

Estudo anatômico do cerebelo do macaco-prego (*Cebus apella* Linnaeus, 1758)

Wilker Gléria de Oliveira
Dulcinéa Gonçalves Teixeira
Adriana Caroprezio Morini
João Carlos Morini Junior
Carlos Eduardo Ambrósio*
Daniele dos Santos Martins
Luciana Relly Bertolini
Maria Angélica Miglino
Irvênia Luiza de Santis Prada

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo
Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87, CEP: 05508-000, São Paulo – SP
ceambrosio@usp.br

Submetido em 10/07/2006
Aceito para publicação em 26/09/2006

Resumo

Considerando-se as importantes funções do cerebelo, no controle e manutenção do equilíbrio corporal e do tônus muscular, bem como no estabelecimento da postura, harmonia e coordenação de movimentos, o presente trabalho tem a proposta de analisar no *Cebus apella*, macro e mesoscopicamente, a morfologia do seu cerebelo. Com isto, tem-se por objetivo o melhor conhecimento da morfologia macroscópica deste órgão, o que permite tecer comparações em relação a outros primatas não-humanos e animais domésticos. Foram utilizados 20 animais para análises, macroscópica e mesoscópica, fixados e conservados em solução aquosa de formaldeído 10%, pertencentes ao acervo do setor de anatomia Universidade Federal de Minas Gerais - MG. Após preparo de cada peça macroscopicamente, foram observados os hemisférios cerebelares, que se mostram pouco desenvolvidos em relação ao verme. No corpo do cerebelo, foram identificadas três porções: os lobos anterior, posterior e floculonodular. São bem evidentes as fissuras primária, horizontal, secundária, póstero-lateral, intraculminal e pós-clival. E menos evidentes a pré-central, pré-culminal, pré-piramidal e intra-biventre. Os cortes para análise dos aspectos morfológicos internos, foram efetuados segundo os planos mediano e horizontal, com espessura, de 2 a 3mm, sendo corados pela solução de Mulligan. A morfologia evidenciada é descrita com detalhes, comparando-se os dados obtidos com os da literatura consultada.

Unitermos: macaco-prego, cerebelo, anatomia macroscópica, *Cebus apella*, mesoscopia

Abstract

Anatomic study of the *Cebus paella* monkey's cerebellum. Considering the importance of the cerebellum's function in the control and maintenance of body equilibrium and muscle tonus, as well as the establishment of posture, harmony and movement coordination, this work proposes to analyze, in *Cebus apella*, the macro- and mesoscopic morphology of its cerebellum. The aim was to achieve a better knowledge of the macroscopic morphology of this organ in comparison to those of other non-human primates and domestic mammals. The 20 animals used for macroscopic and mesoscopy analysis (supplied by anatomy collection of Universidade Federal

de Uberlândia, MG) were fixed and maintained in formaldehyde 10%. After the preparation of each part, the cerebellum hemispheres, that seemed little developed in relation to the vermis, were inspected. Three portions of cerebellum body were identified: the anterior lobe, posterior and flocculonodular lobes. The primary, horizontal, secondary, posterolateral, intraculminal and post-clival fissures were well defined. The pre-central, pre-culminal and intra-biventer fissures were less obvious. The cuts for morphological internal analysis were affected according to the median and horizontal sagittal planes at a distance of 2 to 3mm, being stained by Mulligan's solution. The most evident structures are described in detail, comparing the data obtained with that of the relevant literature.

Key words: monkeys, cerebellum, anatomy, *Cebus apella*, macroscopic anatomy, mesoscopy

Introdução

Os primatas não-humanos têm-se constituído em importante grupo, dentre os animais submetidos a estudos diversos, o que se reveste de suma importância para o entendimento de sua própria evolução. Somando-se ao fato de que o conhecimento pormenorizado de sua anatomia pode representar fator primordial para sua preservação e proteção, ressaltamos a importância de estudos destes animais, pois quando uma das espécies desaparece a perda é inestimável para o meio ambiente e para a ciência (Guimarães, 1999; Teixeira, 2005).

O *Cebus apella* pertence ao filo Chordata, classe Mammalia, ordem Primates, família Cebidae e gênero *Cebus* sp. (Oppenheimer, 1968), é um animal das matas do continente sul-americano, geograficamente distribuído por quase todo o Brasil, que adapta-se bem à vida em cativeiro, onde se reproduz com facilidade (Hill, 1962).

Bossi et al. (1909) descreveram que, nos vertebrados inferiores, o cerebelo é pouco desenvolvido e aumenta progressivamente na escala zoológica. Constituído por um só lobo nas serpentes, sendo que, somente nos crocodilos e nas aves acha-se composto por dois lobos laterais, os quais são sempre mais desenvolvidos nos mamíferos, alcançando sua maior dimensão nos primatas e no homem.

Zimmerl et al. (1930) e Getty (1986) afirmaram que o cerebelo equino ocupa a porção dorsocaudal da cavidade craniana, recebendo o nome de cavidade cerebelar. O cerebelo é uma massa nervosa de cor cinzenta e forma globosa, ligeiramente alongada transversalmente, constituída por três lobos, sendo um mediano e dois laterais, com superfície percorrida por sulcos, os quais aprofundam-se rumo ao núcleo central, subdividindo-o em lóbulos, sendo estes, por sua vez, subdivididos por outros sulcos mais superficiais, em pequenas lâminas.

O lobo mediano, ou verme, segundo Zimmerl et al. (1930) e Getty (1986), tem a forma de uma proeminência que circunda sagitalmente o cerebelo, em forma de anel incompleto ventralmente, e divide-se em duas metades, que pelos posicionamentos são denominadas de verme dorsal ou nasal e verme ventral ou caudal. Os dois vermes apresentam-se divididos em lóbulos, os quais para a porção dorsal, a começar de sua extremidade livre são língula, lóbulo central, cúlmen e folha do verme; para o verme caudal, também a partir de sua extremidade, observam-se a úvula, pirâmide e tubérculo do ventre.

Os lobos laterais ou hemisférios cerebelares formam duas grandes proeminências arredondadas, situando-se lateralmente ao ventre e unindo-se na sua região ventral à ponte pelos pedúnculos cerebelares médios. A sua superfície é percorrida por um sulco profundo que a subdivide em lóbulos, sendo em número de cinco para cada hemisfério, denominados quadrangular, semilunar superior, semilunar inferior ou extrapeduncular, flóculo e tonsila (Zimmerl et al., 1930; Getty, 1986).

Os mesmos autores mencionaram ainda que os pedúnculos cerebelares são três pares de cordões nervosos que unem o cerebelo às outras partes do rombencéfalo e ao mesencéfalo, que por suas posições podem ser distintos em caudal, médio e rostral. Ao corte mediano, o cerebelo mostra a substância cinzenta, que reveste a massa constituinte do corpo medular e forma em cada antímero, quatro núcleos (denteado, emboliforme, globoso e tecto ou fastigial).

Hill (1962) relata que, em *Ateles* sp., o cerebelo foi descrito por Bolk (1902), como externamente, o órgão apresenta uma semelhança com o cerebelo humano, sendo largo, liso, dorsalmente recoberto pelos lobos posteriores dos hemisférios cerebrais, exibindo um formato

achatado nesta porção. Destaca ainda que a fissura primária em *Cebus* é mais vertical que em *Alouatta* sp, sendo que os seus lóbulos floculares e petroso são similares aos do gênero *Lagothrix* sp.

Para Reis (1975), o cerebelo do Sagüi apresenta uma porção mediana, o verme cerebelar, muito desenvolvido, duas expansões laterais (hemisférios cerebelares) e poucas fissuras, sendo que a fissura posterolateral é bem evidente, mas pouco profunda, permitindo distinguir o corpo do lobo floculonodular direito e esquerdo. Ao contrário da fissura primária esta se apresenta profunda e divide o corpo cerebelar em duas porções: cranial e caudal.

Swindler e Wood (1982) citam que, no babuíno (*Papio* sp.), no chimpanzé (*Pan* sp.) e no homem, o cerebelo está dividido em três lobos principais – anterior, médio e posterior, sendo similarmente disposto nas três espécies. No entanto, no chimpanzé, o lobo flocular apresenta-se maior e o petroso projeta-se da margem anterolateral do paraflóculo.

De acordo com Watanabe (1982), o cerebelo varia de tamanho e forma, conforme a espécie, sendo que o grau de desenvolvimento está correlacionado com a complexidade dos movimentos do corpo.

Wirth e O’Leary (1974), estudando o comportamento locomotor de mamíferos arbóreos, com o cerebelo parcial ou completamente removido, concluíram que, embora o cerebelo em animais arbóreos seja essencial para modular o controle efetivo do movimento, sua remoção não foi causa de uma perda permanente nas habilidades em escalar e nadar. Afirmam, portanto, que o cerebelo deveria ser visto como um computador para uma análise contínua de posição e movimento, em vez de um centro em seu mais imutável sentido.

Sendo assim, o estudo do cerebelo desta espécie é importante e de grande interesse, podendo sua comparação com outras espécies de mamíferos trazer subsídios para a explicação de alguns comportamentos dos animais. Portanto, como objetivo deste estudo, temos o conhecimento da morfologia macroscópica do órgão em questão, fato este que contribuirá futuramente para as associações e comparações supracitadas.

Material e Métodos

Foram utilizados neste trabalho 20 espécimes de *Cebus apella* (macaco-prego) adultos, para estudos de macroscopia e mesoscopia, constantes do acervo de pesquisa do Prof. Dr. Zenon Silva, na Universidade Federal de Uberlândia, MG.

Os animais foram conservados em solução aquosa de formaldeído 10%, em cubas de paredes opacas, que evitam a penetração de luz e conseqüente degradação do fixador. Foi efetuada a dissecação da região de interesse, observando-se todos os componentes macroscópicos. Em seguida procedeu-se à confecção de secções, segundo os planos horizontal e mediano, com aproximadamente 2mm de espessura, manualmente, com navalha, sendo coradas pelas soluções de Mulligan, conforme método de Rodrigues (1973).

Todo o material estudado foi documentado por fotografias, para melhor compreensão de sua morfologia, e os dados encontrados foram comparados com descrições para a espécie humana, para animais da família Cebidae e de outros mamíferos, a fim de se elucidarem possíveis semelhanças e /ou diferenças entre o cerebelo de outras espécies e o do macaco *Cebus apella*.

Resultados

Aspectos morfológicos da superfície externa

O cerebelo do macaco *Cebus apella* situa-se posteriormente ao tronco encefálico, e inferior ao lobo occipital, recoberto por este, em quase toda a sua extensão. Contribui para a formação do teto do quarto ventrículo, e encontra-se ligado à medula oblonga, ponte e mesencéfalo pelos pedúnculos cerebelares inferior, médio e superior, respectivamente (Figura 1).

Estruturalmente, o cerebelo é composto por uma camada superficial de substância cinzenta, o córtex do cerebelo, e uma massa branca compacta interna, o corpo medular, além de quatro pares de núcleos.

O córtex acomoda-se em várias lâminas, com disposição predominantemente transversa, denominadas folhas do cerebelo e, na substância branca, alojam-se os núcleos.

Em vista superior, o cerebelo apresenta um verme bastante desenvolvido em relação aos dois hemisférios, marcado por sulcos transversais paralelos. Em cada antímero, lateralmente ao verme, observa-se uma projeção achatada, o hemisfério cerebelar (Figuras 2 e 3).

Em vista inferior podemos reconhecer a porção inferior do verme, dividida em vários segmentos por sulcos transversais. Os dois hemisférios cerebelares

acham-se separados do verme por uma fissura mediana (Figura 3).

É possível considerar, no cerebelo do *Cebus*, três partes: lobo anterior, lobo posterior e lobo flocculonodular, que formam seu corpo. Sua superfície apresenta sulcos que delimitam as folhas do cerebelo e sulcos mais profundos, as fissuras, que delimitam os lóbulos (Figuras 2 e 3). As folhas do verme podem apresentar-se contínuas com as dos hemisférios cerebelares.

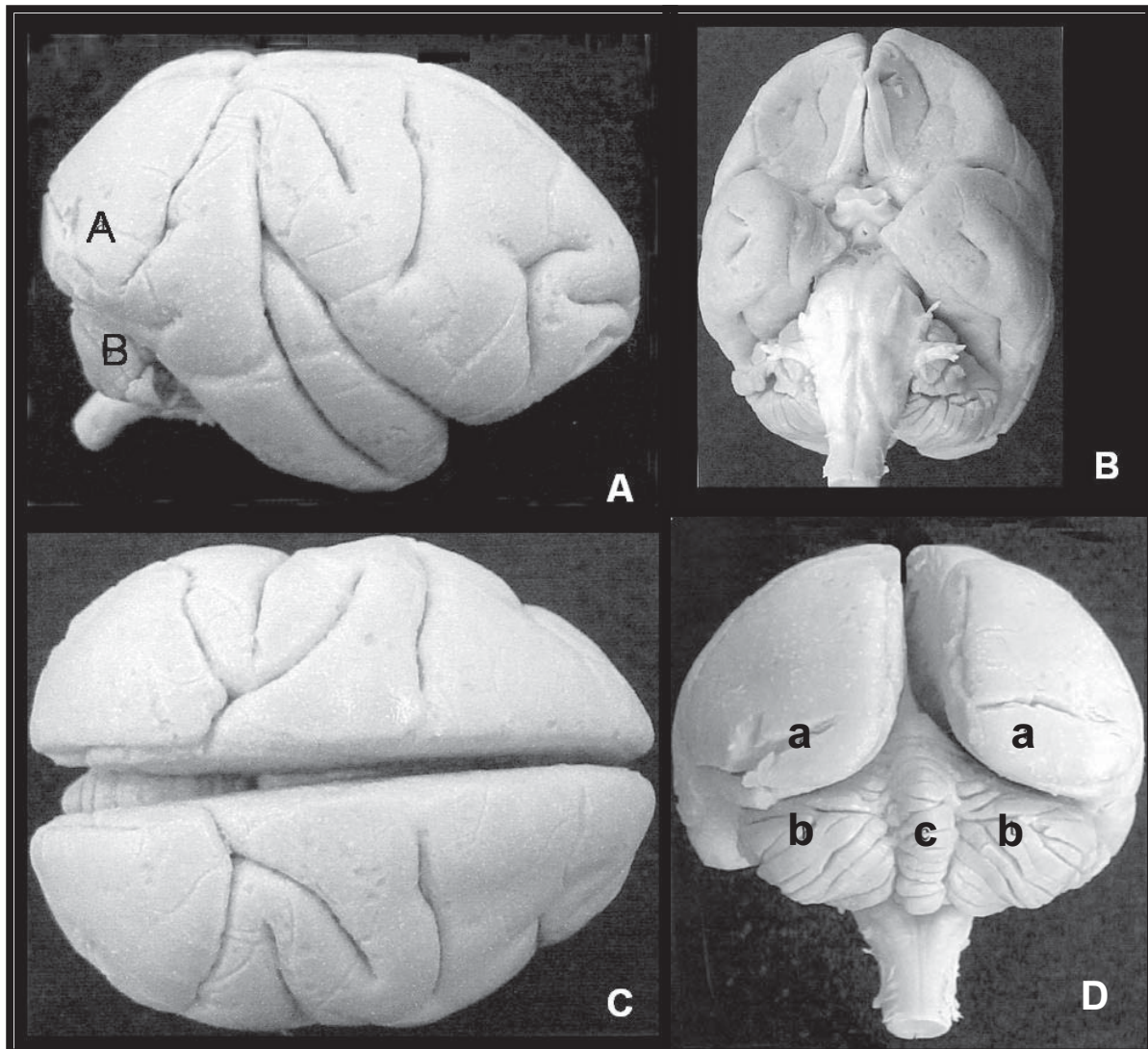


FIGURA 1: **A** – Encéfalo de *Cebus apella*: **A** – Vista lateral direita, evidenciando os lobos occipitais do cérebro (A) recobrendo parte do cerebelo (B). **B** – Vista inferior, exibindo a relação cerebelo-tronco encefálico-cérebro. **C** – Vista superior, mostrando cerebelo na profundidade da fissura mediana do cérebro. **D** – Vista posterior, evidenciando a maneira como lobos occipitais de cérebro (a) recobrem parcialmente os correspondentes hemisférios cerebelares (b). Observa-se ainda a particular disposição do verme do cerebelo(c).

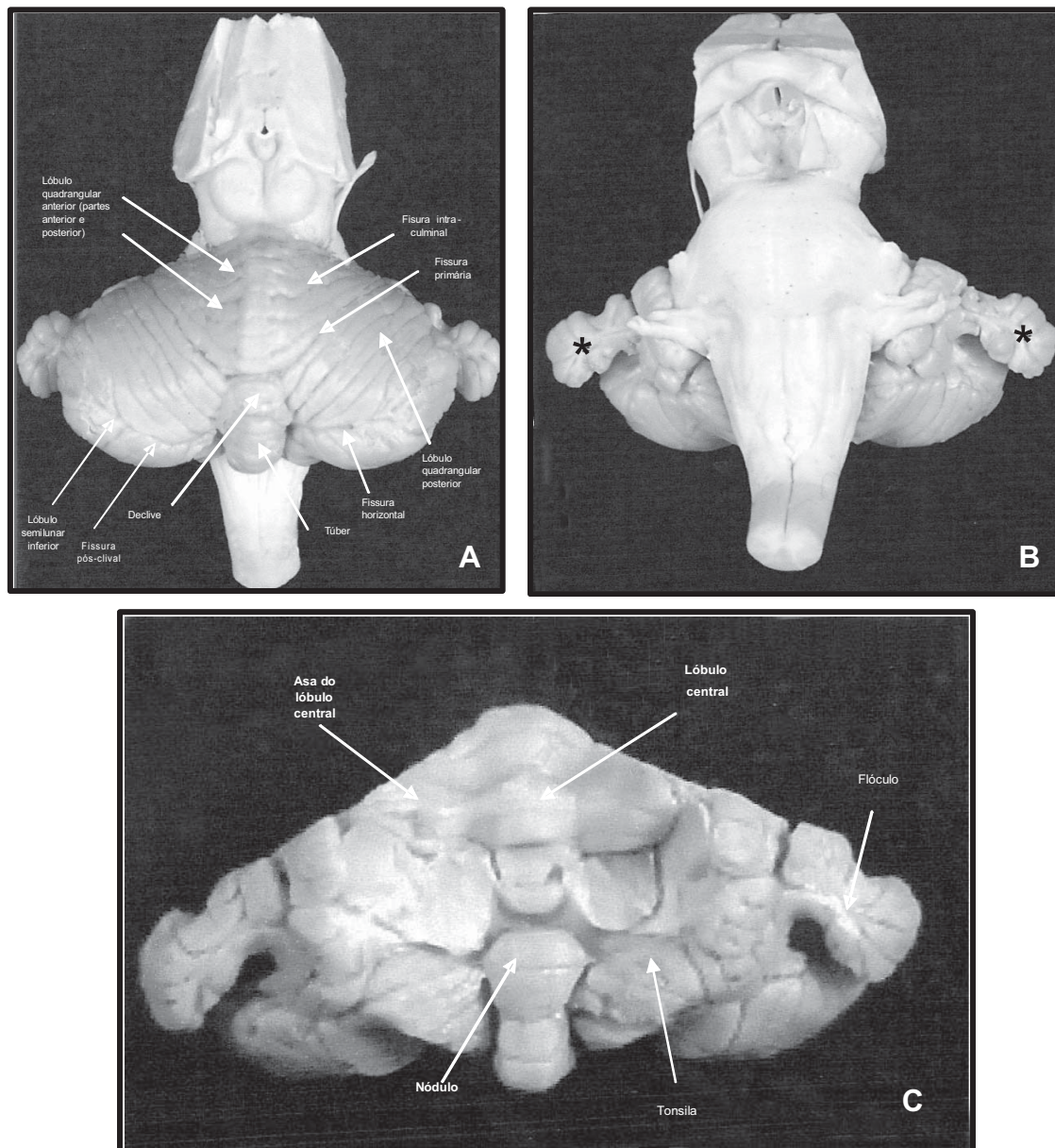


FIGURA 2: Cerebelo e tronco encefálico de *Cebus apella*: **A** – Vista posterior, evidenciando o lobo anterior e parte do lobo posterior do cerebelo, além das fissuras e lóbulos indicados. **B** – Vista antero-inferior, mostrando a relação entre eles, bem como a localização, em ambos os antímeros, dos flóculos (*), bem desenvolvidos. **C** – Vista anterior, exibindo os detalhes indicados.

O cerebelo do *Cebus apella* apresenta dimensões variando entre 2,7 e 4,0cm para o diâmetro latero-lateral ($3,48 \pm 0,45$); 1,6 a 2,1cm para o súpero-inferior ($1,83 \pm 0,18$) e 1,5 a 2,0cm para o ântero-posterior ($1,83 \pm 0,13$).

Lobo Anterior

Esta região, no verme, encontra-se constituída pela língula do cerebelo, pelo lóbulo central (e suas asas ou expansões laterais) e o cúlmen. Estas três porções são separadas entre si por sulcos bem pronunciados, as fissuras pré-central e pré culminal. A primeira interpõe-se entre a língula e o lóbulo central, e a segunda entre

este lóbulo e o cúlmen (Figura 3). Cada uma das três partes (língua, lóbulo central e cúlmen) apresenta o seu córtex disposto em folhas, delimitadas por sulcos.

O lóbulo central apresenta de três a cinco folhas e duas expansões laterais, as asas do lóbulo central, que recebem este nome pela sua semelhança a duas asas abertas. O cúlmen apresenta de sete a nove folhas, sendo a porção mais elevada do verme encontrando-se dividido em duas porções pela fissura intraculminal.

A estas divisões encontradas no verme correspondem outras observadas nos hemisférios, um lóbulo quadrangular anterior em cada antímero, apresentando quatro a cinco folhas, delimitadas pela fissura primária que separa os lobos anterior e posterior (Figuras 2 e 3).

Lobo Posterior

O verme nesta região do cerebelo encontra-se constituído pelo declive, folha do verme, túber, pirâmide e úvula (Figuras 3B). Estas porções são separadas por sulcos bem pronunciados, as fissuras, primária, pós-clival, horizontal (Figuras 2A), secundária (pós-piramidal) (Figura 3B) e pré-piramidal, situada em superfície ventral ao órgão, não evidenciada neste trabalho. A primeira interpõe-se entre a pirâmide e o declive, a segunda entre o declive e a folha do verme, a fissura horizontal entre a folha e o túber, a pré-piramidal entre o túber e a pirâmide, e a pós-piramidal entre a pirâmide e a úvula (Figuras 2 e 3).

O declive apresenta de duas a quatro folhas, podendo ser identificado como a descida do cúlmen; a folha é composta por uma única folha; o túber apresenta de três a quatro folhas; a pirâmide, de duas a quatro folhas e a úvula, de três a cinco folhas.

A estas divisões no verme correspondem outras duas, observadas nos hemisférios, assim como no lobo anterior. O lóbulo quadrangular posterior encontra-se delimitado pelas fissuras primária e pós-clival (evidente em 100% dos órgãos), apresentando de três a quatro folhas. Os lóbulos semilunares superior e inferior estão separados um do outro pela fissura horizontal (bem evidenciada em 90% dos órgãos), apresentando duas folhas (Figuras 2A e 3A).

As tonsilas apresentam de três a quatro folhas, recebendo este nome pela relação com a úvula do cerebelo (em analogia às tonsilas faríngeas) e estão separadas do verme. O lóbulo biventre apresenta de quatro a sete folhas, relacionando-se medialmente com a úvula e tonsila e, lateralmente, com o lóbulo semilunar inferior. A fissura intra-biventre separa este lóbulo em duas porções (Figura 3B).

A fissura póstero-lateral (evidente em 80% dos órgãos) separa os hemisférios do lobo floclonodular e o nódulo da úvula, no verme.

Lobo floclonodular

Este lobo é constituído por dois flóculos, um direito e um esquerdo (Figura 2B), ligados ao nódulo (Figura 2C), que apresenta dimensões próximas às do lóbulo central, pelo pedúnculo do flóculo. O nódulo apresenta de três a cinco folhas, sendo os flóculos suas partes correspondentes, além do verme (Figuras 2C e 3B). O flóculo ocupa espaço particular dentro da cavidade craniana e apresenta dimensões variando de 0,6 a 1,5cm no diâmetro latero-lateral e de 0,7 a 1,2cm, no diâmetro súpero-inferior.

Aspectos morfológicos de superfície de cortes

Em secção mediana do cerebelo, observamos o corpo medular, composto por substância branca, ocupando uma disposição central e emitindo ramos radiais, dos quais se originam ramos menores, tomando a forma dos galhos de uma árvore (Figura 3C).

Ao redor da massa compacta de substância branca encontra-se a substância cinzenta, formadora das folhas do cerebelo (córtex cerebelar). Esta conformação, em que se visualiza no corte mediano, o córtex dispendo-se ao redor da substância branca assemelha-se à copa de uma árvore (Figura 3C).

A secção horizontal do cerebelo, à altura do pedúnculo cerebelar superior, permitiu a identificação, na substância branca, de quatro núcleos, que identificamos como denteado, emboliforme, globoso e fastigial (Figura 3C).

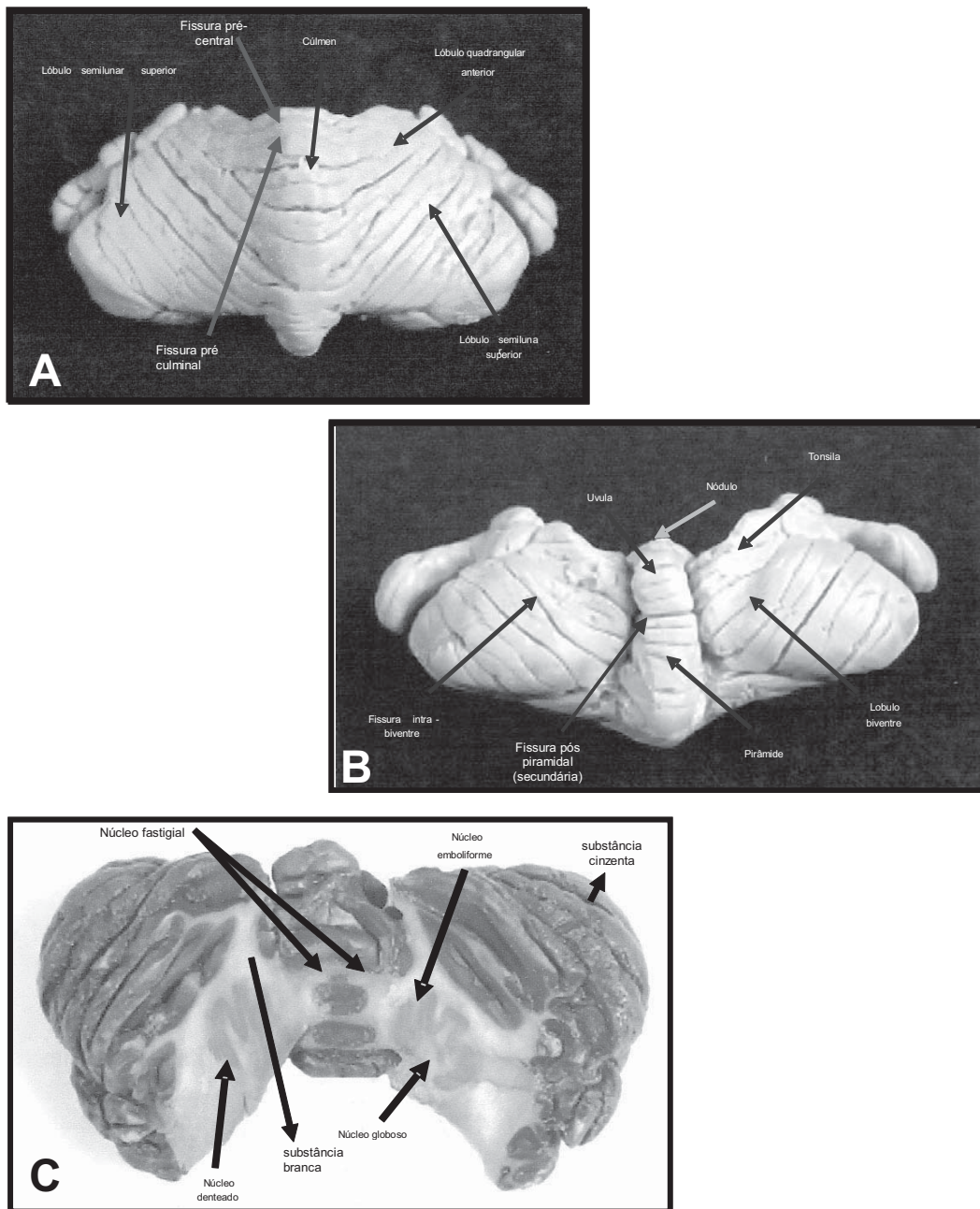


FIGURA 3: Cerebelo de *Cebus apella*: A – Vista superior, evidenciando os detalhes indicados. B – Vista inferior, exibindo seus componentes. C – Corte corado por solução de Mulligan, evidenciando os núcleos.

O primeiro apresentou o contorno irregularmente pregueado, com a altura do hilo dirigida antero-medialmente, possuindo a porção lateral mais espessa. O segundo de forma alongada, lembrou um bastão, situando-se próximo do núcleo dentado, medialmente a este. O terceiro núcleo formou uma massa arredondada, localizada medialmente ao núcleo emboliforme (Figura 3C).

A coloração de Mulligan permitiu identificar uma continuidade entre as folhas do verme e as dos hemisférios na região do cúlmen (lobo anterior). Observa-se também que as folhas mantêm-se unidas por feixes de substâncias branca, unidos no interior do cerebelo, formando a área mais densa do corpo medular (Figura 3C).

Discussão

A descrição topográfica do cerebelo do nosso trabalho está de acordo com a descrição citada em equinos por Zimmerl et al. (1930) e, em grandes ruminantes, suínos e eqüinos, por Getty (1986).

Em vista superior, o cerebelo apresenta um verme bastante desenvolvido em relação aos hemisférios, dividido por sulcos transversais paralelos. Em cada antímero lateralmente ao verme, observa-se uma projeção achatada, o hemisfério cerebelar. Estes aspectos também foram observados por Watanabe (1982), em *Cebus apella*. Zimmerl et al. (1930) apresentaram uma descrição semelhante, porém destacando que nos eqüinos os hemisférios são arredondados.

Outros autores apresentam relatos semelhantes ao nosso, mas discordam quanto à proeminência do verme, nas espécies estudadas, ou seja, mamíferos em geral (Voogd, 1975), eqüinos, grandes ruminantes e suínos (Getty, 1986) e homem (Didio, 2002; Machado, 2002). No entanto, segundo Getty (1986), o cerebelo dos carnívoros, dos pequenos ruminantes e do *Callithrix jacchus* (sagüi-de-tufo-branco) apresenta um verme proeminente, mas com a superfície rostral lisa, sendo este último pouco dividido por fissuras.

Esta proeminência e divisão de lobos observada, tanto em nosso estudo como nas espécies citadas anteriormente, podem ser explicadas evolutivamente pelo fato de que todos pertencem à mesma classe Mammalia, podendo apresentar características semelhantes, sobretudo no que diz respeito ao sistema nervoso central (Reis, 1975).

Contudo, a maior lobulação do cerebelo do *Cebus apella* pode estar relacionada com o fato de apresentar a capacidade de realizar movimentos mais complexos e delicados, como abrir e fechar torneiras, trincos de portões, usar objetos como ferramenta e assumir postura semi-ereta.

A divisão do lobo anterior, observada em nosso estudo não está de acordo com os achados de Hill (1962), para *Ateles* sp., e Voogd (1975), que relata a ausência de lobulação no verme ou hemisférios cerebelares, provavelmente devido ao fato do órgão, nestas espécies,

apresentar-se relativamente liso, apesar de a fissura primária estar presente em ambos.

Embora os autores não forneçam dados que tornem possível uma comparação entre lobulação e habilidades motoras, podemos afirmar que, filogeneticamente, *Ateles* sp. e *Lemur albifrons* evoluíram divergentemente de *Cebus apella*, no que diz respeito ao sistema nervoso central, especialmente, o cerebelo.

O alto grau de lobulação observado em nosso trabalho leva a crer que o cerebelo de *Cebus apella* tem características derivadas daquelas do ancestral comum aos primatas, que o leva a um parentesco maior com o homem, neste aspecto, ao passo que os outros dois primatas são mais primitivos, ou seja, apresenta um maior distanciamento filogenético do homem.

A lobulação do verme do cerebelo de *Cebus apella*, em nosso trabalho, se assemelha aos resultados obtidos por autores em animais domésticos (Bossi et al., 1909; Zimmerl et al., 1930, Getty, 1986), *Cebus apella* (Watanabe, 1982), e homem (Didio, 2002; Machado, 2002). De outra maneria, os hemisférios nos grandes ruminantes, suínos e carnívoros não apresentam lobulação (Getty, 1986).

Em *Callithrix jacchus*, o verme apresenta apenas a línula e o cúlmen, sem lobulação nos hemisférios, apresentando poucas fissuras (Reis, 1975), diferindo, portanto, do que observamos no *Cebus apella*. A presença de um hemisfério lobulado é esperada, sobretudo em mamíferos terrestres, uma vez que esta porção do cerebelo está relacionada com a manutenção do tono muscular e movimentos menos complexos.

Os hemisférios cerebelares surgiram durante a evolução dos vertebrados, auxiliando a manutenção da vida fora do ambiente aquático, garantindo uma maior coordenação dos movimentos e manutenção da postura. Este fato explica a presença dos hemisférios nestes espécimes, porém a presença de lobulação pelas fissuras demonstra um aumento na habilidade em executar movimentos mais delicados e complexos, como faz o homem e também o *Cebus apella*, isto também citado por Hildebrand (1988), em relação aos animais lissencefálicos e girocefálicos.

O verme no lobo posterior do *Cebus apella* é constituído pelo declive, folha do verme, túber, pirâmide e úvula, separados respectivamente pelas fissuras primária, pós-clival, horizontal, pré-piramidal e secundária (pós-piramidal). Nos hemisférios, observamos os lóbulos quadrangular posterior, lóbulos semilunares superior e inferior, tonsilas e lóbulo biventre, como estruturas correspondentes àquelas encontradas no verme. A fissura póstero-lateral separa os hemisférios do lóbulo flocculonodular.

As descrições desta porção do cerebelo do *Cebus apella* são as mesmas citadas por Watanabe (1982), bem como Didio (2002) e Machado (2002) em humanos. Zimmerl et al. (1930) fizeram uma descrição idêntica à nossa para os lóbulos do verme, porém não fazem citações a respeito das fissuras, ou mesmo sobre os lóbulos quadrangulares posteriores e o lóbulo biventre.

O *Callithrix jacchus* apresenta o verme do cerebelo pouco fissurado, com pirâmide e úvula proeminentes; porém, o declive, a folha e o túber não apresentam separação nítida. Nos hemisférios estão presentes as fissuras, secundária e posterolateral. A tonsila é rudimentar, os lóbulos semilunares não apresentam separação nítida e os lóbulos quadrangulares estão ausentes (Reis, 1975). Desta maneira, verifica-se uma maior complexidade no arranjo dos componentes cerebelares de *Cebus apella*, quando comparado ao *Callithrix jacchus*.

Voogd (1975) e Getty (1986) descreveram o verme do cerebelo em primata e animais domésticos, respectivamente, apresentando as mesmas estruturas encontradas em nossas observações, porém há diferenças quanto aos hemisférios. Os dois autores citam os lóbulos simples, ansiforme, paramediano (Getty, 1986) e ansoparamediano (Voogd, 1975) como os componentes dos hemisférios do cerebelo. O primeiro refere à fissura pré-piramidal e o sulco paramediano, enquanto o segundo faz referências apenas à fissura posterolateral em eqüinos.

Para carnívoros, Getty (1986) descreve apenas a presença dos lóbulos paramediano e ansiforme, nos hemisférios do cerebelo, enquanto para ruminantes e suínos não refere a existência de lóbulos e fissuras nesta região. Contudo não é possível tecer comentários sobre

diferenças comportamentais ligadas a estruturas como o lóbulo paramediano (ausente no *Cebus apella* e no homem), pois os trabalhos não fornecem subsídios para tanto e a função de cada lóbulo do cerebelo ainda não é conhecida em seus mecanismos mais refinados.

O lobo flocculonodular é constituído por um floco bem desenvolvido em cada antímero, ligados ao nódulo pelo pedúnculo flocculonodular, ocupando um espaço dentro da cavidade craniana. As descrições de Zimmerl et al. (1930) e Getty (1986) em animais domésticos, de Hill (1962) em *Ateles* sp., Reis (1975) em *Callithrix jacchus*, e de Didio (2002) e Machado (2002) em humanos, coincidem com os resultados encontrados em nosso estudo. Contudo, as observações de Hill (1962), para *Ateles* sp. identificaram o flóculo inteiramente recoberto, enquanto nós o observamos bem evidente. Não encontramos referências ao lobo flocculonodular de *Cebus apella* (Watanabe, 1982) e de suínos (Getty, 1986).

A presença de flóculos desenvolvidos no *Cebus apella* vem reafirmar a ligação desta região com o equilíbrio, pois esta espécie é muito hábil em escaladas, saltos e caminhadas por galhos finos ou mesmo cordas em recintos fechados.

As experiências de cerebelectomia total ou parcial, segundo Wirth e O'Leary (1974), em macacos e guaxinins, não são admissíveis, quer se considerando o direito dos animais de não serem submetidos a agressões em sua integridade física, quer em se levando em conta a validade do método científico. As conclusões dos trabalhos desses autores não são esclarecedoras a respeito dos mecanismos implicados na manifestação dos comportamentos pós-cirúrgicos.

O cerebelo do macaco *Cebus apella* enquadra-se no padrão primitivo, apresentando divisão em três lobos (anterior, posterior e flocculonodular), os quais são subdivididos em lóbulos por fissuras. As estruturas presentes são as mesmas do cerebelo humano, apresentando diferenças quanto à forma e tamanho.

Levando-se em considerações que as folhas aumentam a superfície do órgão e que a divisão em lóbulos permite um direcionamento mais preciso das fibras neurais para regiões específicas, podemos explicar, desta maneira, a capacidade de realização de movimentos

mais elaborados por espécimes com cerebelos mais lobulados.

As informações colhidas na literatura pesquisada, bem como os dados observados em nosso trabalho, são sugestivos de que o *Cebus apella* possui uma intrincada organização em seu cerebelo, compatível com o vasto reertório comportamental de sua função motora.

Comparando-se os dados obtidos com os da literatura, o cerebelo de *Cebus apella* apresenta-se, morfológicamente, em correspondência ao cerebelo dos primatas mais desenvolvidos, inclusive o homem.

No cerebelo, os lóbulos encontram-se demarcados e o verme bastante proeminente, sobretudo na região correspondente ao lobo posterior. Os flóculos são desenvolvidos e localizam-se na cavidade craniana.

Em cortes transversais do cerebelo identificam-se em cada um dos hemisférios, o núcleo denteado, globoso, emboliforme e fastigial, da vista lateral para a região mediana.

Referências

- Bossi, V.; Caradonna G. B.; Spampani, G.; Varaldi, L.; Zimmerl, U. 1909. **Trattato di anatomia veterinaria**. v.3. Casa Editrice Dottor Francesco Vallardi, Milano, Itália, 478pp.
- Bolk, L. 1902. Der plexus cervicobrachialis der primaten In: Petrus Camper (ed). **Vergleichend anatomische ergebnisse**. Deell, Germany, p.480-488.
- Didio, L. J. A. 2002. **Tratado de anatomia sistêmica aplicada**. v. 2. 2. ed. Editora Atheneu, São Paulo, Brasil, 288pp.
- Getty, R. 1986. **Anatomia dos animais domésticos**. Sisson/Grossman. v. 1-2. 5. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 2048pp.
- Guimarães, M. A. B. V. 1999. **Ciclo ovariano do macaco-prego (*Cebus apella*, Linnaeus, 1758): Técnicas de extração e dosagem de progestinas fecais e hormônio luteinizantes urinário**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 63pp.
- Hildebrand, M. 1988. **Analysis of vertebrate structure**. 3. ed. Editora John Wiley & Sons, USA, 701pp.
- Hill, W. C. 1962. **Primates: comparative anatomy and taxonomy**, vol. V, V Cebidae- Part B. Edinburgh at the University Press, Edinburgh, UK, 537pp.
- Machado, A. B. M. 2002. **Neuroanatomia funcional**. 2. ed. Editora Atheneu, São Paulo, Brasil, 218pp.
- Oppenheimer, J. R. 1968. **Behavior and ecology of the White faced monkey, *Cebus capucinus*, on Barro Colorado Island**. Tese de Doutorado, University of Illinois, USA, 179pp.
- Reis, F. P. 1975. **Considerações macro e microscópicas sobre o encéfalo de Sagüi (*Callitrix jacchus*, Linnaeus 1758)**. Dissertação de Mestrado, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 67pp.
- Rodrigues, H. 1973. **Técnicas anatômicas**. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil, 218pp.
- Swindler, D. R.; Wood, C. D. 1982. **Atlas of primate gross anatomy, baboon, chimpanzee and man**. Robert E. Kriger Publishing Company, Florida, USA, 254pp.
- Teixeira, D. G. 2005. **Estudo anatômico descritivo dos órgãos genitais masculinos do macaco-prego (*Cebus apella* Linnaeus, 1758)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 191pp.
- Voogd, J. 1975. Bolk's subdivision of the mammalian cerebellum - growth centres and functional zones. **Acta Morphologica Neerland**, 13: 35-54.
- Watanabe, I. 1982. Comparative study of the medulla oblongata, pons, mesencephalon and cerebellum of the tufted capuchin, *Cebus apella* Linnaeus. **Revista de Odontologia da UNESP**, 11 (1/2): 13-25.
- Wirth, F. P.; O'Leary, J. L. 1974. Locomotor behavior of decerebellated arboreal mammals - monkey ad raccoon. **Journal of Comparative Neurology**, 157: 53-86.
- Zimmerl, U.; Bruni, A. C.; Garadonna, G. B.; Mannu, A.; Preziuso, L. 1930. **Trattato di anatomia veterinaria**. v.3. Casa Editrice Dottor Francesco Vallardi, Milano, Itália, 316pp.