamento reprodutivo e nenhuma alteração nos níveis de progesterona (ROTH, 2001).

Alterações de comportamento das fêmeas, que comumente indicam o cio, caracterizam-se pelo aumento da frequência de pulverização da urina, balançar a cauda, contatos anogenital e contatos das membros pélvicos e com o flanco do macho. Os machos farejam a fêmea, pulverizam urina, expõem o pênis ereto e vocalizam. Agressões e mordidas são observadas no dia anterior ao estro (ZAHARI, 2005). Nos dias que pré-parto, é recomendado separar a fêmea gestante dos demais animais e assim durante as primeiras semanas após o parto. Entre as variáveis que mais interferem na reprodução destes animais, estão o recinto e a compatibilidade do par e a idade. Machos jovens são mais agressivos, e para o coito com sucesso são necessárias várias tentativas prévias. Durante a cópula, a estabilidade do solo, degraus, inclinação e obstáculos são fatores a serem observados. Obstáculos são bons esconderijos em recintos grandes, entretanto em pequenos recintos, podem atrapalhar a cópula (ROTH, 1999). Recintos em que a fêmea fica constantemente exposta ao parceiro favorecem episódios agressivos do macho, quando ela não está no cio (ROTH, 1999). A inseminação artificial pode ser indicada em casos em que há comportamento agressivo durante o cio, comum em rinocerontes indianos (ZAHARI, 2005).

2.2.5. ALCANCE GEOGRÁFICO

A pedido de alguns membros e países, o Grupo de Especialistas em Rinocerontes Africanos da IUCN SSC (AfRSG) tem como política não divulgar informações detalhadas (incluindo mapas) mostrando o paradeiro e nomes de todas as subpopulações de rinocerontes por razões de segurança. Por esta razão, apenas países inteiros da ocorrência são indicados nos mapas de alcance produzidos pelo AfRSG. (IUNC, 2021).

No entanto, os números por espécie e subespécies são rotineiramente resumidos em nível continental. Números estimados por país até o final de 2017 foram: África do Sul 15.625, Namíbia 975, Quênia 513 (com 510 *C. s. simum* e 3 *C. s. Cottoni*), Botswana 452, Zimbábue 367, Eswatini 66, Moçambique 29, Uganda 22, Zâmbia 14 animais. Segundo a AfRSG 2010, o rinoceronte é nativo e existente na África do Sul, nativo e possivelmente extinto no Congo e Sudão do Sul, nativo e extinto na República Centro-Africana, Chade e Sudão, existente e reintroduzido em Botswana, Eswatini, Namíbia, Uganda, Zimbábue e Moçambique.

Segundo a IUNC, 2015, o rinoceronte-branco é uma espécie quase ameaçada de extinção. O rinoceronte-branco é atualmente caçado devido aos seus chifres, que na medicina tradicional oriental é utilizado devido a supostas propriedades medicinais, utilizadas para curar uma grande variedade de doenças, propriedades estas, cujo valor medicinal nunca foi confirmado por um estudo científico (KOCH, 2022).



Figura 2: Imagens: A Lista Vermelha de Espécies distribuição geográfica do rinocerontebranco (*Ceratotherium simum*) IUCN 2020

2.2.6. HABITAT E ECOLOGIA

A espécie é encontrada em pastagens em habitats de savana *bushveld*. Estima-se que cerca de 95% do chifre adquirido na África para mercados legais na Ásia em 2016 e 2017 seja oriundo de animais caçados na natureza (EMSLIE *et al.*, 2018). Em alguns casos, os chifres são roubados ou vendidos ilegalmente de estoques de chifres mantidos em coleções privadas ou de museus. A “caça esportiva” também tem sido uma fonte ilegal de fornecimento de chifres a mercados ilegais, embora isso tenha sido reduzido consideravelmente desde que a África do Sul implementou uma série de medidas em 2012 (EMSLIE *et al.*, 2012). Amostras vivas para translocação são invariavelmente retiradas de habitat natural, mas isso faz parte do manejo biológico rotineiro da espécie para atender objetivos demográficos. Isso ocorre porque muitas subpopulações selvagens estabelecidas requerem remoções regulares para evitar o “overstocking” e manter as taxas de crescimento populacional rápido. Mantendo a base rápida as taxas de crescimento populacional também minimizam a perda de diversidade genética ao longo do tempo devido à deriva genética (EMSLIE, *et al.* 2012).

3. REFERÊNCIAS

BARR, B. Undercover Hippo, dangerous encounters. **National Geographic Channel**, New York, 20 jan. 2008.

BECKWITT, R.; SHEA, J.; OSBORNE, D.; KRUEGER, S.; BARKLOW, W. A PCR-based method for sex identification in Hippopotamus amphibius. **African Zoology Journal**, South Africa, v. 37, n. 2, p. 127–130, 2002.

BROWN, S. **Difference between browser and grazer**. 2019. Disponível em: <http://www.differencebetween.net/science/nature/difference-between-browser-and-grazer/>. Acesso em: 19 jul .2022.

DIERENFELD, E. S. Rhinoceros feeding and nutrition. *In*: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. (ed.) **Zoo and wild animal medicine**. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1999. p. 568-571. (Current therapy, 4).

EKSTEEN, J.; GOODMAN, P.; WHYTE, I.; DOWNS, C.; TAYLOR, R. A conservation assessment of Hippopotamus amphibius. *In*: CHILD, M. F.; ROXBURGH, L.; DO LINH SAN, E.; RAIMONDO, D.; DAVIES-MOSTERT, H. T. (ed.). **The red list of mammals of South Africa, Swaziland and Lesotho 2016**. Pretoria: South African National Biodiversity Institute and Endangered Wildlife Trust, 2016.

ELTRINGHAM, S. K. **The hippos**: natural history and conservation. London: Academic Press, 1999. (Poyser Natural History Series).

EMSLIE, R. **Ceratotherium simum**. **The IUCN Red List of Threatened Species 2012**: e.T4185A16980466. Cambridge: IUCN Global Species Programme Red List Unit, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T4185A16980466.en>.

EMSLIE, R. H.; MILLEDGE, S.; BROOKS, M.; VAN STRIEN, N. J. Dublin, H. T. **African and Asian rhinoceroses – Status, conservation and trade**: a report from the IUCN Species Survival Commission (SSC) African and Asian Rhino Specialist Groups and TRAFFIC to the CITES Secretariat pursuant to Decisions 13.23-25 taken at the 13th meeting of the Conference of the Parties, and further deliberations at the 53rd and 54th meetings of the Standing Committee. Cambridge: IUCN, 2007.

EMSLIE, R. H.; MILLIKEN, T.; TALUKDAR, B. **African and Asian rhinoceroses – Status, conservation and trade**: a report from the IUCN Species Survival Commission (IUCN/SSC) African and Asian Rhino Specialist Groups and TRAFFIC to the CITES Secretariat pursuant to Resolution Conf. 9.14 (Rev. CoP15). Geneva: IUCN, 2012. (CoP16, Doc. 54-2-Annexe 2).

EMSLIE, R.; MILLIKEN, T.; TALUKDAR, B.; BURGESS, G.; ADCOCK, K.; BALFOUR, D.; KNIGHT, M.H. **African and Asian rhinoceroses – Status, conservation and trade**: a report from the IUCN Species Survival Commission (IUCN/SSC) African and Asian Rhino Specialist Groups and TRAFFIC to the

CITES Secretariat pursuant to Resolution Conf. 9.14 (Rev. CoP17). Geneva: IUCN, 2018 (CoP18 Doc. 83.1 Annex 2). Disponível em: http://www.rhinoresourcecenter.com/pdf_files/156/1560170144.pdf . Acesso em: 11 jul. 2022.

CORCORAN, M.; COREY, L.; FLINKMAN, D.; GERSTIN, J.; GRANT, J.; LEONARD, I.; SAWYER, V.; RHINO KEEPER WORKSHOP; YANG, A. **RHINO Proceedings of the First Rhino Keepers' workshop**. Orlando: Disney's Animal Kingdom, 1999. p.49-51.

ENDO, H.; TARU, H.; HAYASHIDA, A.; KIMURA, J. Absence of the guttural pouch in a newborn Indian rhinoceros demonstrated by threedimensional image observations. **Mammal Study**, Tokyo, v. 34, p. 7-11, 2009.

ENDO, T.; MORIGAKI, T.; FUJISAWA, M.; YAMAGIWA, D.; SASAKI, M.; KIMURA, J. Morphology of the intestinal tract in the white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, Berlin, v. 28, p. 303305, 1999.

ESTES, R. **The behavior guide to African mammals**: including hoofed mammals, carnivores, primates. Berkeley: University of California Press, 1992. p. 222–226.

GALLINA, P. L. S. Dieta para hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*) – Desafio. In: FÓRUM DE PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE DE MARÍLIA, 6., 2020, Marília. **Resumos** [...]. Marília, 2020. p. 96-97.

GODFREY, R. W.; POPE, E.; DRESSER, B. L.; OLSEN, J. H. Gross anatomy of the reproductive tract of female black (*Diceros bicornis michaeli*) and white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*). **Zoo Biology**, New York, v. 10, p. 165-175, 1991.

GOODMAN, G.; RHIND, S.; MEREDITH, A. Successful treatment of a squamous cell carcinoma in a white rhinoceros, *Ceratotherium simum*. **Journal Compilation**, Oxford, v. 18, p. 460-463, 2007.

GROVES, C. P.; FERNANDO, P.; ROBOVSKY, J. The sixth rhino: a taxonomic reassessment of the critically endangered northern white rhinoceros. **Plos One**, San Francisco, v. 5, p. 115, 2010.

GRUPP, P. (2005). "Ordem Perissodáctilos" . Em WILSON, DE ; REEDER, DM (eds.). **Espécies de Mamíferos do Mundo: Uma Referência Taxonômica e Geográfica** (3ª ed.). Imprensa da Universidade Johns Hopkins. pp. 634–635. ISBN 978-0-8018-8221-0. OCLC 62265494 .

HASHIMOTO, K.; SAIKAWA, Y.; NAKATA, M. Studies on the red sweat of the Hippopotamus amphibius. **Pure and Applied Chemistry**, Oxford, v. 79, n. 4, p. 507-517, 2007.

HIERONYMUS, T. L.; WITMER, L. M.; RIDGELY, R. C. Structure of white rhinoceros (*Ceratotherim sumin*) horn investigated by X-ray computed tomography and histology with implications for growth and external form. **Journal of Morphology**, Philadelphia, v. 267, p. 1172-1176, 2006.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina anatomica veterinária**. 5th ed. rev. Knoxville: World Association on Veterinary Anatomist, 2012.

IUNC. **LISTA VERMELHA DE ANIMAIS AMEAÇADOS. Versão 2022-1**. Acesso em: 11 de maio de 2022.

JABLONSKI, N. G. **Skin: a natural history**. Berkeley: University of California Press, 2013.

JARMAN, P. J. On being thickskinned: dermal shields in large mammalian herbivores. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 36, p. 169-191, 1989.

KINGDONG, J. **East African mammals: an atlas of evolution in Africa**. Chicago: University of Chicago Press, 1988. v. 3, Part B: Large Mammals. p. 256–277.

KLUGH. D, O; **Principles of equine dentistry**. Manson Publishing Ltd, 2010

KOCH, T. **A caça do chifre: por que os rinocerontes são caçados? A caça dos rinocerontes-brancos**. Cape Town: Rhino Africa Safaris, 2021. Disponível em: <https://blog.rhinoafrica.com/pt/2022/05/18/a-caca-do-chifre-por-que-os-rinocerontes-sao-cacados/>. Acesso em: 11 jul. 2022.

LEWISON, R. Population responses to natural and human-mediated disturbances: assessing the vulnerability of the common hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*). **African Journal of Ecology**, Oxford, v. 45, p. 407-415, 2007.

LEWISON, R.; PLUHÁČEK, J. **Hippopotamus amphibius**. Cambridge: The IUCN Red List of Threatened Species, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T10103A18567364.en>

MALTA, M. C. C.; LUPPI, M. M.; TINOCO, H. P. *Perissodactyla – Equidae e Rhinocerotidae* (Zebras e Rinocerontes). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 1097-1119.

MANLIUS, N. Biogéographie et ecologie historique de l'hippopotame en Egypte. **Belgian Journal of Zoology**, Brussel, v. 130, p. 59-66, 2000.

MARQUES, P. Hipopótamo (Feromonopoiense). In: ENCICLOPÉDIA Verbo

Luso-Brasileira de Cultura. Edição Século XIV. Lisboa: Editorial Verbo, 2000.

MARSHALL, P. J.; SAYER, J. A. Population ecology and response to cropping of a hippopotamus population in eastern Zambia. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 391–403, 1976.

MEIJAARD, E. (ed.). Suiform soundings: the IUCN/SSC Pigs, Peccaries, and Hippos Specialist Group (PPHSG). **Newsletter**, Gland, Set. 2005. Disponível em: [http://www.iucn.org/themes/ssc/sgs/pphsg/Suiform%20soundings/Newsletter%205\(1\).pdf](http://www.iucn.org/themes/ssc/sgs/pphsg/Suiform%20soundings/Newsletter%205(1).pdf). Acesso em: 19 jul. 2022.

MILLER, M. A. Hippopotamidae (Hippopotamus). *In*: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. **Zoo & wild animal medicine**. 6th ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 2003. p. 602-612.

MILLER, R. E. Rhinocerotidae (Rhinoceroses). *In*: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. (ed.) **Zoo and wild animal medicine**. 5th ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2003. p. 558-569.

MILLER, R. E.; FOWLER, M. **Fowler's zoo and wild animal medicine**. St. Louis: Elsevier-Saunders, 2012.

MONTESTANI, J. A. C. **Lista vermelha de espécies em extinção**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/lista-vermelha-das-especies-ameacadas-da-iucn/#:~:text=Criada%20em%201964%20pela%20Uni%C3%A3o,fungos%20de%20todo%20o%20mundo.>>, 2008. Acesso em: 11 de dezembro de 2022.

OKELLO, J. B. A.; NYAKAANA, S.; MASEMBE, C.; SIEGISMUND, H. R.; ARCTANDER, P. Mitochondrial DNA variation of the common hippopotamus: evidence for a recent population expansion. **Heredity**, London, v. 95, n. 3, p. 206–215, 2005. DOI 10.1038/sj.hdy.6800711.

OLIVER, W. L. R. Pigs, peccaries and hippos. **International Union for Conservation of Nature and Natural Resources**, Gland, Switzerland. 1993. ISBN 2-8317-0141-4

PACHALY, J. R.; MONTEIRO-FILHO, L. P. C. *Artiodactyla – Hippopotamidae (Hipopótamos)*. *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 1243-1260.

PAGLIOSA, G.M., ALVES, G.E.S. FALEIROS, R.R. SALIBA, E.O.S. SAMPAIO, I.B.M., GOMES, T. L. S., GOBESSO, A.A.O. FANTINI, P. **Influência das pontas excessivas de esmalte dentário na digestibilidade e nutrientes de dietas de equinos**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.58, n.1, p.94-98, 2006

ROOKMAAKER, K. Why the name of the white rhinoceros is not appropriate. **Pachyderm**, Kenya, v. 34, p. 88–93, 2003.

ROTH, T. L. Rhino reproductive physiology – what we know today and what we need to know tomorrow for ensuring the longterm stability of our captive breeding programs. *In*: MEHRDADFAR, F.; BARTHEL, T.; BLUE, D.;

SAIKAWA, Y.; HASHIMOTO, K.; NAKATA, M.; YOSHIHARA, M.; NAGAI, K.; IDA, M.; KOMIYA, T. Pigment chemistry: the red sweat of the hippopotamus. **Nature**, London, v. 429, p. 363, 2004.

SCHAFFER, N. E.; FOLEY, G. L.; GILL, S.; POPE, C. E. Clinical implications of rhinoceros reproductive tract anatomy and histology. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 32, n. 1, p. 31-46, 2001.

SHADWICK, R. E.; RUSSELL, A. P.; LAUFF, R. F. The structure and mechanical design of rhinoceros dermal armour. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 337, p. 419-428, 1992.

SHAFFSTALL, W.; SUEDMEYER, W. K. Gestational monitoring of eastern Black rhinoceros (*Diceros bicornis michaeli*) through ultrasonography, serum and urine hormone quantification, fetal assessments and girth measurements. *In*: NATIONAL CONFERENCE OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF ZOO KEEPERS, 28., 2001, Toronto. **Proceedings** [...]. Toronto: American Association of Zoo Keepers, 2002. p. 167-176.

WILLIAM, E. B. Low-frequency sounds and amphibious communication in Hippopotamus amphibious. **The Journal of the Acoustical Society of America**, Melville, v. 115, n. 5, p. 2555, 2004. DOI 10.1121/1.4783854.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (ed.). *Ceratotherium simum*. *In*: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (ed.). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3rd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. p. 634. Disponível em: <http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/browse.asp?id=14100050>. Acesso em: 19 jul. 2022.

WORLD ASSOCIATION OF VETERINARY ANATOMISTS. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. **Nomina anatomica veterinaria**. 6th ed. Hannover: World Association on Veterinary Anatomist, 2017.

ZAHARI, Z. Z. Reproductive behaviour of captive Sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*). **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 85, n. 3-4, p. 327-335, 2005.

ZAHARI, Z. Z.; ROSNINA, Y.; WAHID, H.; JAINUDEEN, M. R. Gross anatomy and ultrasonographic images of the reproductive system of the Sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus summatrensis*). **Anatomia Histologia Embryologia**, Berlin, v. 31, p. 350-354, 2002.

ZOO WILDLIFE ALLIANCE SAN DIEGO. Animal bytes: hippopotamus. San

Diego, 2009. Disponível em: <http://www.sandiegozoo.org/animalbytes/t-hippopotamus.html>. Acesso em: 29 out. 2009.

Capítulo 2

Artigo Científico

Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros unglados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*)

Pedro L. Sangaleti Gallina¹ Bruno C. Schimming²

Registro ORCID: 000-0002-8435-4070, 000-0002-0837-9612

ABSTRACT.- Pedro L. Sangaleti Gallina, Bruno C. Schimming. **Anatomia óssea do membro torácico nos megaherbívoros unglados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*).** *Pesquisa Veterinária Brasileira* 41:00, 2022. Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rua Prof. Doutor Walter Mauricio Correa s/n, Cx. Postal 560, Botucatu, SP 18618-681, Brasil. E-mail: pedro.gallina@unesp.br

Although megaherbivores do not belong to the Brazilian fauna, they can be found in national zoos, which makes it important to know the anatomy of the locomotor apparatus to contribute to the clinical routine of zoos and veterinary rehabilitation centers. Thus, the aim of this study was to describe the anatomical structures found in the bones that appear in the forelimbs of the common hippo (*Hippopotamus amphibius*) and white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) and to compare them with the bone structures described for other ungulates. In addition, measurements of the scapula, humerus, radius and ulna were also obtained. The scapula had a triangular appearance in the common hippo, whereas in the white rhinoceros it had a rectangular appearance. The acromion was observed only on the scapula of the common hippo. The humerus of the two animals did not have the intermediate tubercle, only the greater and lesser tubercles, unlike the horse which also has the intermediate tubercle. The two megamammals studied had an ulna not incorporated to the radius and 7 carpal bones distributed in two bone rows. The common hippopotamus had 4 digits and 4 metacarpal bones, while the white rhino had 3 digits, hence 3 metacarpal bones. Although with some species-specific differences, the bone structure found in the studied megaherbivores was similar to that described for domestic and wild ungulates. The fact that the bones studied belong to articulated skeletons belonging to the collection of the Museum of Anatomy made it difficult to identify some anatomical structures. This study can help veterinarians in bone health care, animal welfare and comfort of such species present in Brazilian zoological parks.

INDEX TERMS: comparative anatomy, common hippopotamus, forelimb, osteology, white rhino

RESUMO: Embora os megaherbívoros não sejam animais da fauna brasileira, eles podem ser encontrados em zoológicos nacionais, o que torna importante o conhecimento da anatomia do aparelho locomotor para contribuir com o cotidiano clínico dos zoológicos e centros de reabilitação veterinária. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever as estruturas anatômicas encontradas nos ossos que aparecem nos membros torácicos de hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*) e rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e compará-las com as estruturas ósseas descritas para outros unglados. Além disso, mensurações da escápula, úmero, rádio e ulna também foram obtidas. A escápula apresentou um aspecto triangular no hipopótamo-comum, ao passo que no rinoceronte-branco possuía um aspecto retangular. O acrômio foi observado apenas na escápula do hipopótamo-comum. Os úmeros dos dois animais não possuíam o tubérculo intermédio, apenas os tubérculos maior e menor, diferentemente do equino que possui também o tubérculo intermédio. Os dois megamamíferos estudados apresentaram ulna não-incorporada ao rádio e 7 ossos carpais distribuídos em duas fileiras ósseas. O hipopótamo-comum possuía 4 dígitos e 4 ossos metacarpais, enquanto o rinoceronte-branco, possuía 3 dígitos, por isso 3 ossos metacarpais. Embora com algumas diferenças próprias das espécies, a estrutura óssea encontrada nos megaherbívoros estudados, foi semelhante à descrita para outros unglados domésticos e selvagens. O fato dos ossos estudados pertencerem a esqueletos articulados pertencentes ao acervo de Museu de

Anatomia, dificultou a identificação de algumas estruturas anatômicas. Este trabalho pode auxiliar médicos veterinários nos cuidados de saúde óssea, bem-estar animal e conforto de tais espécies presentes nos parques zoológicos brasileiros.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: anatomia comparada, hipopótamo-comum, membro torácico, osteologia, rinoceronte-branco,

INTRODUÇÃO

Os ungulados são animais pertencentes ao filo dos Cordatos e se caracterizam pela presença de casco com anexo digital. Esses animais se subdividem em duas ordens: os artiodátilos, como o hipopótamo-comum e os bovídeos e, os perissodátilos, como o rinoceronte-branco e os equídeos (Miller & Fowler, 2012). Os hipopótamos são mamíferos artiodátilos não ruminantes da família Hippopotamidae que possuem duas espécies: o hipopótamo-comum (*Hippotamus amphibius*) e o hipopótamo-pigmeu (*Hexaprotodon liberiensis*). Este último possui um tamanho muito menor em comparação com o hipopótamo-comum e é mais raro (Pachaly & Monteiro Filho, 2014).

Os rinocerontes pertencem à família Rhinocerotidae, a qual possui cinco espécies, sendo duas africanas e três asiáticas. As espécies africanas são os rinocerontes-preto (*Diceros bicornis*) e brancos (*Ceratotherium simum*). As espécies asiáticas são os rinocerontes indianos (*Rhinoceros unicornis*), de Java (*Rhinoceros sondaicus*) e de Sumatra (*Dicerorhinus sumatrensis*). Os rinocerontes habitam savanas, regiões arbustivas e densas florestas em regiões tropicais e subtropicais. São animais ungulados com número ímpar de dedos e que suportam o peso corporal sobre os três dígitos e, diferentemente dos outros perissodátilos, não possuem bolsa gútral (Malta *et al.*, 2012).

Poucos estudos sobre a anatomia de rinocerontes e hipopótamos foram encontrados na literatura recentemente. Sobre os rinocerontes, há relatos sobre a anatomia do trato genital de rinocerontes machos e fêmeas (Schaffer *et al.*, 2001; Zahari *et al.*, 2002), Sobre a formação do chifre (Hieronymus *et al.*, 2006; Mi; Shao; Vollrath, 2019). Sobre o seio paranasal nasalconchal (Gerard *et al.*, 2018) e um estudo que mostra a relação entre o canal semicircular lateral da orelha interna, a postura da cabeça e, o hábito alimentar destes animais (Schellhorn, 2018). No que concerne aos hipopótamos, há descrições sobre a anatomia muscular dos membros torácicos no hipopótamo pigmeu (Fisher, Scott, Naples, 2007) e dos membros pélvicos no hipopótamo comum (Fisher, Scott, Naples, 2010).

Embora os rinocerontes e hipopótamos não sejam animais da fauna brasileira, eles podem ser encontrados em zoológicos nacionais, por isso, se faz importante conhecer a anatomia do aparelho locomotor para subsidiar o cotidiano clínico dos zoológicos e centros de reabilitação veterinária. Assim este estudo tem como objetivo descrever as estruturas anatômicas encontradas nos ossos que compõem o esqueleto dos membros torácicos de hipopótamos-comum e rinocerontes-branco e compará-las com as estruturas ósseas descritas para os ungulados domésticos, visando auxiliar e até mesmo colaborar com tratamentos clínicos e terapêuticos para doenças ortopédicas, podares, casqueamentos e articulares dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados esqueletos articulados pertencentes ao acervo do Museu de Anatomia Veterinária Prof. Dr. Plínio Pinto e Silva, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (MAV-USP). Os esqueletos são de animais oriundos de parques zoológicos brasileiros, que tiveram seus óbitos por morte natural, ou complicações clínicas compatíveis com a idade, respeitando o seu bem-estar e biologia dos espécimes. Foram estudados os esqueletos de um rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e de um hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*). O esqueleto do rinoceronte-branco pertencia a uma fêmea, com oito anos de idade e com peso aproximadamente de 230 kg (Ribeiro, 2017; Nery, 2006). Nos arquivos do MAV-USP, não constam informações sobre o esqueleto do hipopótamo, exceto que

é oriundo do Parque Zoológico do Município de São Paulo e que chegou ao Museu na década de 1970. As imagens fotográficas foram realizadas sem movimentação dos esqueletos articulados de seu local de exposição dentro do MAV-USP, utilizando uma câmera fotográfica Canon EOS EL3, e editadas com o auxílio do programa Adobe Photoshop C6S Portable®, realizando conforme a possibilidade física, dos membros torácicos das peças em acervo, visto que por estarem articulados, vistas craniais, e mediais foram de difícil alcance.

Os ossos dos membros torácicos foram descritos e as estruturas ósseas identificadas e nomeadas de acordo com a Nomina Anatomia Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

Além disso, foram feitas mensurações com auxílio de paquímetro digital e trena 2M nos ossos escápula, úmero, rádio e ulna dos membros torácicos dos animais. Nas escápulas estudadas, foram mensuradas margem dorsal da escápula, espinha da escápula, distância do acrômio à espinha da escápula, largura do acrômio, distância maior do corpo da escápula, fossas supraespinhal e infraespinhal, forame nutrício da espinha da escápula, forame nutrício da cavidade glenoidal, tubérculo supraglenoidal, cavidade glenoidal e, margens dorsal, cranial e caudal.

Nos úmeros, as seguintes mensurações foram realizadas: cabeça do úmero, colo do úmero, distância do tubérculo maior ao tubérculo menor do úmero, distancia da epífise distal à epífise proximal do úmero, tuberosidade deltoide, fossa radial, fossa do olecrano, comprimento da diáfise, distância e largura dos epicôndilos lateral e medial e, largura da diáfise umeral.

Quanto ao rádio e ulna, foram mensuradas: olecrano, processo ancôneo, incisura troclear, fôvea articular do rádio, distancia da epífise proximal à epífise distal do rádio, distancia da epífise proximal à epífise distal da ulna, largura do rádio, processo estiloide da ulna.

RESULTADOS

As mensurações realizadas nos ossos dos membros torácicos do hipopótamo comum e do rinoceronte-branco são apresentadas nas tabelas (Tabelas 1, 2, 3), e a seguir, são descritos os ossos estudados de proximal para distal.

Tabela 1 - Mensuração das escápulas dos megamamíferos rinoceronte e hipopótamo*.

Estrutura óssea	Hipopótamo	Rinoceronte
Margem dorsal da escápula	13,6	19,3
Espinha da escápula	26,5	21
Distância do acrômio à linha da escápula	31	não possui
Largura do acrômio	2,6	não possui
Distancia maior do corpo da escápula	26	24
Fossa supraespinhal	10,36	11
Fossa infraespinhal	9,1	6
Forame nutrício da espinha da escápula	23	forames oclusos
Forame nutrício da cavidade glenoidal	9,3	forames oclusos
Tubérculo supraglenoidal	2,8	6,3
Cavidade glenoidal	7,6	9,8
Margem dorsal	34,6	19,3
Margem cranial	33,4	39,3
Margem caudal	25,1	41,3

* Os dados foram expressos em centímetros (cm)

Tabela 2 – Mensuração dos úmeros dos megamamíferos rinoceronte e hipopótamo*.

Estrutura óssea	Hipopótamo	Rinoceronte
Cabeça do úmero	7,1	9,4
Colo do úmero	11,8	16,7
Distância entre os tubérculos maior e menor	8,9	8,8
Distância entre as epífises proximal e distal do úmero	37,6	35,4
Tuberosidade deltoide	12,5	16,6
Fossa radial	3,5	3,3
Fossa do olecrano	7,3	4,6
Comprimento da diáfise	25,6	27,8
Distância entre os epicôndilos lateral e medial	8,3	10
Largura da diáfise umeral	11,2	5,8

* Os dados foram expressos em centímetros (cm)

Tabela 3 – Mensuração dos rádios e ulnas dos megamamíferos rinoceronte e hipopótamo*

Estrutura óssea	Hipopótamo	Rinoceronte
Olecrano	8,3	7,4
Processo ancôneo	10,4	18,4
Incisura troclear	5,3	9,7
Fóvea articular do rádio	7,8	5,3
Comprimento da diáfise da ulna	22,1	29,3
Comprimento da diáfise do rádio	34	33,5
Largura do rádio	5,2	5,8
Processo estiloide da ulna	7,8	7,3
Extremidade distal com a tróclea do rádio	10,4	9,6
Epífise distal da ulna	5,0	8,7

* Os dados foram expressos em centímetros (cm)

A escápula é o primeiro osso do membro torácico. No hipopótamo-comum, a escápula apresentou-se como um osso de aspecto triangular, com sua margem cranial larga e espessa, possuindo ângulos arredondados e irregulares, a espinha da escápula iniciava próximo à parte cranial da fossa supraespinhal, possuía um espessamento no centro da estrutura, com a tuberosidade da espinha da escapula, que seguia afilada até o acrômio, que tinha característica arredondada, e proeminente que ultrapassava o colo da escápula. A fossa infraespinhal possuía um aspecto arredondado, sendo mais extensa que a fossa supraespinhal, que possuía aspecto ovalado com margem irregular. O tubérculo supraglenoidal mostrou-se ligeiramente triangular em vista lateral, pontiagudo, com tamanho e aspecto semelhante ao acrômio. Na margem distal do osso, encontrava-se a cavidade glenoidal que se articulava com a cabeça do úmero, sendo tal cavidade com convexidade rasa e levemente aprofundada. No rinoceronte-branco, a escápula apresentou formado semelhante a um retângulo. A espinha da escápula possuía uma tuberosidade importante na região proximal da espinha, com a margem irregular e rugosa, seguindo afilando a espinha, sendo suavizada até a parte distal do osso, com ausência do acrômio (Figura 1). As fossas infraespinhal e supraespinhal possuíam aspectos retangulares, sendo quase da mesma dimensão

em centímetros, porém a fossa supraespinhal era ligeiramente maior e com áreas rugosas, enquanto a fossa infraespinhal era menor e com aspecto liso. O colo da escápula era extenso, liso, se aproximando da dimensão da cavidade glenoidal. O tubérculo supraglenoidal mostrou-se ligeiramente volumoso e de aspecto rugoso. A cavidade glenoidal era ampla em relação à apresentada pelo hipopótamo, com convexidade rasa discreta (Figura 3).

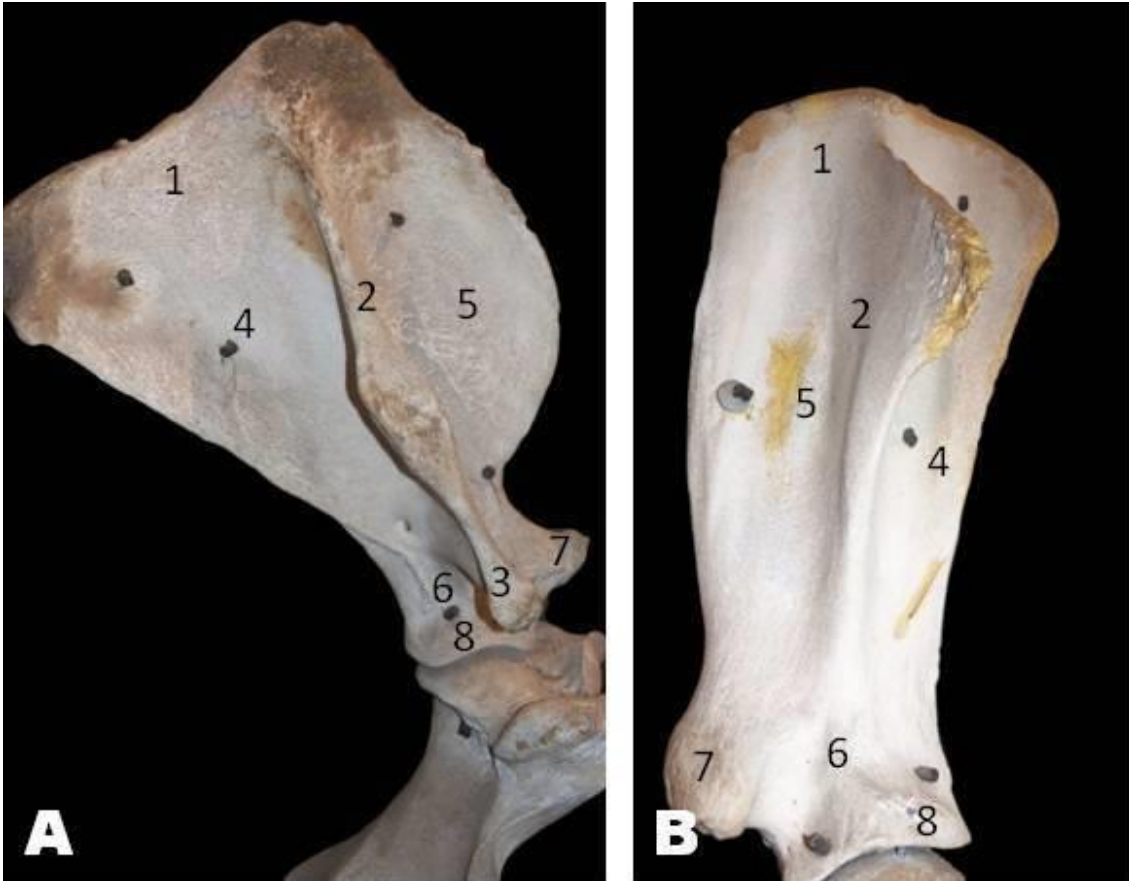


Figura 3. A) Escápula do hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*), B) Escápula do rinoceronte-branco (*Cerathocterum simum*): 1. Margem dorsal da escapula, 2. Espinha da escapula, 3. Acrômio, 4. Fossa infraespinhal, 5. Fossa supraespinhal, 6. Colo da escápula, 7. Tubérculo supraglenoidal, 8. Cavidade glenoidal.

A cabeça do úmero articulava com a cavidade glenoidal da escápula. No hipopótamo-comum, a cabeça possuía formato arredondado, concavo, e ligeiramente curto comparado com os tubérculos maior e menor. O colo do úmero mostrou aspecto liso. A diáfise umeral era lisa, e curvada. A tuberosidade deltoide era rugosa, levemente retangular, porém irregular. Na epífise distal do osso, observou-se a fossa radial rasa, não tão profunda, que ficava entre os epicôndilos lateral e medial, na vista ventral. Dorsalmente, observou-se a fossa do olécrano, que era profunda e ovalada, centralizada e dividida pelos epicôndilos lateral e medial que possuíam aspecto irregular, ovalado e que se articulavam perfeitamente com a tróclea do rádio. No rinoceronte-branco, a cabeça do úmero era pequena e concava, seu colo era afilado, e seus tubérculos maior e menor eram irregulares. A diáfise umeral era lisa, mais larga na região da epífise proximal, e era lisa e estreita até os epicôndilos na epífise distal. Os epicôndilos medial e lateral eram irregulares e de aspecto arredondado. A fossa radial era rasa no aspecto ventral do osso, e a fossa do olecrano também era rasa, se comparado ao hipopótamo-comum (Figuras 3, 4).

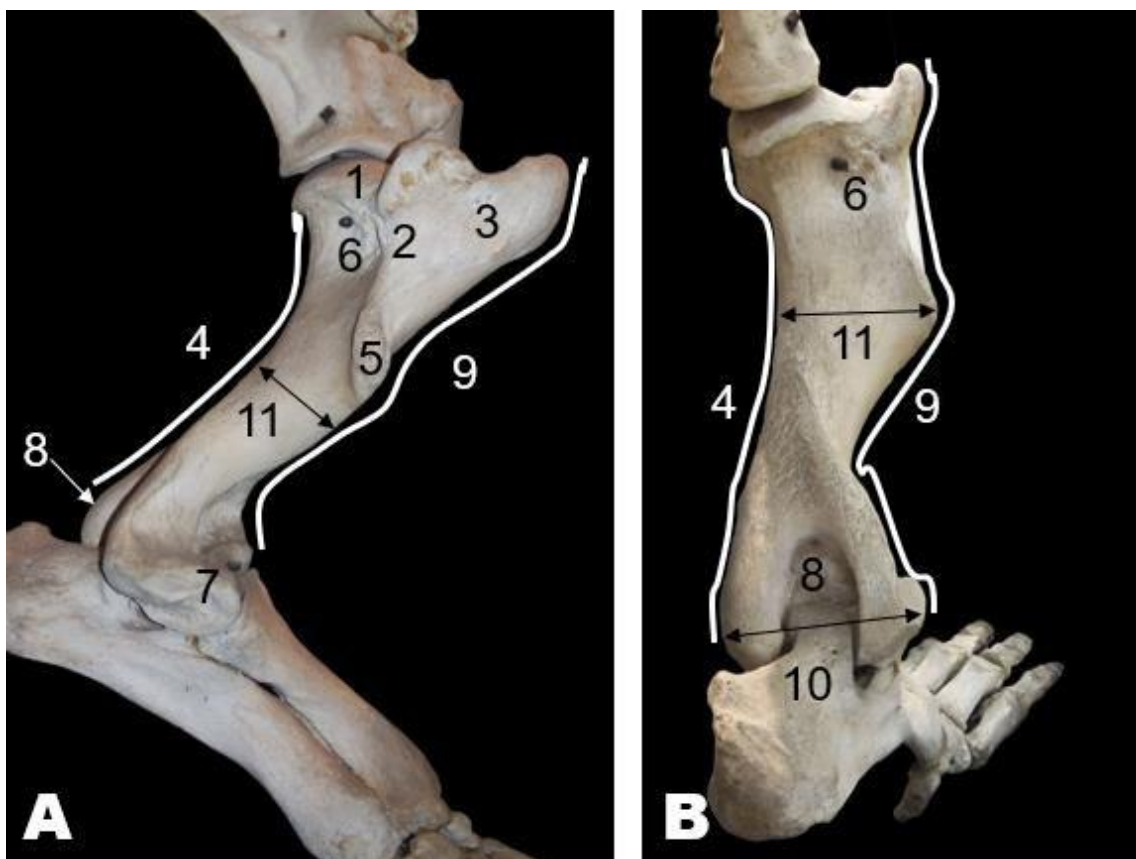


Figura 4. Úmero de hipopótamo-comum (A: Vista lateral, B: vista caudal). 1. Cabeça do úmero, 2. Colo do úmero, 3. Distância entre a tubérculo maior e menor do úmero, 4. Comprimento do úmero, 5. Tuberosidade deltoide, 6. Área de inserção do musculo infraespinhal, 7. Fossa radial, 8. Fossa do olecrano, 9. Diáfise, 10. Distância entre os epicôndilos lateral e medial, 11. Largura da diáfise umeral.

Neste estudo, pouca informação foi possível sobre o rádio e a ulna devido a pesquisa ser realizada em esqueletos articulados. Os dois animais estudados apresentaram ulna independente do rádio. No hipopótamo-comum, a ulna era um osso longo com olécrano regular, e proeminente. O processo ancôneo era arredondado e curto. Aparentemente, a incisura troclear era profunda e com circunferência adequada à articulação com o úmero. A diáfise da ulna era uniforme larga e curta. A epífise distal mostrou-se com aspecto irregular. O processo estiloide da ulna era quase reto, e afilava sutilmente conforme encontrava a epífise distal. O rádio do hipopótamo-comum era menor que a ulna. Em sua epífise proximal havia a incisura troclear que se fundia com a ulna em uma angulação leve. A fôvea articular do rádio era concava e rasa e, articulava-se ao úmero. A tuberosidade do rádio era quase imperceptível, e sua diáfise era larga, curta e uniforme. Na epífise distal do rádio, a tróclea era ligeiramente pontiaguda para os carpos. A epífise distal do rádio e da ulna era quase fundida, tendo suas margens irregulares (Figura 5). Em relação ao rinoceronte-branco, a ulna era maior que o rádio, porém mais delgada. A ulna em sua epífise proximal possuía um olecrano largo, com margens irregulares e formato quase quadrado, seguido do corpo do olécrano liso e uniforme. A incisura troclear era discreta. A diáfise da ulna era uma estrutura lisa e uniforme. Na epífise distal da ulna, observou-se o processo estiloide da ulna que era poroso e irregular. O rádio do rinoceronte-branco possuía epífise proximal larga com a fôvea articular do rádio rasa. A tuberosidade do rádio apresentou um pequeno relevo. A diáfise era lisa, curva, e possuía um espaço interósseo importante. O processo estiloide do rádio encontrado na epífise distal, era de formato irregular (Figuras 5, 6).

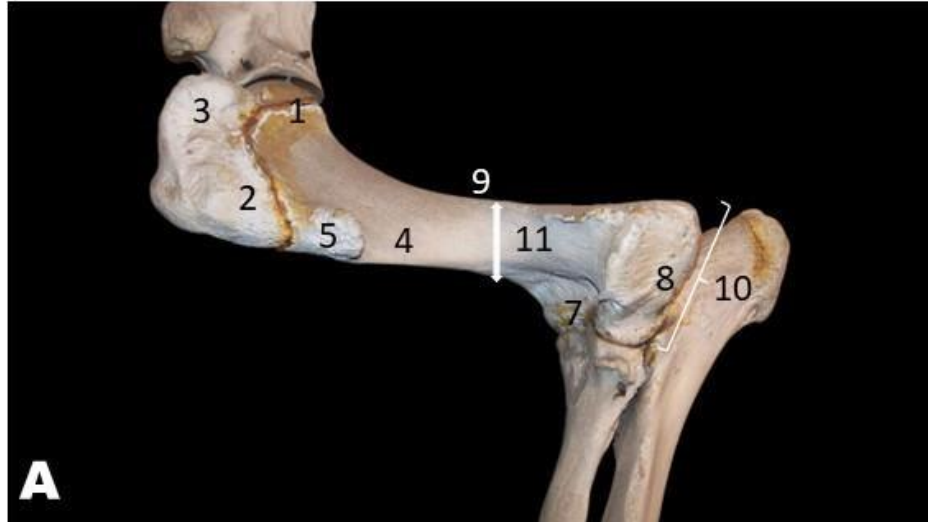


Figura 5. A) Úmero de rinoceronte-branco. 1. Cabeça do úmero, 2. Colo do úmero, 3. Distância entre a tuberosidade maior e menor do úmero, 4. Comprimento do úmero, 5. Tuberosidade deltoide, 7. Fossa radial, 8. Fossa do olecrano, 9. Diáfise, 10. Distância entre os epicôndilos lateral e medial, 11. Largura da diáfise umeral. **B) Rádio e ulna de hipopótamo-comum.** 1. Olecrano, 2. Processo ancôneo, 3. Incisura troclear, 4. Processo proximal do rádio, 5. Corpo da ulna, 6. Corpo do rádio, 7. Largura do rádio, 8. Processo estiloide da ulna, 9. Base da rádio ulna, 10. epífise distal da ulna.



Figura 6. A) Rádio e ulna de hipopótamo-comum. 1. Olecrano, 2. Processo ancôneo, 3. Incisura troclear, 4. Processo proximal do rádio, 5. Corpo da ulna, 6. Corpo do rádio, 7. Largura do rádio, 8. Processo estiloide da ulna, 9. Base da rádio ulna, 10. epífise distal da ulna.

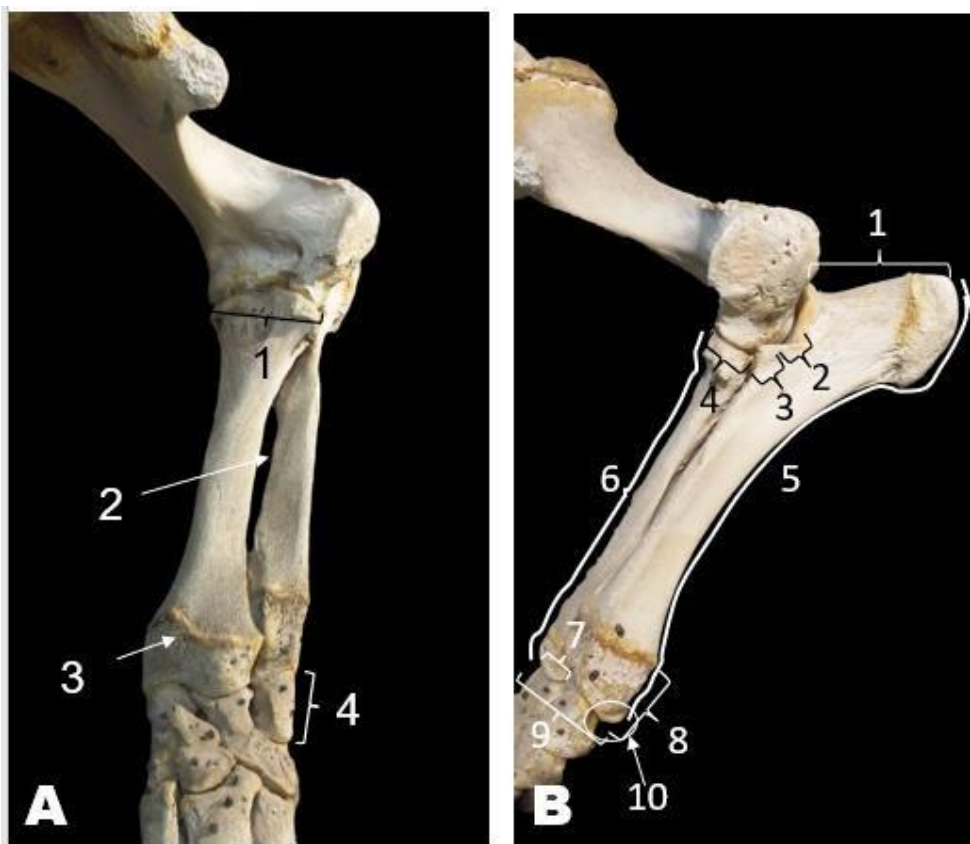


Figura 7. Rádio e ulna de rinoceronte-branco. **(A - Vista ventral)** 1. Fóvea, 2. Espaço interósseo, 3. Cista transversal, 4. Processo estilóide. **(B - Vista lateral.** 1. Olecrano, 2. Processo ancôneo, 3. Incisura troclear, 4. Processo proximal do rádio, 5. Corpo da ulna, 6. Corpo do rádio, 7. Largura do rádio, 8. Processo estilóide da ulna, 9. Base da rádio e ulna, 10. Epífise distal da ulna).

O hipopótamo-comum e o rinoceronte-branco possuíam sete ossos carpais. A fileira proximal compreendia os ossos escafoide, semilunar e piramidal, já a fileira distal era composta pelos ossos trapézio, trapezoide, capitato e hamato. Não se observou ossos sesamoides nos animais deste estudo. O hipopótamo-comum possuía 4 dígitos, por isso apresentou 4 ossos metacarpais, ao passo que o rinoceronte-branco, possuía 3 dígitos, por isso mostrou 3 ossos metacarpais. Cada dígito por sua vez, apresentou 3 falanges: falanges proximal, média e distal. No hipopótamo-comum, as falanges proximais possuíam comprimentos maiores que as outras falanges, porém com larguras próximas. As falanges médias eram mais curtas que as proximais e as falanges distais tinham forma semilunar (Figura 8). No rinoceronte-branco, as falanges proximais eram retangulares, lisas em sua superfície cranial, com extremidades proximal e distal mais alongadas para articular com os metacarpos e falanges médias. Por sua vez, as falanges médias eram curtas, porém largas. As falanges distais possuíam quase o dobro da largura da falange media (Figura 8).

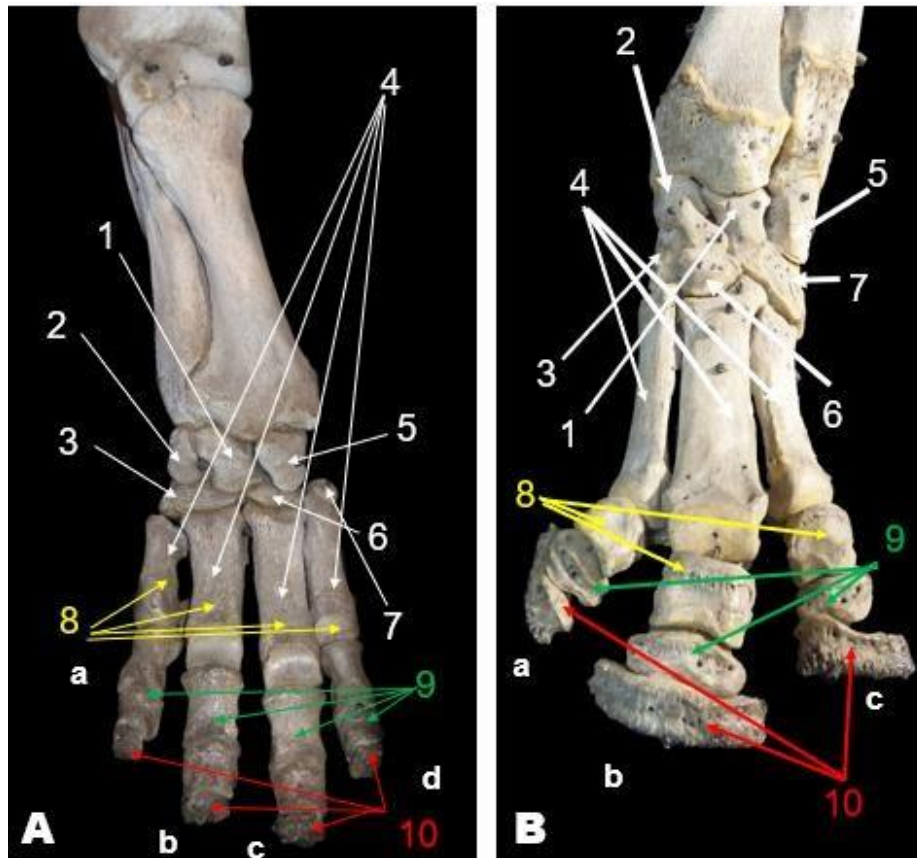


Figura 8. A) Ossos carpais, e falanges de hipopótamo-comum. **B)** Ossos carpais e falanges de rinoceronte-branco. Em ambas imagens: 1. Semilunar, 2. Escafoide, 3. Trapézio e trapezoide, 4. Metacarpos, 5. Piramidal, 6. Capitato, 7. Hamato, 8. Falanges médias, 9. Falanges distais, 10. Falanges proximais.

DISCUSSÃO

O termo unglulado refere-se aos animais que apresentam casco, compreendendo cerca de um terço de todos os gêneros de mamíferos vivos e extintos. Os unglulados incluem os Perissodáctilos (cavalos, rinocerontes e tapires) e Artiodáctilos (suínos, camelos, bovinos, cervos e hipopótamos). Etienne, Houssaye e Nguyen, (2021) afirmaram que os membros torácicos dos rinocerontes (rinoceronte-indiano e rinoceronte-branco) são mais fortes que os membros pélvicos e, que isto se deve, provavelmente, ao grande suporte do peso corpóreo e, que isto difere dos equinos que também são perissodáctilos. Para estes autores, os músculos mais fortes estão localizados na região proximal do membro torácico, o que é vantajoso, pois permite que os músculos possam ter um maior volume devido ao espaço anatômico disponível na região proximal do membro e no tronco e, também pelo fato que a grande concentração da massa muscular na região proximal do membro evita que o animal apresente segmentos distais pesados, o que dificultaria sua locomoção. E estes músculos como por exemplo, os músculos infraespinhal, subclávio, supraespinhal e deltóide estão fixos, tendo origem ou inserção, nos ossos das regiões proximais do membro torácico como a escápula e úmero (Getty, 2013).

A escápula é um osso plano, ovalado e irregular, que se encontra preso obliquamente à parte cranial da parede torácica e articula-se distalmente com a cabeça do úmero, através da cavidade glenoidal. Neste estudo, o hipopótamo-comum possuía uma escápula com formato triangular, ao passo que o rinoceronte-branco, por sua vez, possuía uma escápula de formato mais quadrilátero. Este formato da escápula do rinoceronte-branco é diferente do encontrado no equino que é triangular. É encontrado com esse formato no hipopótamo do estudo, embora rinoceronte e o equino seja perissodactilo (Souza et al., 2012; König e Liebich, 2021), embora os dois sejam perissodáctilos. A escápula normalmente tem formato triangular, como descrito para outros animais selvagens como a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e o leão (*Panthera leo*). Souza et al., 2012). Nas duas espécies

estudadas, a face lateral é dividida pela espinha da escápula, que é bastante alongada e proeminente, como nos ruminantes (König e Liebich, 2021). A fossa supraespinhal é menor, se comparada à fossa infraespinhal. As fossas supraespinhal e infraespinhal são os locais de origem dos músculos supraespinhal e infraespinhal, respectivamente. Esses músculos são os músculos mais fortes da região do ombro dos rinocerontes, exercendo um importante papel na extensão e estabilização da articulação escapulo-umeral (Etienne et al., 2021).

A tuberosidade da espinha da escápula foi observada na face lateral da escápula, a qual serve de inserção para o músculo trapézio (Fisher et al., 2007). O hipopótamo-comum apresentou o processo ósseo denominado de acrômio, ambos similar ao encontrado nos ruminantes (König e Liebich, 2021) e no hipopótamo-pigmeu (Fisher et al., 2007), já o rinoceronte-branco não possuía acrômio. O acrômio representa o local de origem da parte acromial do músculo deltóide (Fisher et al., 2007; Etienne et al., 2021).

O úmero é um osso longo típico e como tal é constituído de corpo (ou diáfise) e extremidades distal e proximal (ou epífises). Articula-se proximalmente com a cavidade glenoidal da escápula e, distalmente com o rádio e a ulna (König e Liebich, 2021). Os tubérculos maior e menor foram observados na epífise proximal do úmero do rinoceronte-branco e do hipopótamo-comum. Os dois animais estudados possuem, portanto, um sulco intertubercular único, já que não há tubérculo intermédio, o que é similar ao descrito para o bovino e diferente ao relatado para o equino, o qual possui o sulco intertubercular dividido em duas partes pela presença do tubérculo intermédio (König e Liebich, 2021). O corpo do úmero é cilíndrico e em sua face lateral localiza-se a tuberosidade deltóidea, que possui aspecto rugoso e que se mostrou bastante desenvolvida nas duas espécies de megamamíferos estudadas. A tuberosidade deltóidea representa o local de inserção do músculo deltóide (Fisher et al., 2007; Etienne et al., 2021). O músculo deltóide flete e abduz a articulação escapulo-umeral (Fisher et al., 2007). Na face medial do úmero, foi possível observar a tuberosidade redonda maior, a qual corresponde ao local de inserção dos músculos redondo maior e latíssimo do dorso (Fisher et al., 2007; Etienne et al., 2021). O músculo latíssimo do dorso encontrado nos rinocerontes é muito mais forte ao músculo homônimo observado nos equinos (Etienne et al., 2021). A epífise distal do úmero nos animais estudados não mostrou diferenças em relação ao reportado para esta região nos animais domésticos (König e Liebich, 2021).

Os ossos rádio e ulna são encontrados na região do antebraço dos mamíferos. Os dois ossos estão bem unidos no hipopótamo-comum, com um diminuto espaço interósseo, ao passo que no rinoceronte-branco, o rádio e a ulna guardam um espaço interósseo maior. De qualquer maneira, a ulna pode ser visualizada em toda sua extensão, à semelhança do que ocorre em bovinos e, diferente do que é encontrado em equinos, onde a ulna se funde ao rádio (König e Liebich, 2021). A fusão da ulna com o rádio quando ocorre, impede os movimentos de supinação e pronação em mamíferos domésticos como nos equinos (Singh, 2019).

O rádio é um osso longo que se articula proximalmente com a superfície articular distal do úmero e com a ulna e, distalmente se articula com a ulna e com a fileira proximal dos ossos carpais. Na epífise proximal do rádio, pode-se observar a tuberosidade radial, que apareceu nos rádios dos dois megamamíferos estudados. A tuberosidade radial representa o local de inserção do músculo bíceps braquial. Este músculo tem origem no tubérculo supraglenoidal da escápula, passa pelo sulco intertubercular do úmero e se insere na tuberosidade radial do rádio (Fisher et al., 2007; Etienne et al., 2021). O músculo bíceps braquial é um músculo potente que promove flexão da articulação escapulo-umeral e flexão do antebraço (Etienne et al., 2021). Em animais com elevado peso corporal como os rinocerontes, parece que esta área de inserção do músculo bíceps braquial é mais desenvolvida e robusta (Mallet et al., 2019; Etienne et al., 2021).

O outro osso do antebraço é a ulna que se articula proximalmente com o úmero e com o rádio, e distal e lateralmente com a fileira distal dos ossos carpais. A ulna possui uma extremidade proximal que se projeta além da superfície articular para formar o olecrano. O olecrano constitui um ponto de referência no membro torácico dos animais e, representa o local de fixação do músculo tríceps braquial e, era bem desenvolvido nos animais deste estudo. O músculo tríceps braquial é formado por 3 cabeças nos hipopótamo-comum e nos rinocerontes-brancos (Fisher et al., 2007; Etienne et al., 2021). Este músculo, especialmente a cabeça longa, está entre os músculos mais fortes do animal. Provavelmente, a ação dos potentes músculos tríceps braquial, bíceps braquial, infraespinhal e supraespinhal é de grande importância para suportar o membro torácico dos rinocerontes contra a ação da gravidade (Etienne et al., 2021).

O esqueleto da mão é composto pelos ossos carpais, metacarpais e falanges (König e Liebich, 2021). Os ossos carpais se dispõem em duas fileiras: uma proximal e outra distal. A fileira proximal é formada, em sequência mediolateral, pelos ossos carpo radial (ou escafoide), carpo intermédio (ou semilunar), carpo ulnar (ou piramidal) e carpo acessório (ou pisiforme), ao passo que a fileira distal, por sua vez, é constituída pelos ossos primeiro osso carpal (ou trapézio), segundo osso carpal (ou trapezoide), terceiro osso carpal (ou capitato) e quarto osso carpal (ou hamato) (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017). A fileira proximal se articula com o rádio e a ulna na articulação antebraquiocarpal e a fileira distal se articula com os ossos metacarpais para formar a articulação carpometacarpal. O hipopótamo-comum e o rinoceronte-branco deste estudo apresentam todos os ossos carpais das fileiras proximal e distal, similar ao descrito para suínos (König e Liebich, 2021) e para o hipopótamo-pigmeu (Fisher et al., 2017).

As espécies deste estudo, hipopótamo-comum e rinoceronte-branco, possuem quatro e três ossos metacarpais, respectivamente, sempre denominados de medial para lateral. Dos quatro ossos metacarpais encontrados no hipopótamo-comum, o segundo e terceiro ossos metacarpais são os mais desenvolvidos, à semelhança do descrito para o suíno, que também possuem quatro ossos metacarpais no membro torácico (König e Liebich, 2021), porém a característica anatômica, onde o terceiro e o quarto metacarpais serem maiores e mais robustos no hipopótamo-comum diferente da anta, que embora também possua quatro ossos metacarpais no membro torácico, o terceiro metacarpal é o mais desenvolvido de todos e o quinto o menos desenvolvido (Endo et al., 2019).

Nos dígitos dos animais deste estudo, foram encontradas três falanges: proximal, média e distal, o que é similar ao descrito para animais domésticos como os equinos, bovinos e suínos (König e Liebich, 2021). Ossos sesamoides não foram observados nos animais deste estudo, embora descritos para o hipopótamo-pigmeu (Fisher et al., 2007), talvez pelo fato deste estudo ter sido realizado em esqueletos de acervos do Museu e, estes ossos terem se perdido com o tempo. Regnault et al. (2013) também não observaram ossos sesamoides distais em rinocerontes-brancos e negros.

O aspecto dorsal das falanges representa o sítio de inserção dos músculos extensor digital comum e extensor digital lateral, já o aspecto palmar das falanges se constitui no local de inserção dos músculos flexor digital superficial (nas falanges médias) e flexor digital profundo (nas falanges distais) (Etienne et al., 2021). Além destes músculos extrínsecos da mão, temos também os músculos intrínsecos da mão que se inserem nas falanges, como os músculos descritos para o hipopótamo-pigmeu por Fisher et al. (2007). Para estes autores, estes músculos intrínsecos correspondem, por exemplo, aos músculos flexor digital curto, lumbricais, abductor do dígito V, addutor do dígito V, addutor do dígito II, interósseos. Endo et al. (2019) sugerem a partir de um estudo em hipopótamos e antas, utilizando tomografia computadorizada, que o alargamento médio-lateral da mão e do pé destes animais e, a adução e abdução do segundo e quinto dígitos poderiam ser adaptações para a locomoção do hipopótamo em ambientes submersos em água. Segundo estes autores, quando caminha na água, o movimento médio-lateral (abdução e adução) das falanges poderia reduzir a resistência da água e poderia estabilizar o corpo em terrenos úmidos ou corpos de água.

Os megamamíferos analisados neste estudo foram o rinoceronte-branco que possui três dígitos e é classificado como perissodáctilo e, o hipopótamo-comum, o qual possui quatro dígitos e é classificado como artiodáctilo. O estudo das estruturas ósseas dos membros torácicos dos megaherbívoros estudados foi dificultado pelo fato dos ossos estudados pertencerem a esqueletos articulados pertencentes ao acervo de Museu de Anatomia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade de São Paulo, como por exemplo desta dificuldade, não foram identificados ossos sesamoides, o que poderia sugerir a perda destes ossos durante o processo de maceração óssea ou sua ausência nestes animais. Embora tenha sido analisado apenas um animal de cada espécie, podemos sugerir que, com algumas diferenças próprias das espécies, a estrutura óssea encontrada nos megaherbívoros hipopótamo-comum e rinoceronte-branco estudados, foi semelhante à descrita para outros ungulados domésticos, como os equinos e bovinos. Além disso, este trabalho pode auxiliar médicos veterinários nos cuidados de saúde óssea, bem-estar animal e conforto de tais espécies presentes nos parques zoológicos brasileiros, já que afecções podais ou possíveis erros de manejo, diferenças no ambiente, diferenças no manejo alimentar destes animais podem impactar a estrutura óssea dos membros torácicos, principalmente das partes distais destes membros.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Museu de Anatomia Veterinária (MAV) Prof. Dr. Plínio Pinto e Silva, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, USP, por permitir o acesso aos esqueletos.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Endo H., Yoshida M., Nguyen T.S., Akiba Y., Takeda M. & Kudo K. 2019. Three-dimensional CT examination of the forefoot and hindfoot of the hippopotamus and tapir during a semiaquatic walking. *Anat. Histol. Embryol.* 48:3-11. <<https://dx.doi.org/10.1111/ahe.12405>>
- Etienne C., Houssaye A. & Hutchinson J.R. 2021. Limb myology and muscle architecture of the indian rhinoceros *Rhinoceros unicornis* and the white rhinoceros *Ceratotherium simum* (Mammalia: Rhinocerotidae). *Peer J.* 9:e11314. <<https://dx.doi.org/10.7717/peerj.11314>>
- Fisher R.E., Scott K.M. & Naples V.L. 2007. Forelimb myology of the pygmy hippopotamus (*Choeropsis liberiensis*). *Anat. Rec.* 290:673-693. <<https://dx.doi.org/10.1002/ar.20531>>
- Fisher R.E., Scott K.M. & Adrian B. 2010. Hind limb myology of the common hippopotamus *Hippopotamus amphibius* (Artiodactyla: Hippopotamidae). *Zool. J. Linn. Soc.* 158:661-682. <<https://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.2009.00558.x>>
- Galateanu G., Hildebrandt T.B., Maillot A., Etienne P., Potier R., Mulot B., Saragusty J. & Hemes R. 2013. One small step for rhinos, one giant leap for wildlife management-imaging diagnosis of bone pathology in distal limb. *Plos One* 8(7):e68493. <<https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0068493>>
- Gerard M.P., Glyphis Z.G., Crawford C., Blikslager A.T., Marais J. 2018. Identification of a nasalconchal paranasal sinus in the white rhinoceros (*Ceratotherium simum*). *J. Zoo Wild. Res.* 49(2):444-449. <<https://dx.doi.org/10.1638/2017-01851>>
- Getty, R in: Sisson & Grosman. Anatomia dos animais domésticos. 2013. Editora Guanabara Koogan LTDA.
- Hieronymus T.L., Witmer L.M. & Ridgely R.C. 2006. Structure of white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) horn investigated by X-ray computed tomography and histology with implications for growth and external form. *J. Morphol.* 267:1172-1176. <<https://dx.doi.org/10.1002/jmor.10465>>
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 2017. Nomina Anatomica Veterinaria. 6a. ed. World Association of Veterinary Anatomists, Hannover, Germany.
- Kardong K.V. 2019. Vertebrados. Anatomia comparada, função e evolução. 7a. ed. Roca, São Paulo, RS, 787p.
- König H.E. & Liebich H.G. 2021. Anatomia dos animais domésticos: Texto e atlas. 7a. ed. Artmed, Porto Alegre, RS. 856p.
- Malta M.C.C., Luppi M.M. & Tinoco H.P. 2002. Perissodactyla. Equidae e Rhinocerotidae (zebras e rinocerontes). p.1097-1119. In: Cubas Z.S., Silva J.C.R. & Catão-Dias J.L. (Eds), Tratado de animais selvagens. 2a. ed., Roca, São Paulo, SP.
- Mallet C., Cornette R., Billet G. & Houssaye A. 2019. Interspecific variation in the limb long bones among modern rhinoceroses – extant and drivers. *Peer J* 7:e7647. <<https://dx.doi.org/10.7717/peerj.7647>>
- Mi R., Shao Z.Z. & Vollrath F. 2019. Creating artificial Rhino horns from horse hair. *Scient Rep.* 9:16233. <<https://dx.doi.org/10.1038/s41598-019052527-S>>
- Miller R.E. & Fowler M. 2012. Fowler's zoo and wild animal medicine. Elsevier-Saunders, Saint Louis, MO, USA.
- Nery A.L. Antes da urna eletrônica, Tião e Cacareco foram bem votados. G1: portal de notícias da Globo, Rio de Janeiro, 27 set. 2006. Disponível em: <<https://g1.globo.com/Noticias/Eleicoes/0,,AA1285627-6300,00->

- ANTES+DA+URNA+ELETRONICA+TIAO+E+CACARECO+FORAM+BEM+VOTADOS.html >. Acesso em: 30 mar. 2022.
- Pachaly J.R., Monteiro Filho L.P.c. 2014. Artiodactyla – Hippopotamidae (Hipopótamos). p.1243-1260. In: Cubas Z.S., Silva J.C.R. & Catão-Dias J.L. (Eds), Tratado de animais selvagens. 2a. ed., Roca, São Paulo., SP.
- Panagiotopoulou O., Pataky T.C. & Hutchinson J.R. 2019. Foot pressure distribution in white rhinoceroses (*Ceratotherium simum*) during wading. Peer J 7:e6881. <<https://dx.doi.org/10.7717/peerj.6881>>
- Regnault S., Hermes R., Hildebrandt T., Hutchinson J., & Weller R. 2013. Osteopathology in the feet of rhinoceroses: Lesion type and distribution. J. Zoo Wildl. Med. 44(4):918-927. <<https://dx.doi.org/10.1638/2012-0277R1.1>>
- Ribeiro A.S.R. 2017. Sua excelência, "vereador" Cacareco. São Paulo: Assembleia Legislativa de São Paulo. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=286282>> Acesso em: 30 mar. 2017.
- Schaffer N.E., Foley G.L., Gill S., & Pope C.E. 2001. Clinical implications of rhinoceros reproductive tract anatomy and histology. J Zoo Wildl. Med. 32(1):31-46. <[https://dx.doi.org/10.1638/1042-7260\(2001\)032\[0031:CIORRT\]2.0.CO;2](https://dx.doi.org/10.1638/1042-7260(2001)032[0031:CIORRT]2.0.CO;2)>
- Schellhorn R. 2018. A potential link between lateral semicircular canal orientation, head posture, and dietary habits in extant rhinos (*Perissodactyla*, *Rhinocerotidae*). J. Morphol. 279:50-61. <<https://dx.doi.org/10.1002/jmor.20753>>
- Singh B. 2019. Dyce, Sack e Wensing Tratado de anatomia veterinária. 5ª. ed., GEN Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, RJ. 872p.
- Souza J.B.S., Lima Filho J.A.C., Cruz J.A.L.O. & Santos R.M.B. 2012. Estudo da anatomia comparada entre as escápulas dos esqueletos do museu de anatomia da UFRPE como complemento de aulas de Osteologia. Jornada De Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE, Recife, PE, p.12. (Resumo).
- Zahari Z.Z., Rosnina Y., Wahid H. & Jainudeen M.R. 2022. Gross anatomy and ultrasonographic images of the reproductive system of the Sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus summatrensis*). Anat. Hist. Embryol. 31:350-354. <<https://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0264.2002.00416.x>>

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1. A) Escápula do hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*), B) Escápula do rinoceronte-branco (*Cerathoeterum simum*): 1. Margem dorsal da escápula, 2. Espinha da escápula, 3. Acrômio, 4. Fossa infraespinhal, 5. Fossa supraespinhal, 6. Colo da escápula, 7. Tubérculo supraglenoidal, 8. Cavidade glenoidal.

Figura 2. Úmero de hipopótamo-comum (A: Vista lateral, B: vista dorsal). 1. Cabeça do úmero, 2. Colo do úmero, 3. Distância entre a tuberosidade maior e menor do úmero, 4. Comprimento do úmero, 5. Tuberosidade deltoide, 6. Área de inserção do musculo infraespinhal, 7. Fossa radial, 8. Fossa do olecrano, 9. Diáfise, 10. Distância entre os epicôndilos lateral e medial, 11. Largura da diáfise umeral.

Figura 3. A) Úmero de rinoceronte-branco. 1. Cabeça do úmero, 2. Colo do úmero, 3. Distância entre a tuberosidade maior e menor do úmero, 4. Comprimento do úmero, 5. Tuberosidade deltoide, 7. Fossa radial, 8. Fossa do olecrano, 9. Diáfise, 10. Distância entre os epicôndilos lateral e medial, 11. Largura da diáfise umeral. B) Rádio e ulna de hipopótamo-comum. 1. Olecrano, 2. Processo ancôneo, 3. Incisura troclear, 4. Processo proximal do rádio, 5. Corpo da ulna, 6. Corpo do rádio, 7. Largura do rádio, 8. Processo estiloide da ulna, 9. Base da rádio ulna, 10. epífise distal da ulna.

Figura 4. A) Rádio e ulna de hipopótamo-comum. 1. Olecrano, 2. Processo ancôneo, 3. Incisura troclear, 4. Processo proximal do rádio, 5. Corpo da ulna, 6. Corpo do rádio, 7. Largura do rádio, 8. Processo estiloide da ulna, 9. Base da rádio ulna, 10. epífise distal da ulna.

Figura 5. Rádio e ulna de rinoceronte-branco. (A – Vista ventral) (B – Vista lateral. 1. Olecrano, 2. Processo ancôneo, 3. Incisura troclear, 4. Processo proximal do rádio, 5. Corpo da ulna, 6. Corpo do rádio, 7. Largura do rádio, 8. Processo estiloide da ulna, 9. Base da rádio e ulna, 10. Epífise distal da ulna).

Figura 6. A) Ossos carpais, e falanges de hipopótamo-comum. B) Ossos carpais e falanges de rinoceronte-branco. Em ambas imagens: 1. Semilunar, 2. Escafoide, 3, Trapézio e trapezoide, 4. Metacarpos, 5. Piramidal, 6. Capitato, 7. Hamato, 8. Falanges medias, 9. Falanges distais, 10. Falanges proximais.

ANEXO 1 – Autorização Comitê de Ética de Uso Animal – FMVZ/UNES

ATESTADO

Atesto que o Projeto "Anatomia óssea dos membros torácico nos megaherbívoros ungulados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*)" **Protocolo CEUA 0246/2021**, a ser conduzido por Pedro Leonardo Sangaleti Gallina, responsável/orientador Prof Dr Bruno Cesar Schimming, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	15/03/2022 a 01/08/2023
Nome Comum / Espécie / Linhagem	//
Raça	
Nº de animais machos	0
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	0
Peso médio de animais machos	0
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	0
Idade	ano(s) e 0 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	ESQUELETOS DO ACERVO DO MUSEU DE ANATOMIA VETERINÁ

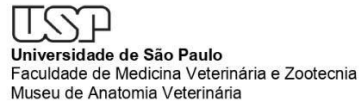
Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 09/03/2022



JULIANY GOMES QUITZAN

Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

ANEXO 2 – AUTORIZAÇÃO DO USO DE IMAGEM MAV/USP



DECLARAÇÃO

Declaro que o Museu de Anatomia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo recebeu ao longo do mês de julho de 2021 o aluno Pedro Leonardo Sangaleti Gallina, portador do RG 35.099.516-3, pelo Programa de Pós-Graduação de Animais Selvagens da UNESP -Botucatu, para visita técnica e produção de fotografias de exemplares de esqueletos macerados e apresentados na exposição de longa duração do Museu, com vistas ao desenvolvimento da pesquisa de sua tese intitulada: "Anatomia óssea dos membros torácico nos megaherbívoros ungulados rinoceronte-branco (*Ceratotherium simum*) e hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*)".

Foram estudados e fotografados os seguintes espécimes:

- Rinoceronte branco (*Ceratotherium simum*)
- Hipopótamo-comum (*Hippopotamus amphibius*)
- Girafa (*Giraffa camelopardalis*)
- Elefante africano (*Loxodonta africana*)

Declaro também que estes quatro exemplares pertencem ao acervo do Museu de Anatomia Veterinária da FMVZ USP, com origens de Zoológicos brasileiros, sendo as suas carcaças doadas ao Museu após o obtido por causas naturais, preparados com finalidade educativa e com amplo acesso de visitas e de consultas públicas. As imagens deverão necessariamente serem referenciadas da seguinte forma: *Exemplar pertencente ao Museu de Anatomia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.*

São Paulo, 03 de janeiro de 2022.


Maurício Candido da Silva
Chefe do Museu



Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87 – Cidade Universitária Armando de Sales Oliveira
São Paulo/SP – Brasil | CEP 05508-270 | Tel. +55 11 3091-1309
mavfmvz@usp.br www.mav.fmvz.usp.br facebook.com/fmvz.mav