

Anatomia macroscópica e vascularização do encéfalo de emas (*Rhea americana americana*)*

Macroscopic Anatomy and Brain Vascularization in the Greater Rhea (*Rhea americana americana*)

Herson da Silva Costa¹, Hélio Noberto de Araújo Júnior¹, Ferdinando Vinícius Fernandes Bezerra¹, Carlos Eduardo Vale Rebouças¹, Danilo José Ayres de Menezes², Carlos Eduardo Bezerra de Moura¹ & Moacir Franco de Oliveira¹

ABSTRACT

Background: The *Rhea americana americana* is a wild bird belonging to the group of Ratites, and is important from the scientific point of view given their adaptability to captivity. Considering that information about its morphology is important for the viability of domesticating the species, the aim of this study was to macroscopically identify the brain regions, as well as the cerebral arteries and the cerebral arterial circuit in order to establish the cerebral vascular pattern and systematization.

Materials, Methods & Results: Twenty one brains from young and adult Greater Rheas of both sexes were used from animals that had died due to natural causes and were then kept in a freezer. The specimens were thawed and incised in the cervical region to allow exposure of the left common carotid artery, which was cannulated. The vascular system was rinsed with 0.9% saline solution, then perfused with latex Neoprene 650 stained with red pigment. The animals were subsequently fixed in 3.7% aqueous formaldehyde solution for 72 h, and then they were dissected by removing the bones from the skull cap. The brains were analyzed, and the structures were identified, photographed, schematized and denominated. Morphometric measurements were performed on the basilar and cerebellar ventral caudal arteries, recording the values of length and width in millimeters with the aid of a digital caliper. The brain was divided into: telencephalon, diencephalon, brainstem and cerebellum; while externally, the observed structures are: olfactory bulbs, optical lobes, optic nerves, optic chiasm, pituitary and pineal glands. Vascularization was performed by the following arteries: ventral spinal artery, basilar artery, ventricular cerebellar arteries, medium ventricular cerebellar arteries, caudal branches of the carotid arteries of the brain, ventral mesencephalic artery, cerebral caudal arteries, rostral branches of the carotid arteries of the brain, middle cerebral arteries, cerebroethmoidal arteries, rostral intercerebral anastomosis, rostral cerebral arteries, ethmoidal arteries, internal ophthalmic arteries, inter-hemispheric artery, pituitary arteries, dorsal mesencephalic tectal arteries, dorsal cerebellar arteries, occipital, pineal and dorsal hemispherical branches. The cerebral arterial circuit was both caudally and rostrally closed in 100.0% of the samples, being composed of the arteries: basilar artery, caudal branches of the carotid brain, rostral branches of the brain carotid, cerebroethmoidal arteries and rostral intercerebral anastomosis.

Discussion: Encephalon classification regarding the presence or absence of gyri is a characteristic associated to evolutionary aspects among vertebrates, being respectively considered as lisenkephalon or girenkephalus when it presents or does not present convolutions. In Greater Rheas, the telencephalon was quite developed, with a relatively rounded shape and the absence of sulci and convolutions in the cortex, which allowed it to be classified as a lisenkephalon. Such findings resemble those described for the ostrich and in a comparative study involving kiwis, emus, owls and pigeons, although different sizes and forms of telencephalon development were observed in the latter. Regarding the cerebral arterial circuit, this structure in Rheas was complete and both caudally and rostrally closed in 100.0% of the specimens. Our findings differ from those observed for ostriches, in which a rostrally open behavior has been described, while it is caudally closed in 20.0% of cases and opened in 80.0%. Regarding the vascular type of the brain, in the Rhea it was observed that there was only contribution of the carotid system, similar to that found for birds such as ostriches and turkeys which confer a type I encephalic vascularization.

Keywords: arteries, brain, arterial circuit, morphometry, ratites.

Descritores: artérias, cérebro, circuito arterioso, morfometria, ratitas.

DOI: 10.22456/1679-9216.82002

Received: 30 October 2017

Accepted: 2 March 2018

Published: 16 March 2018

*Article based on a Thesis submitted by the senior author in partial fulfillment of requirements for the Master's Degree. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), Mossoró, RN, Brazil. ¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró. ²Departamento de Morfologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN. CORRESPONDENCE: H.S. Costa [herson-costa@hotmail.com - Tel.: +55 (84) 3317-8381]. Centro de Ciências Agrárias - UFERSA. Av. Francisco Mota n. 572. Bairro Costa e Silva. CEP 59.625-900 Mossoró, RN, Brazil.

INTRODUÇÃO

A ema é uma ave pertencente ao grupo das Ratitas, dada sua incapacidade para voar [5]. Possui distribuição nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil [14], sendo dotada de grande importância científica, devido sua notável adaptabilidade em cativeiro. Tal característica têm favorecido os estudos relacionados à sua morfologia, em especial, os que envolvem o encéfalo, órgão muito importante por atuar na regulação nos diversos sistemas do organismo, além disso, ainda carece de informações na literatura a esse aspecto, sendo tal investigação de suma importância para auxiliar seu manejo zootécnico e sanitário [10].

Assim, estudos com encéfalo tiveram início em pesquisas realizadas em mamíferos [6], que trouxeram importantes considerações sobre a filogenia ao descrever os padrões das artérias encefálicas, bem como, classificou a irrigação da base do encéfalo, em três tipos, sendo o tipo I, ocorrendo exclusivamente via sistema carótico, tipo II, quando ocorrem pelos sistemas carótico e vertebrobasilar e do tipo III, quando ocorre exclusivamente via sistema vertebrobasilar.

Assim, levando em consideração a importância científica e mesmo econômica da espécie, bem como, pela ausência de trabalhos envolvendo a morfologia do encéfalo de emas, objetivou-se então, identificar macroscopicamente as regiões do encéfalo, assim como, as artérias cerebrais e o circuito arterioso cerebral, de modo a estabelecer seu padrão vascular e sistematização. Tais resultados poderão ser úteis para o estudo anatomopatológico da espécie, como também auxiliar pesquisas na área clínica e cirúrgica envolvendo o encéfalo e suas diversas patologias.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Foram utilizados 15 encéfalos de emas adultas (18 meses), sendo 13 fêmeas e 2 machos e, 5 jovens (2 meses), sendo 3 fêmeas e 2 machos para o estudo da vascularização arterial do encéfalo e, 1 encéfalo (2 meses, fêmea) foi utilizado para analisar sua morfologia interna, totalizando 21 amostras. Estes animais vieram a óbito por causas naturais e foram conservados em freezer, inteiros quando jovens e a porção cabeça/pescoço quando adultos no Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). O experimento foi

aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais conforme processo nº 23091.010469/2016-03.

Técnica anatômica

Os animais foram descongelados e incisados na região cervical, para exposição da artéria carótida comum esquerda, a qual foi canulada e o sistema vascular lavado com solução salina a 0,9%, e logo após, perfundido com látex Neoprene 650¹, corado com pigmento vermelho². Depois, as peças foram fixadas em solução aquosa de formaldeído a 3,7%, por 72 h, e posteriormente realizaram-se as dissecações com remoção dos ossos da calota craniana, com auxílio de uma serra oscilatória (Dremel® 3000)³.

Análise das estruturas

Os encéfalos foram removidos e analisados pela superfície ventral, dorsal, medial e lateral utilizando quando necessário, uma lupa (Zeiss - 10x), sendo as estruturas, identificadas, fotografadas, esquematizadas e nominadas de acordo com a nomenclatura adotada pela literatura [1]. Realizou-se ainda, a morfometria das artérias, sendo tomados valores de comprimento e largura em milímetros com auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo®)⁴.

Análise estatística

A análise baseou-se no cálculo de porcentagem simples, sendo os resultados expostos com base na anatomia descritiva e comparados com a literatura referente a estudos com aves domésticas e silvestres.

RESULTADOS

O encéfalo de emas dividiu-se em: telencéfalo, diencéfalo, mesencéfalo, cerebelo, ponte, medula oblonga, conectando-se a medula espinhal (Figura 1). O telencéfalo se apresentou bastante desenvolvido, com forma arredondada e do tipo lisencéfalo, uma vez que não apresentou sulcos e circunvoluções, sendo composto pelos hemisférios cerebrais (Figura 2B). Os hemisférios cerebrais, por sua vez, encontraram-se separados pela fissura longitudinal do cérebro, sendo verificadas ainda, duas eminências sagitais (elevações) e duas valéculas (depressões) [Figura 2B]. Na extremidade caudolateral dos hemisférios cerebrais, destacaram-se os lobos ópticos (direito e esquerdo), bem desenvolvidos, delimitados pela fissura transversa do cérebro. Já na extremidade rostral dos hemisférios cerebrais, observaram-se os bulbos olfatórios (direito e esquerdo) [Figura 2C]. Quanto

ao diencéfalo, esta estrutura esteve presente na região média do encéfalo, podendo observar, ventralmente as estruturas: glândula hipófise, quiasma óptico e nervo óptico, já dorsalmente, constatou-se a glândula pineal (Figura 2). Na região caudal do encéfalo, observou-se o tronco cerebral, composto pelo mesencéfalo, ponte

e medula oblonga (Figura 1). Dorsalmente ao tronco cerebral, observou-se o cerebelo, muito desenvolvido e composto de três lobos (anterior, médio e posterior), separados pelo ventrículo. Cada lobo por sua vez, foi composto pelos vermis cerebelares, sendo ainda observado as impressões: hemisférica (1) e mesencefálica (2). [Barra= 1 cm].

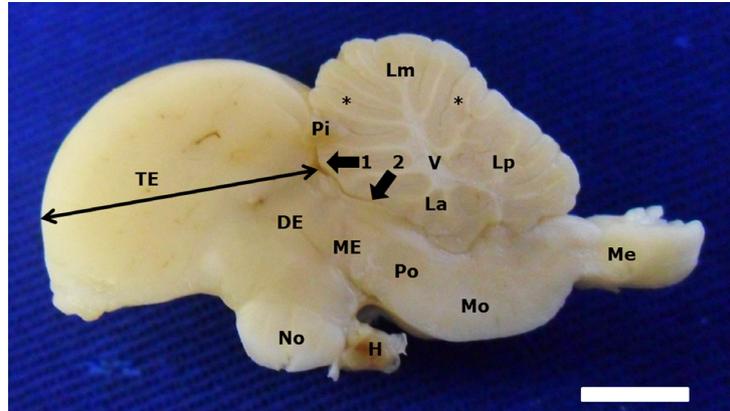


Figura 1. Macroscopia interna do encéfalo de emas, fêmea jovem - corte sagital. Observa-se as estruturas internas: telencéfalo (TE), diencéfalo (DE), mesencéfalo (ME), nervo óptico (No), ponte (Po), medula oblonga (Mo), medula espinal (Me), glândula pineal (Pi), glândula hipófise (H), lobo anterior do cerebelo (La), lobo médio do cerebelo (Lm), lobo posterior do cerebelo (Lp), ventrículo do cerebelo (V), vermis cerebelares (*), impressão hemisférica (1) e impressão mesencefálica (2). [Barra= 1 cm].

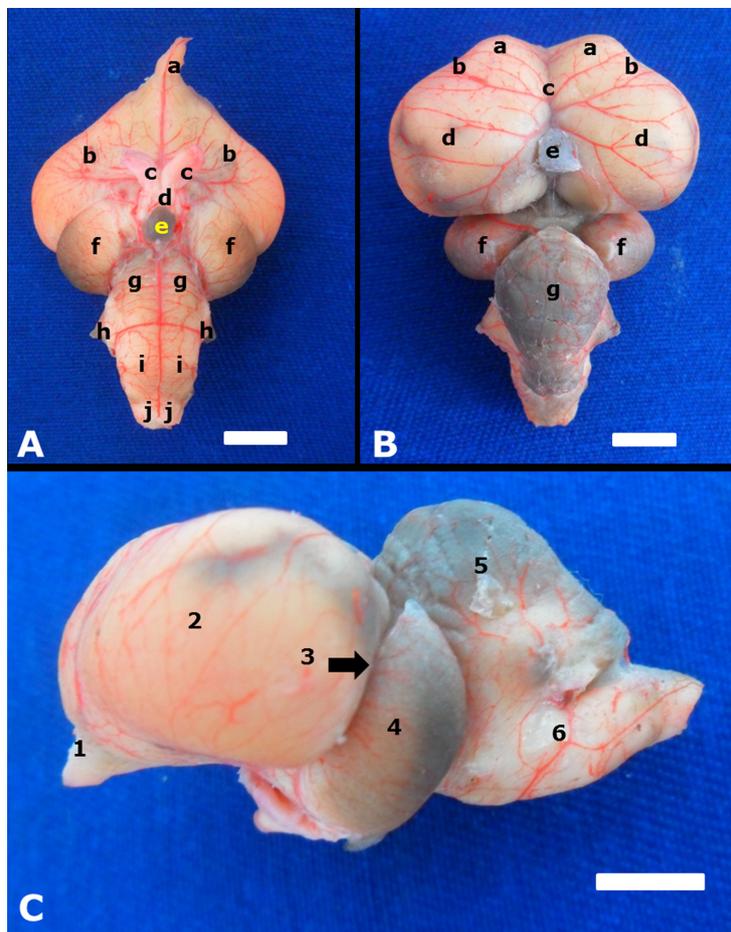


Figura 2. Anatomia macroscópica do encéfalo de emas, fêmeas adultas. A- Vista ventral: bulbo olfatório (a), hemisférios cerebrais (b), nervos ópticos (c), quiasma óptico (d), hipófise (e), lobos ópticos (f), ponte (g), flóculos (aurícula do cerebelo) (h), medula oblonga (i), medula espinal (j). B- Vista dorsal: eminência sagital (a), valécula (b), fissura longitudinal do cérebro (c), hemisférios cerebrais (d), pineal (e), lobos ópticos (f), cerebelo (g). C- Vista lateral esquerda: bulbo olfatório (1), hemisfério cerebral (2), fissura transversa do cérebro (3), lobo óptico (4), cerebelo (5) e tronco cerebral (6). [Barra= 1 cm].

Em emas, a irrigação do encéfalo foi originada a partir da artéria carótida interna esquerda, o qual deu origem a um tronco carotídeo cerebral e, logo após bifurcou-se, dando origem à artéria carótida do cérebro (direita e esquerda) na base do encéfalo, sendo esta a única fonte responsável pela irrigação

encefálica, e assim sendo classificada como do tipo I (Figura 3). Foi visto ainda, em 100.0% das amostras, uma comunicação entre as duas carótidas, denominada de anastomose intercarótica, característica importante na distribuição sanguínea em ambos os antímeros (Figura 4).

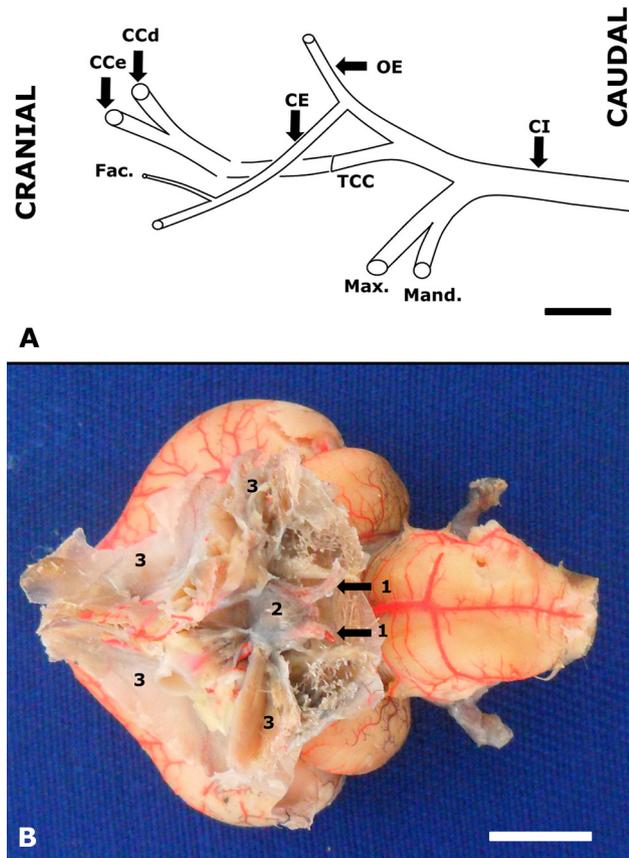


Figura 3. Origem vascular do encéfalo de emas. A- Desenho esquemático da região do pescoço. Vista lateral esquerda com as artérias: carótida interna esquerda (CI), mandibular (Mand.), maxilar (Max.), tronco carotídeo cerebral (TCC), oftálmica externa (OE), carótida externa (CE), facial (Fac.), carótida do cérebro direita (CCd) e carótida do cérebro esquerda (CCe). B- Vista ventral (macho adulto): momento da chegada ao encéfalo da artéria carótida do cérebro (direita e esquerda) (1), glândula hipófise (2), sela túrcica (3). [Barra= 1 cm].

As artérias carótidas do cérebro emitiram dois ramos, em 100,0% dos espécimes. O ramo caudal da artéria carótida do cérebro (direita e esquerda), os quais foram responsáveis por originarem as artérias: hipofisárias, tectais mesencefálicas ventrais e basilar, que por sua vez, foram importantes na vascularização da glândula hipófise, lobos ópticos e tronco cerebral, respectivamente. Já o ramo rostral da artéria carótida

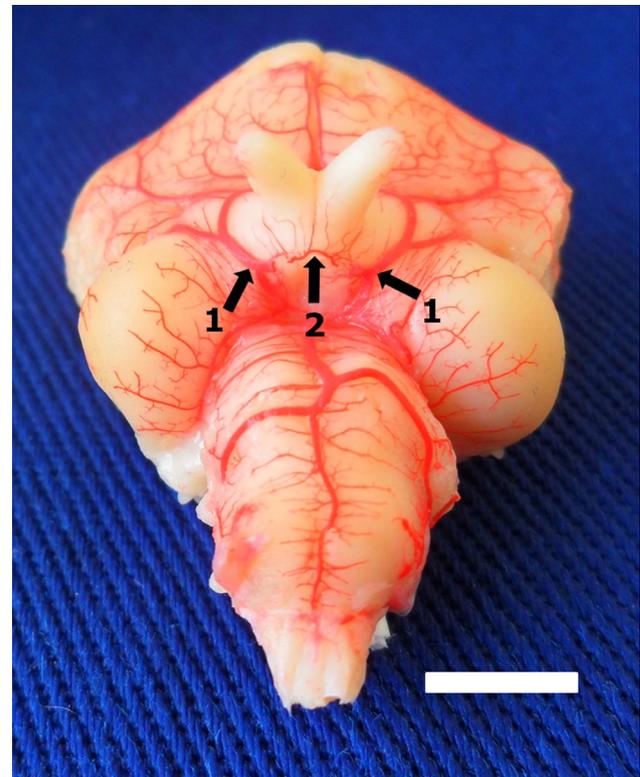


Figura 4. Fotomacrografia da base do encéfalo de emas, macho jovem - Vista ventral. Em detalhe, observa-se as artérias carótidas do cérebro (1) e a anastomose intercarótica (2). [Barra= 1 cm].

do cérebro (direita e esquerda) seguiu na altura do quiasma óptico e neste local emitiu colateralmente, a artéria cerebral caudal (direita e esquerda) e, em seguida, a artéria cerebral média (direita e esquerda) e a artéria oftálmica interna (direita e esquerda). Finalizou-se medialmente seu trajeto como seu ramo terminal, a artéria cerebroetmoidal (direita e esquerda) [Figura 5].

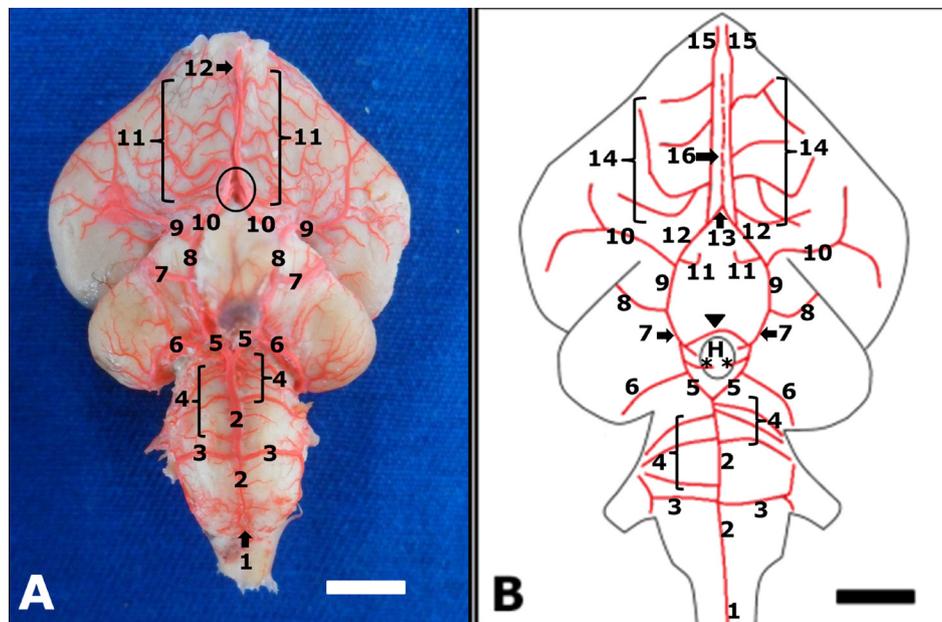


Figura 5. Vascularização arterial da base do encéfalo em emas, fêmea adulta - Vista ventral. A- Artérias: espinhal ventral (1), basilar (2), cerebelares ventrais caudais (3), cerebelares ventrais médias (4), ramos caudais das artérias carótidas do cérebro (5), tectais mesencefálicas ventrais (6), cerebrais caudais (7), ramos rostrais das artérias carótidas do cérebro (8), cerebrais médias (9), cerebrotentoriais (10), anastomose intercerebral rostral (círculo), cerebrais rostrais (11), etmoidal (12). B- Desenho esquemático, onde se observa o padrão vascular das artérias da base do encéfalo na espécie, representada pelas artérias: espinhal ventral (1), basilar (2), cerebelares ventrais caudais (3), cerebelares ventrais médias (4), ramos caudais das artérias carótidas do cérebro (5), tectais mesencefálicas ventrais (6), carótidas do cérebro (7), cerebrais caudais (8), ramos rostrais das artérias carótidas do cérebro (9), cerebrais médias (10), oftálmicas internas (11) cerebrotentoriais (12), anastomose intercerebral rostral (13), cerebrais rostrais (14), etmoidais (15), inter-hemisférica (16), anastomose intercarotídea (cabeça de seta), hipofisárias (*) e glândula hipófise (H). [Barra= 1 cm].

No sentido caudal, evidenciou-se à artéria basilar, em 100.0% das peças, sendo oriunda a partir do ramo caudal da artéria carótida do cérebro (direita e esquerda) e projetando-se na fissura mediana ventral, onde emitiu as artérias cerebelares ventrais médias e cerebelares ventrais caudais, em ambos os antímeros. Logo depois, a basilar abandonou a cavidade craniana através do forame magno e originou a artéria espinhal ventral, na região de medula espinhal, sendo responsável por irrigar esta região (Figura 5B). Quanto à morfologia da basilar, encontraram-se diferentes arranjos, em 15 encéfalos observou-se um trajeto sinuoso (Figura 6A), em 2 encéfalos um trajeto retilíneo (Figura 6B) e em 3 encéfalos evidenciou-se uma estrutura circular com diferentes tamanhos (Figura 6C, D e E).

Colateralmente a artéria basilar surgiu à artéria cerebelar ventral média (direita e esquerda) na altura da ponte, totalizando três vasos. Após sua emissão, estes vasos projetaram-se até alcançar a região mediana do cerebelo e assim foram responsáveis pela sua irrigação (Figura 5B). Em seguida, observou-se a artéria cerebelar ventral caudal (direita e esquerda), os quais foram ramos simétricos colaterais da artéria basilar

e projetou-se como um vaso único e sinuoso, indo vascularizar a região caudal do cerebelo, observada em 15 encéfalos (Figura 6A). Foi visto ainda, algumas diferenças quanto a sua origem e percurso, ou seja, em 2 encéfalos foi emitida na mesma altura e seguiu percurso oblíquo (Figura 6B), em 1 encéfalo surgiu em alturas diferentes (2.05 mm) e percurso oblíquo (Figura 6C), em 1 encéfalo foi emitida em alturas diferentes (0,79 mm) e percurso oblíquo (Figura 6D) e em 1 encéfalo surgiu em alturas diferentes (0,72 mm) e percurso retilíneo (Figura 6E).

Já no sentido rostral, observou-se a artéria cerebral caudal (direita e esquerda), originada colateralmente a partir do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, o qual seguiu de forma oblíqua em direção à fissura transversa do cérebro, sendo importante na emissão de algumas artérias que se dirigiram até a região dorsal do encéfalo como: tectais mesencefálicas dorsais, cerebelares dorsais, ramos hemisféricos occipitais e pineais, que por sua vez, foram responsáveis pela vascularização das regiões: lobos ópticos, cerebelo, hemisférios cerebrais e glândula pineal, respectivamente (Figura 7A, B).

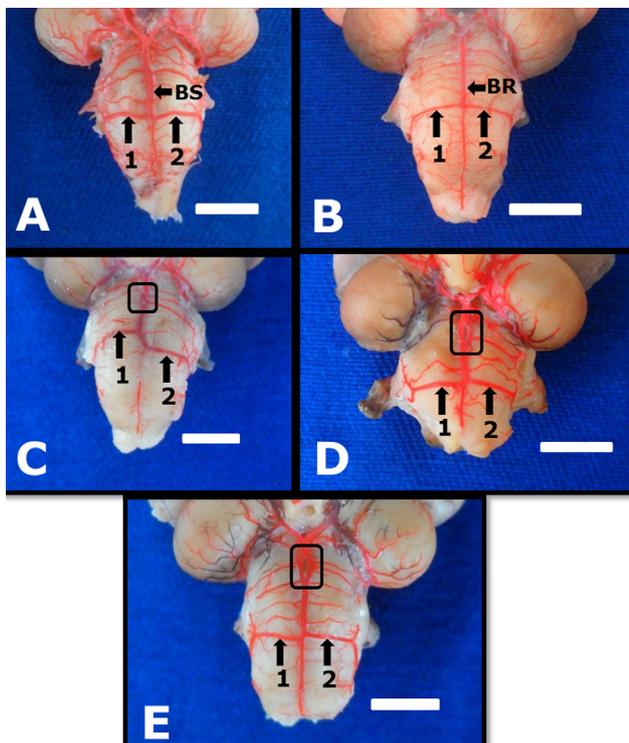


Figura 6. Comportamento da artéria basilar e artérias cerebelares caudais em emas (fêmeas adultas) - Vista ventral. A- Padrão vascular encontrado: artéria basilar sinuosa (BS), artéria cerebelar caudal direita (1) e esquerda (2) com mesma origem e percurso sinuoso. Em B, variação anatômica, evidenciando a artéria basilar retilínea (BR), artéria cerebelar caudal direita (1) e esquerda (2) com mesma origem e percurso oblíquo. C, D e E- Outras variações anatômicas: onde se observam uma estrutura circular compoendo a artéria basilar, com medidas de comprimento e largura de: 1,78 mm e 1,06 mm, 2,40 mm e 1,62 mm e, 2,60 mm e 1,69 mm, respectivamente, e ainda variações na artéria cerebelar caudal direita (1) e esquerda (2), sendo observadas diferenças na origem entre as duas artérias de 2,05 mm (percurso oblíquo), 0,79 mm (percurso oblíquo) e 0,72 mm (percurso retilíneo), respectivamente. [Barra= 1 cm].

Em seguida, evidenciou-se a artéria cerebral média (direita e esquerda), oriunda a partir do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, de forma colateral e única em 100,0% dos encéfalos (Figura 5). Esta artéria se projetou até a face convexa do hemisfério cerebral, o qual emitiu vários ramos que foram responsáveis pela sua vascularização. Logo após, observou-se a emissão da artéria oftálmica interna (direita e esquerda), a partir do ramo rostral da artéria carótida do cérebro, o qual se projetou rostralmente e abandonou a cavidade craniana, indo vascularizar o interior da cavidade orbitária através do forame óptico (Figura 5B). Por fim, o ramo rostral da artéria carótida do cérebro, curvou-se medialmente dando origem ao seu ramo terminal, a artéria cerebroetmoidal (direita e esquerda) [Figura 5]. Esta, após percorrer curto trajeto, se uniram através da anastomose intercerebral rostral (Figura 5), logo após, emitiu medianamente a artéria inter-hemisférica, que

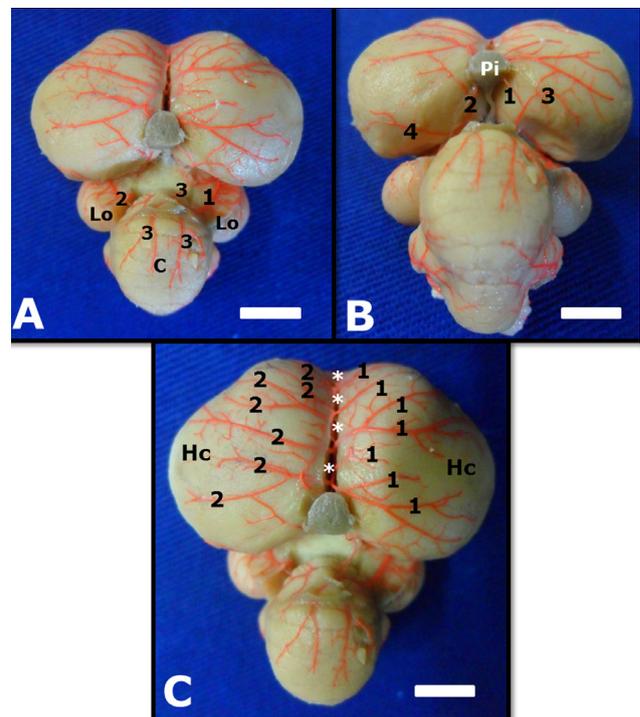


Figura 7. Vascularização do encéfalo de emas, fêmea adulta - Vista dorsal. A- Artérias: tectal mesencefálica dorsal direita (1) e esquerda (2), cerebelares dorsais (3), lobos ópticos (Lo), cerebelo (C). B- Artérias: pineal direita (1) e esquerda (2), ramos hemisféricos occipitais direitos (3) e esquerdos (4). C- Artérias: inter-hemisférica (*), ramos hemisféricos dorsais direitos (1) e esquerdos (2), hemisférios cerebrais (Hc). [Barra= 1 cm].

por sua vez, deu origem aos ramos hemisféricos dorsais (Figura 7C). Já láterorostralmente, as cerebroetmoidais emitiram as artérias cerebrais rostrais, em ambos os antímeros e, finalizou dando origem as artérias etmoidais, pelo qual adentrou o forame olfatório e percorreu a lâmina crivosa etmoidal, indo distribuir-se na cavidade nasal (Figura 5).

O circuito arterioso cerebral de emas apresentou-se completo e fechado, caudalmente e rostralmente em 100,0% dos espécimes, sendo composto pelas artérias: basilar, ramos caudais da carótida do cérebro, ramos rostrais da carótida do cérebro, cerebroetmoidais e anastomose intercerebral rostral (Figura 5B).

DISCUSSÃO

A classificação do encéfalo quanto à presença ou não de giros é uma característica associada a aspectos evolutivos entre os vertebrados, sendo o

encéfalo considerado lisencéfalo ou girencéfalo, quando não apresenta ou apresenta circunvoluções, respectivamente. Em emas, o telencéfalo, apresentou-se bastante desenvolvido, com forma relativamente arredondada e com ausência de circunvoluções no córtex o que permitiu que fosse classificado como do tipo lisencéfalo. Além disto, os hemisférios cerebrais encobriam completamente o diencéfalo e o mesencéfalo em vista dorsal, caracterizando assim a maior parte do encéfalo. Tais achados se assemelharam ao descrito para o avestruz [8] e ao relatado em estudo comparativo entre kiwi, emu, coruja e pombo [9], embora destaquem-se nestes últimos, diferentes tamanhos e formas de desenvolvimento do telencéfalo.

Quanto ao cerebelo, na ema esta estrutura localizou-se caudalmente aos hemisférios cerebrais, sendo bastante desenvolvida e composta de três lobos, anterior, médio e posterior. Tais achados corroboraram com pesquisas realizadas em avestruzes [8], os quais reportaram a presença desta estrutura sendo bem desenvolvida. Diferentemente dos nossos achados, foi descrito em kiwis [9], pois estes animais possuem cerebelo de tamanho reduzido.

No presente estudo, evidenciou-se na extremidade caudolateral dos hemisférios cerebrais, que os lobos ópticos, apresentaram-se bem desenvolvidos, em ambos antímeros, semelhante ao observado em avestruzes [13] e frangos [7]. Resultado diferente ao encontrado em pesquisas com corujas e kiwis [9], onde descreveram o lobo óptico em tamanho reduzido e muito reduzido, respectivamente, sobre o qual os autores justificam que se deve ao fato desses animais serem de habitat noturno, o que implicou em regressão dessa estrutura impulsionada pelos baixos níveis de luz.

Quanto à vascularização do encéfalo, em emas, foi visto que as artérias carótidas do cérebro se uniram através da anastomose intercarótica, semelhantemente ao observado em *Gallus gallus* [2,3] e avestruzes [12]. A existência dessa estrutura, em aves, talvez seja explicada pela ausência da contribuição das artérias vertebrais, que pode ter levado estes animais a desenvolverem tal estrutura, de modo a garantir a irrigação em ambos os antímeros.

No que tange a artéria basilar, esta se mostrou bem desenvolvida em 100,0% dos espécimes, sendo oriunda a partir do ramo caudal da artéria carótida do

cérebro (direita e esquerda) e projetou-se caudalmente, na fissura mediana ventral com diferentes arranjos, ou seja, com trajeto sinuoso, retilíneo e apresentando uma estrutura circular possuindo três diferentes tamanhos. Este arranjo vascular difere do observado em avestruz [12], em que a artéria basilar surgiu em alguns exemplares como um vaso duplo.

No que se refere às artérias cerebelares ventrais caudais, observou-se no presente estudo, que estes vasos foram emitidos a partir da artéria basilar, com diferentes arranjos, ou seja, projetaram-se como vaso único, sinuoso e na mesma altura em 75,0% dos espécimes, na mesma altura e percurso oblíquo em 10,0% encéfalos, em alturas diferentes (2,05 mm) e percurso oblíquo em 5,0% encéfalo, em alturas diferentes (0,79 mm) e percurso oblíquo em 5,0% encéfalo e, em alturas diferentes (0,72 mm) e percurso retilíneo em 5,0% encéfalo. Nossos achados diferiram do observado em *Gallus gallus* [3], os quais relataram que a artéria cerebelar ventral caudal esteve presente e única em 100,0% dos achados à direita, enquanto à esquerda foi única em 96,7% e dupla em 3,3%.

Em relação ao circuito arterioso cerebral de emas, este se apresentou completo e fechado, caudalmente e rostralmente em 100,0% dos animais. Nossos resultados foram de encontro ao relatado em avestruz [12], o qual se observou um comportamento aberto rostralmente, enquanto caudalmente foi fechado em 20,0% dos casos (6 animais) e aberto em 80,0% (24 animais). Diferentemente ainda, do observado em *Gallus gallus* [2,3], onde o circuito arterioso cerebral foi 100,0% fechado caudalmente e 100,0% aberto rostralmente. Dista ainda, o descrito para gaivota prateada [11] e peru [4], os quais descreveram um comportamento sempre aberto, rostralmente e caudalmente, respectivamente.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados, concluímos que o encéfalo de emas apresentou-se internamente dividido em: telencefalo, diencéfalo, tronco cerebral e cerebelo, podendo ser observado ainda, externamente, às estruturas: bulbos olfatórios, lobos ópticos, nervos ópticos, quiasma óptico, hipófise e pineal.

Quanto à vascularização arterial do encéfalo, esta foi desempenhada pelas seguintes artérias: espinhal ventral, basilar, cerebelares ventrais caudais, cerebelares ventrais médias, ramos caudais das artérias

carótidas do cérebro, tectais mesencefálicas ventrais, cerebrais caudais, ramos rostrais das artérias carótidas do cérebro, cerebrais médias, cerebroetmoidais, anastomose intercerebral rostral, cerebrais rostrais, etmoidais, oftálmicas internas, inter-hemisférica, hipofisárias, tectais mesencefálicas dorsais, cerebulares dorsais, ramos hemisféricos occipitais, pineais e ramos hemisférios dorsais. Já o circuito arterioso da espécie, foi visto um comportamento completo e fechado, em 100,0% das amostras, caudalmente e rostralmente.

MANUFACTURERS

¹Du Pont do Brasil S.A. São Paulo, SP, Brazil.

²Globo S.A. Tintas e Pigmentos. São Paulo, SP, Brazil.

³Dremel do Brasil. São Paulo, SP, Brazil.

⁴Mitutoyo Sul Americana Ltda. Suzano, SP, Brazil.

Ethical approval. Esta pesquisa foi realizada após avaliação e aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com protocolo nº 23091.010469/2016-03.

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of paper.

REFERENCES

- 1 **Baumel J.J. 1993.** *Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium*. 2nd edn. Cambridge: Nuttall Ornithological Club, 779p.
- 2 **Campos R. 1987.** Contribuição ao estudo do comportamento das artérias carótidas na base do encéfalo em *Gallus gallus*. 101f. São Paulo, SP. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.
- 3 **Campos R., Ferreira N. & Marrone A.C.H. 1995.** A systematic study of encephalic blood supply in *Gallus gallus*. *Journal of Anatomy and Embryology*. 100(2): 111-121.
- 4 **Carvalho A.D. & Campos R. 2011.** A systematic study of the brain base arteries in the turkey (*Meleagris gallopavo*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 31(1): 39-46.
- 5 **De Cicco L.H.S. 2001.** Ema - Ela é criada pelo pai. 2001. Disponível em: < <http://www.saudeanimal.com.br/2015/11/30/ema-ela-e-criada-pelo-pai/> >. [Accessed online in April 2017].
- 6 **De Vriese B. 1905.** Sur la signification morphologique des artères cérébrales. *Archives de Biologie*. 21: 357-457.
- 7 **Gupta S.K., Behera K., Pradhan C.R., Mandal A.K., Sethy K., Behera D. & Shinde K.P. 2016.** Studies of the macroscopic and microscopic morphology (hippocampus) of brain in Vencobb broiler. *Veterinary World*. 9(5): 507-511.
- 8 **Marques K.V., Bandeira R., Saviani G., Marques V.B. & Veras M.M. 2013.** Estudo anatômico do encéfalo de avestruz (*Struthio camelus*). *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 7(7): 1-16.
- 9 **Martin G.R., Wilson K.J., Wild J.M., Parsons S., Kubke M.F. & Corfield J. 2007.** Kiwi forego vision in the guidance of their nocturnal activities. *Plos One*. 2(2): 1-6.
- 10 **Mello N.H. 1987.** A ficha do bicho - Ema. *Globo Rural*. 5: 56-60.
- 11 **Midtgard U. 1984.** The blood vascular system in the head of the herring gull (*Larus argentatus*). *Journal of Morphology*. 179(2): 135-152.
- 12 **Nazer M.B. & Campos R. 2011.** Systematization of the brain base arteries in ostrich (*Struthio camelus*). *Brazilian Journal of Morphological Science*. 28(4): 268-274.
- 13 **Peng K.M., Feng Y., Zhang G., Liu H. & Song H. 2010.** Anatomical study of the brain of the African ostrich. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 34(3): 235-241.
- 14 **Sick H. 1985.** *Ornitologia brasileira*. v.1-2. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 482p.