

ROQUELINE AMETILA E GLÓRIA MARTINS DE FREITAS AVERSI
FERREIRA

**ANATOMIA COMPARATIVA DE VASOS DO MEMBRO PÉLVICO DE
Sapajus spp. COM ALGUNS COMENTÁRIOS SOBRE
BIPEDALISMO**

BRASÍLIA, 2015

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

ROQUELINE AMETILA E GLÓRIA MARTINS DE FREITAS AVERSI
FERREIRA

**ANATOMIA COMPARATIVA DE VASOS DO MEMBRO PÉLVICO DE
Sapajus spp. COM ALGUNS COMENTÁRIOS SOBRE
BIPEDALISMO**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biologia Animal pelo Programa de Pós-graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz

BRASÍLIA
Maio de 2015

Aos meus queridos Emmanuel e Tales.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pelas oportunidades de crescimento moral e intelectual.

Ao meu filho Emmanuel por ser a fonte de luz e alegria da minha vida.

Ao meu esposo Tales pelo apoio e amizade.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos pelo que significam na minha vida mesmo estando distantes.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz, por todo o conhecimento compartilhado.

À Rosângela Correa e seu esposo pela hospitalidade e amizade.

Aos amigos Gina, Sr. Raimundo, Sra. Antônia e Thaís por toda a ajuda a mim dedicada.

A CAPES pela bolsa no Brasil e pela bolsa no exterior através o Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior.

Ao CNPQ pela bolsa no Brasil.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, professores, secretárias, coordenação e alunos.

“Não há fé inabalável senão aquela que pode olhar a razão face a face em todas as idades da humanidade, destrói o império da fé cega, que aniquila a razão e da obediência passiva que embrutece; emancipa a inteligência do homem e levanta a sua moral.”

(Allan Kardec)

RESUMO

Os macacos-pregos são conhecidos por exibir bipedalismo intermitente enquanto realizam tarefas específicas, como quebrar castanhas. A locomoção bipedal e manutenção da postura ocorre às expensas de um alto custo metabólico gerando a necessidade de um rico suprimento sanguíneo para os membros inferiores. Neste trabalho, foram feitas descrições anatômicas das artérias e veias do membro pélvico de *Sapajus libidinosus* (macacos-prego) e comparadas com as de outros primatas. O padrão arterial do membro pélvico de macaco-prego é mais similar a outras espécies quadrúpedes de *Cebus*, principalmente. Semelhanças também foram encontradas em *Papio*, provavelmente porque compartilham uma estrutura pélvica semelhante e à presença de cauda. O padrão venoso observado em *Sapajus* é menos similar ao dos pongídeos e humanos modernos. Além disso, o macaco-prego apresenta um padrão único para as veias femoral e safena parva. Embora estas espécies alterem facilmente entre as posturas quadrúpede e bípede, os resultados indicam que o macaco-prego não possui características específicas ou diferenciais que suportam a postura ou locomoção bípede. Deste modo, a explicação para as diferenças de comportamento locomotor encontradas no gênero de pregos, provavelmente inclui outros aspectos de sua fisiologia.

Palavras-chave: Zoologia, Morfologia dos grupos recentes, Primatologia, Membros posteriores, Vasos, Comportamento

ABSTRACT

Capuchin monkeys are known to exhibit sporadic bipedalism while performing specific tasks, such as cracking nuts. The bipedal posture and locomotion cause an increase in the metabolic cost and therefore increased blood supply to lower limbs is necessary. Here, we present a detailed anatomical description of the capuchin arteries and veins of the pelvic limb of *Sapajus libidinosus* in comparison with other primates. The arterial pattern of the bearded capuchin hind limb is more similar to other quadrupedal *Cebus* species. Similarities were also found to the pattern observed in the quadruped *Papio*, which is probably due to a comparable pelvis and the presence of the tail. *Sapajus'* traits show fewer similarities when compared to great apes and modern humans. Moreover, the bearded capuchin showed unique patterns for the femoral and the short saphenous veins. Although this species switches easily from quadrupedal to bipedal postures, our results indicate that the bearded capuchin has no specific or differential features that support extended bipedal posture and locomotion. Thus, the explanation for the behavioral differences found among capuchin genera probably includes other aspects of their physiology.

Keywords: Zoology, Morphology of recent groups, Primatology, Hind limbs, Vessels, Behavior

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Árvore filogenética dos primatas	11
Figura 2 - Visão dos vasos da pelve de <i>Sapajus</i>	22
Figura 3 - Visão dos vasos da pelve de <i>Sapajus</i>	23
Figura 4 - Visão da divisão da aorta em <i>Sapajus</i>	25
Figura 5 - Desenho esquemático do padrão arterial de membro pélvico	26
Figura 6 - Vista ventral das artérias do membro pélvico esquerdo de <i>Sapajus</i>	31
Figura 7 - Vista detalhada da regiões inguinal, coxa e poplítea em <i>Sapajus</i>	34
Figura 8 - Visão da perna de <i>Sapajus</i>	35
Figura 9 - Vista posterior e inferior da perna de <i>Sapajus</i>	37
Figura 10 - Pé direito de <i>Sapajus</i>	38
Figura 11 - Desenho esquemático do padrão arterial de membro pélvico.....	39
Figura 12 – Desenho esquemático do padrão arterial do membro pélvico.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	18
2.1. OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 MÉTODOS	18
3. 1 AMOSTRAS.....	18
3. 2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	20
3. 3 COLETA DE DADOS.....	20
3. 4 NOMENCLATURA.....	20
4 RESULTADOS	21
4. 1 PELVE.....	21
4. 1. 1 Descrição das artérias	21
4. 1. 2 Descrição das veias	30
4. 2 COXA, PERNA E PÉ.....	30
4. 2. 1 Descrição das artérias	30
4. 2. 2 Descrição das veias	46
5 DISCUSSÃO	47
5. 1 PELVE.....	47
5. 2 COXA, PERNA E PÉ.....	51
5. 3 COMENTÁRIOS SOBRE BIPEDALISMO.....	61
6 CONCLUSÕES	63
7 REFERÊNCIAS	65

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA UFG.....	75
ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA UFT.....	77

1 INTRODUÇÃO

O macaco-prego, nome popular dado devido ao formato da sua glândula peniana que se assemelha a cabeça de um prego aos animais do gênero *Sapajus* (1), vem sofrendo modificações taxonômicas. Inicialmente pertencente ao gênero *Cebus* (2), classificação dada a partir de estudos morfológicos, ecológicos (3), filogenéticos, taxonômicos, moleculares (4), recentemente sofreu mais uma alteração segundo estudos de Alfaro e colaboradores (1), que propuseram o gênero atual.

O *Sapajus* apresenta cauda semi-preênsil, que o auxilia no deslocamento arbóreo e sustentação do corpo quando em posição bípede, permanece a maior parte do tempo no estrato médio das árvores em ambientes florestais, descendo ao solo para forragear. Possui peso que varia de 1 a 3 kg e sua pelagem é de cor castanha (5, 6). É um primata neotropical de fácil reprodução em cativeiro e com vasta distribuição no continente sul-americano. Pode ser encontrado nas regiões que vão da Colômbia à Venezuela, do nordeste ao sudeste do Brasil, passando pelo bioma cerrado até a caatinga; está presente na maioria dos estados brasileiros e no norte da Argentina (7, 8).

O gênero *Sapajus* tem sido usado como modelo para vários estudos sobre comportamento, memória, ecologia, fisiologia, bioquímica (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19), mas o conhecimento da sua anatomia é ainda escasso (20), apesar de fundamental para estudos etológicos (21), evolucionários, taxonômicos (4) e de preservação da espécie (20, 22).

Os primatas surgiram há mais de 60 milhões de anos e definem uma ordem que se distingue, dentre outros aspectos, pela grande flexibilidade de comportamento dos indivíduos (Figura 1).

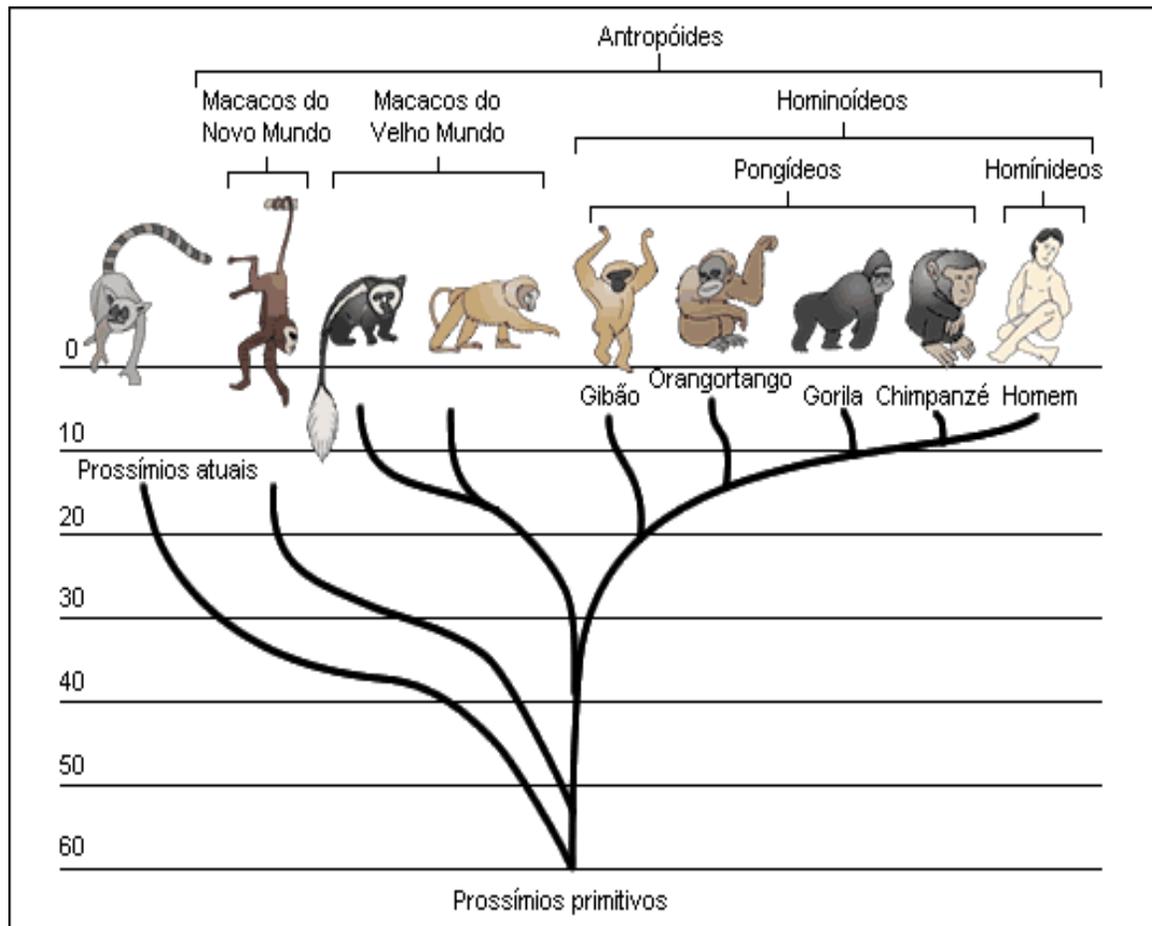


Figura 1 - Árvore filogenética dos primatas.

Esse comportamento é baseado em informações representadas mentalmente e adquirido individualmente, atribuídas, principalmente, à coleta de alimentos e relacionamento social, portanto, humanos e primatas não-humanos compartilham várias adaptações cognitivas como a noção de espaço, reconhecimento de objetos, uso de

ferramentas, categorização, quantificação, entendimento de relações sociais, comunicação, aprendizado e cognição social (23).

Áreas como etologia cognitiva, cognição de primatas, comunicação animal e psicologia evolutiva têm ganhado ênfase em anos recentes não só pelas contribuições para o estudo do comportamento dos animais, mas também pelas contribuições que podem trazer para o entendimento da cognição humana, posição defendida pela psicologia comparativa (23, 24, 25, 26, 27).

A análise comparativa comportamental dos primatas modernos, associada com os troncos filogenéticos derivados do cladismo, gera importância considerável para o entendimento da história recente da evolução cognitiva humana (28), principalmente associada com os primatas não humanos do Velho Mundo. Dentro desse aspecto, os estudos recentes sobre o aprendizado e memória dos *Sapajus* demonstram sua inserção neste contexto, pois segundo Resende e colaboradores (29), humanos, *Sapajus* e macacos do Velho Mundo apresentam o mesmo substrato neural básico para testes de memória (17).

De acordo com Auricchio (10), a grande atenção voltada para os primatas se deve também às suas semelhanças anatômicas, fisiológicas e etológicas com o ser humano, semelhanças estas que qualificam tais animais como bons modelos para testes de fármacos que posteriormente poderão ser aplicados em humanos.

Estudos paleontológicos têm revelado mudanças nas estruturas anatômicas associadas à evolução dos primatas (30, 31, 32, 33), fato observado também em estudos sobre anatomia comparativa entre o *Sapajus* e outros macacos neotropicais ou do Velho Mundo (34, 35, 36, 37).

As pesquisas sobre comportamento, memória, uso de ferramentas e índice de encefalização têm colocado o *Sapajus* próximo aos chimpanzés sob esses mesmos aspectos. No entanto, estudos mais pormenorizados, considerando os aspectos morfológico-evolutivos em comum que nortearam o desenvolvimento filogenético dos primatas, precisam ser realizados com o gênero *Sapajus*, devido, principalmente às últimas descobertas sobre seus aspectos neurofisiológicos e comportamentais, como a tolerância em relação aos outros indivíduos do grupo, uma característica acentuada em macacos-prego (38), que é um importante facilitador da aprendizagem social por realce de estímulo. Esse grau de tolerância entre os indivíduos envolvidos, ao influenciar as distâncias interindividuais, estabelece limites para o grau de detalhe em que a observação do comportamento do modelo é possível e, conseqüentemente, tais aspectos do comportamento podem ser efetivamente aprendidos por observação (39).

Portanto, a maior justificativa para tais estudos se deve às poucas informações sobre a anatomia básica e associada aos aspectos filogenéticos desse grupo na literatura científica, além dos importantes dados que aproximam tanto o *Sapajus*, um macaco de pequeno porte e do Novo Mundo, com os macacos de grande porte e do Velho Mundo como os chimpanzés, considerados os mais capacitados cognitivamente entre primatas não-humanos. Estudos de Aversi-Ferreira e colaboradores (35, 36, 40, 41, 42) demonstraram características particulares sobre a evolução dos *Sapajus* em termos de convergência adaptativa para a locomoção e manipulação, pois os músculos do ombro e braço destes animais apresentam maior semelhança morfológica, de origem e de inserção com babuínos em relação aos chimpanzés, no entanto, a musculatura do antebraço é mais semelhante a estes últimos.

Os *Sapajus* usam as mãos para se deslocar, forragear, catar alimento e objetos, quebrar cocos utilizando pedras e retirar alimento de um tubo utilizando gravetos (43, 44). O uso de ferramentas é conceituado pelo emprego de um objeto livre no ambiente para alterar com maior eficiência a forma, posição ou condição de outro objeto. Quando um indivíduo carrega a ferramenta antes do uso ou durante, ele é responsável pela orientação apropriada e eficaz da ferramenta (45); e quando isso é verificado em animais, principalmente primatas, isso auxilia o estudo da origem evolucionária dos homínídeos (28).

O uso de uma pedra para abrir cocos colocados em uma superfície sólida, é considerada a forma mais complexa do uso de ferramentas por qualquer espécie não humana observada rotineiramente na natureza, porque envolve a produção de duas relações espaciais, ordenadamente entre o coco e o batente, e entre a ferramenta e o coco (43, 44).

Os chimpanzés fazem o uso de ferramenta e constroem inteligentemente ferramentas tanto em ambiente selvagem quanto em cativeiro (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54). Eles podem construir e usar lança para caçar em arbustos pequenos (55), e são capazes de reconhecer quais são as características exigidas para que uma ferramenta particular funcione efetivamente (51, 53, 56, 57, 58, 59).

Observações e análises de animais em cativeiro, em liberdade e em semiliberdade mostram que o uso de ferramentas é realizado com maior eficiência quanto maior for a interferência do ser humano no ensinamento e quanto maior for a disponibilidade de ferramentas no meio (60, 61).

Semelhante aos chimpanzés, os *Sapajus* usam várias estruturas como ferramentas, incluindo as varas utilizadas como sonda para extrair o xarope dos

recipientes e das pedras, e como martelos para abrir objetos mais duros (19, 62). Exibem representativa inteligência, que, provavelmente, interfere no entendimento dos aspectos causais de suas ações de utilização de ferramentas (63, 64, 65). Estudos sobre memória (17, 66), e comportamento de *Sapajus* indicam sua proximidade comportamental em relação aos chimpanzés.

A habilidade de executar movimentos altamente individualizados dos dedos depende do número e extensão das conexões dos neurônios corticais motores e inervação das mãos (67, 68, 69, 70). Dados mostram que os *Sapajus* apresentam um denso substrato de neurônios motores córtico-espinhais relacionado aos seus dedos, semelhante ao que é observado em humanos e chimpanzés (71).

Os *Sapajus* usam as mãos para manipular objetos e alimentos com relativa habilidade, além de retirar a casca das árvores com as mãos em busca de pequenos insetos, e forragear, que representa a ocasião mais comum para o uso de ferramentas (49, 50, 56, 72, 73, 74).

Há correspondência entre a evolução cognitiva e a morfologia da mão em primatas (75), por meio de evidências fósseis e moleculares. As mãos derivadas de seres humanos modernos e de “Neandertals” podem indicar um compromisso morfológico aos comportamentos manipulativos relacionados a ferramentas, além daqueles que supostamente ocorreram em outros homínídeos, que inclui todas as espécies fósseis que são mais estreitamente relacionadas aos seres humanos modernos (76).

Estudos comportamentais recentes mostram que os *Sapajus* são capazes de agarrar objetos pequenos eficientemente, usando uma variedade de técnicas com precisão ao agarrar (77, 78, 79, 80, 81, 82, 83).

Por muito tempo se pensou que nenhuma espécie do macaco do Novo Mundo poderia agarrar objetos com precisão (5, 84, 85), entretanto, alguns autores acreditam que isso pode ocorrer em *Sapajus* (86, 87, 88).

Seus frequentes apertos funcionais com precisão, envolvendo principalmente as laterais dos dígitos para agarrar objetos pequenos são devido a sua capacidade de executar movimentos relativamente independentes com os dígitos (12, 89), fato não corroborado por estudos anatômicos (36, 40).

Os *Sapajus* exibiram uma grande variedade de apertos com precisão, envolvendo o polegar e o indicador, com as áreas de agarrar o objeto concentradas nas superfícies laterais das falanges distais, de tal forma que o objeto fizesse o contato com a margem medial do polegar e lateral do indicador (90).

Porém, os *Sapajus* não conseguem o contato dos coxins dos dedos polegar e indicador, como fazem os seres humanos e, que, de certa forma, algumas espécies de *catarrhini* (79, 81, 85), por causa da habilidade limitada do polegar do *Sapajus* de girar para os outros dígitos (5). A falta de apertos entre os dedos onde os coxins se encostam, assim como a ocorrência forte de apertos laterais dos dedos polegar e indicador em *Sapajus*, revelou em um teste padrão, como definido recentemente por Christel e Fragaszy (89), “oponência lateralizada,” confirmada em resultados precedentes (12, 89).

Supostamente, o modo mais direto de verificar esses aspectos seria um estudo anatômico pormenorizado das estruturas envolvidas aos movimentos das mão de *Sapajus*.

Porém, além desses aspectos associados ao entendimento da habilidade manual de *Sapajus*, é preciso compreender aqueles que estão associados ao seu

comportamento de bipedalismo, já que, provavelmente, foi a capacidade de se manter em pé que deu a ele condições de ter as mãos livres não só para o desenvolvimento das habilidades manuais mas também para desenvolver a capacidade deste animal de transportar objetos.

Aversi-Ferreira e colaboradores (40) reforçam a importância do conhecimento anatômico dos *Sapajus*, não só para a preservação de espécies, mas também para fornecer base concreta para futuros experimentos relacionados ao comportamento destes animais.

Segundo Anthony e colaboradores (91), é mais fácil resolver os inumeráveis problemas que apresenta a anatomia do corpo humano estudando a anatomia de todos os outros primatas.

O uso de dados anatômicos para se observar o comportamento vem sendo possível mediante trabalhos publicados enfocando a anatomia, mas essa área ainda é carente de estudos para tais primatas (20, 35, 36, 40, 41, 92, 93, 94, 95, 96, 97). O método de dissecação é o mais direto para a observação das estruturas corpóreas, pois, de acordo com Kahle e colaboradores (98), as preparações anatômicas possibilitam a exposição dos músculos, sendo possível o acompanhamento de sua origem, direção e inserção.

A dissecação do membro pélvico desses animais permite verificar quais os músculos responsáveis por seus movimentos, suas prováveis limitações, como ocorre a distribuição destes músculos além da sua inervação e vascularização.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo geral estudar e descrever a anatomia dos vasos do membro pélvico de *Sapajus*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Descrever os vasos da pelve no gênero *Sapajus* e compará-los com os dados descritos dessas estruturas em *Papio*, *Gorilla*, *Pan*, *Pongo* e *Homo*.

2. Descrever os vasos de coxa, perna e pé no gênero *Sapajus* e compará-los com os dados descritos dessas estruturas em *Cebus*, *Papio*, *Gorilla*, *Pan*, *Pongo* e *Homo*.

3. Discutir o comportamento e a locomoção de *Sapajus* associando os dados de vasos do membro pélvico deste gênero, gorila, orangotango, chimpanzé, babuíno, *Cebus* e humanos.

3 MÉTODOS

3. 1 AMOSTRAS

Para este trabalho foram utilizados nove espécimes de *Sapajus sp.* (sete machos e duas fêmeas de diferentes idades) (Tabela 1). O peso desses animais variava entre um e quatro quilogramas. Cinco deles sofreram mortes acidentais em seus habitats naturais e foram depositados na coleção anatômica do Laboratório de Antropologia, Bioquímica, Neurociência e Comportamento de Primatas (LABINECOP) da Universidade Federal do Tocantins, Brasil. Os demais foram provenientes do acervo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) e foram doados para estudo na década de 1970. Portanto, nenhum animal foi eutanasiado para o propósito desse estudo. Essa pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética Institucional da Universidade Federal de Goiás (CoEP – UFG 81/2008, autorização do Ibama 15275) e pelo Comitê de Ética Institucional da Universidade Federal do Tocantins (23101.003220/2013-85).

Quadro 1 – Animais utilizados na pesquisa

01	Macho
02	Macho
03	Macho
05	Macho
06	Macho
07	Macho
08	Fêmea

09	Macho
10A	Fêmea

3. 2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Todos os procedimentos que envolveram os animais foram realizados de acordo com as regras da Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA). Foi realizada a tricotomia nos animais com lâmina de barbear, em seguida, foi efetuada a perfusão com solução de formaldeído a 10%, pela artéria femoral, para fixação do material. Os animais foram então armazenados imersos em solução de formaldeído de mesma concentração em cubas opacas. Um dos animais recebeu a perfusão de látex nas cores azul e vermelha para a marcação de veias e artérias. Neste caso, foi injetado no animal uma solução de amônia anteriormente a perfusão de látex.

3. 3 COLETA DE DADOS

Os dados foram obtidos através da dissecação clássicas dos animais, utilizando instrumentos como bisturi, tesoura, pinça e lupa. As estruturas de interesse foram evidenciadas e fotografadas com câmera fotográfica da marca Canon, modelo Kiss X3.

3. 4 NOMENCLATURA

A nomenclatura adotada seguiu a utilizada por Gibbs (99), por se tratar de uma literatura mais completa a respeito da anatomia de membros pélvicos de pongídeos, e por ser controversa a nomenclatura em primatas.

4 RESULTADOS

4. 1 PELVE

4. 1. 1 Descrição das artérias (Quadro 2)

A aorta abdominal se divide em artérias (Aa.) ilíacas comuns direita e esquerda no nível das vértebras lombares L4 e L5 em *Sapajus sp.*, aproximadamente 4 cm acima do promontório. A Artéria (A.) ilíaca comum, em cada antímero, se divide em A. ilíaca externa, lateralmente, e A. ilíaca interna, medialmente. (figuras 2, 4 e 5).

A A. ilíaca interna em *Sapajus* gera apenas um tronco que origina a maioria das artérias da pelve (figuras 2 e 5). Este tronco divide-se em três ramos, o ramo lateral que representa a artéria para o ducto deferente, em machos, ou A. uterina, em fêmeas (figuras 2 e 5); o ramo intermédio que origina a Aa. vesical cranial, vesical caudal e retal média (figuras 2 e 5). O ramo medial posterior origina as Aa. glúteas cranial e caudal (figuras 2, 3 e 5). A A. glútea caudal origina a A. pudenda interna em ambos os gêneros (figuras 2, 3 e 5), mas em um espécime (lado esquerdo) um ramo da A. obturatória se anastomosa com a A. pudenda.

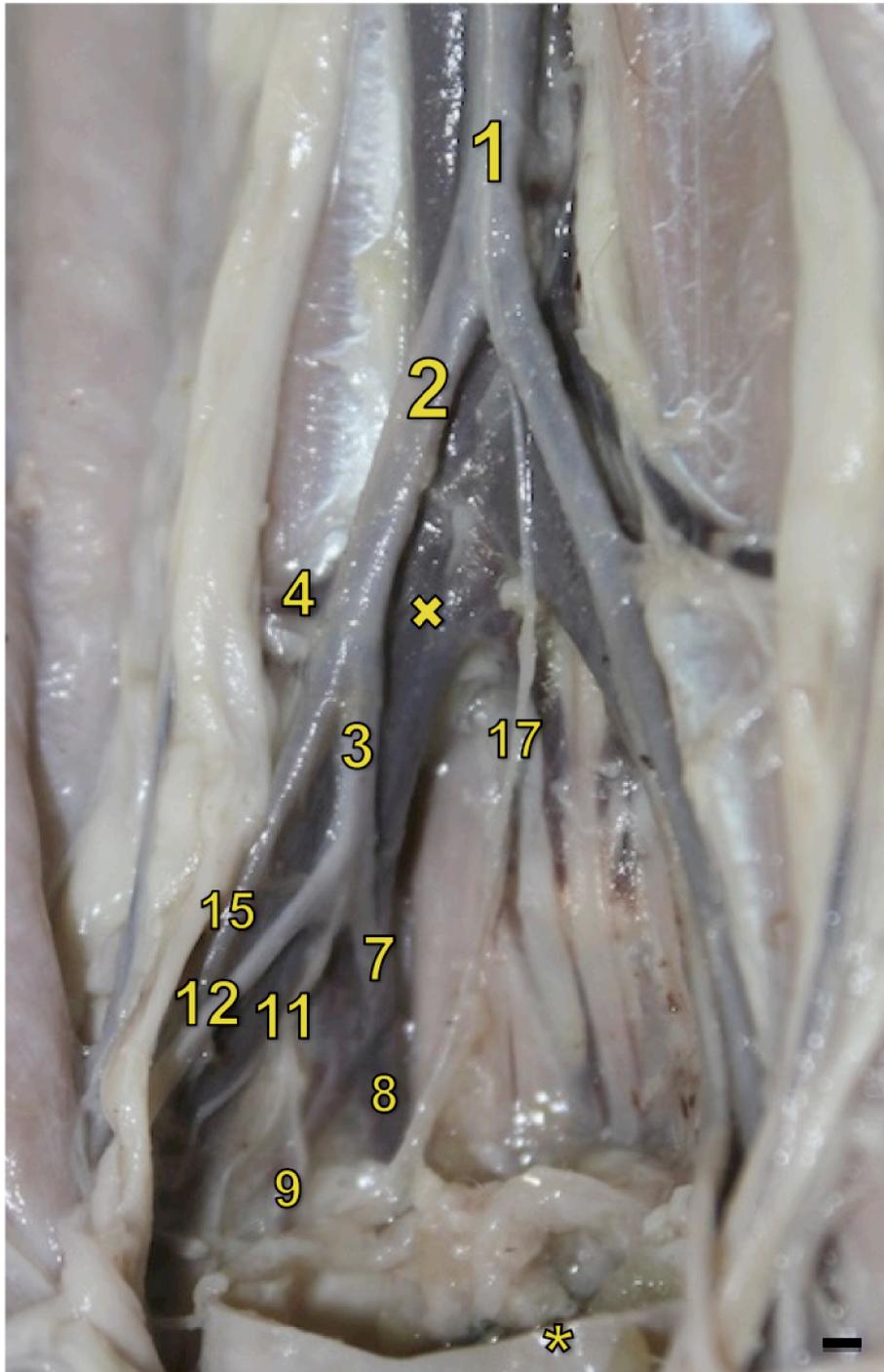


Figura 2 – Visão ventral dos vasos da pelve de *Sapajus* com indicação das artérias do lado direito, onde 1 indica a aorta abdominal, 2 A. íliaca comum direita, 3 A. íliaca interna direita, 4 A., 7 A. glútea cranial, 8 A. glútea caudal, 9 A. retal média, 11 A. vesical, 12 A. para o ducto deferente, 15 A. íliaca externa, 17 A. sacral média. O * indica o reto, o x indica a veia íliaca comum direita (aumento de 2X). Bar = 1cm.

A A. aorta abdominal origina do seu ramo dorsal perto da divisão que gera a A. ilíaca comum, a A. sacral mediana (figuras 2, 3 e 5).

A A. ilíaca externa origina lateralmente, logo abaixo a linha de onde emerge a A. ilíaca interna da A. ilíaca comum, a A. iliolumbar (figuras 2 e 5), que possui um trajeto lateral e emite, no nível da crista ilíaca, um ramo caudal, a A. ilíaca circunflexa superficial, e um ramo cranial, a A. epigástrica superficial (figuras 5).

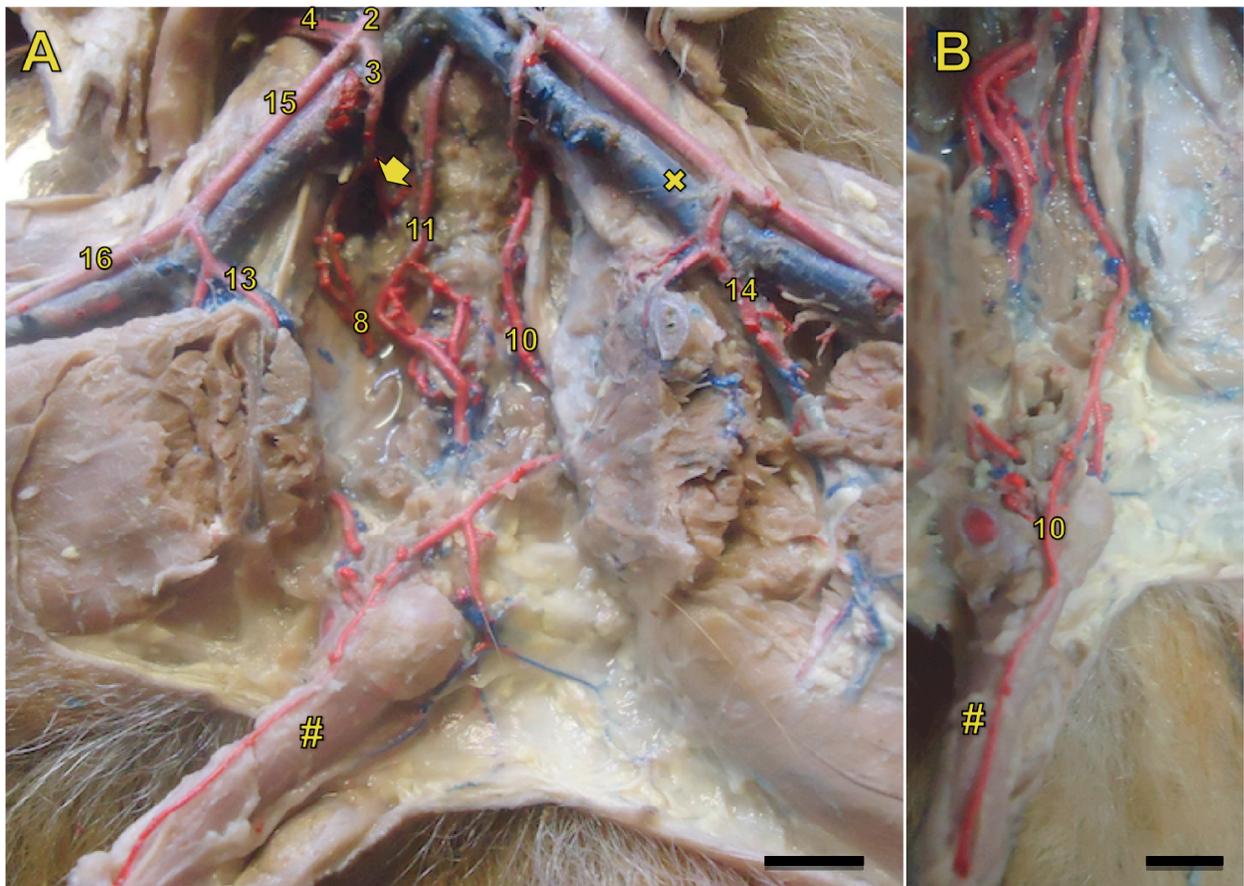


Figura 3 - (A) Visão ventral dos vasos da pelve de *Sapajus* sp., onde 2 indica a A. ilíaca comum direita, 3 A. ilíaca interna direita, 4 A. iliolumbar, a seta indica a A. glútea cranial, 8 A. glútea caudal, 10 A. pudenda interna esquerda, 11 A. vesical, 13 A. obturatória direita, 14 A. femoral circunflexa medial, 15 A. ilíaca externa direita, 16 A. artéria femoral direita (aumento de 0,75X). Bar = 1cm. (B) Visão em detalhe do lado esquerdo da pelve, onde o 10 indica a A. pudenda interna esquerda (aumento 1X). Bar = 1cm. O # indica o pênis e o x indica a via ilíaca externa esquerda.

A A. ilíaca externa continua caudal e lateralmente na pelve sobre o músculo íleopectíneo, emite um ramo médio-inferior, a A. obturatória (figuras 3, 4 e 5), imediatamente antes de cruzar a aponeurose do músculo oblíquo externo do abdômen, a bainha femoral (em *Sapajus*, não foi observado o ligamento inguinal). O primeiro ramo da A. obturatória a A. femoral circunflexa medial que cruza a aponeurose do músculo oblíquo externo do abdômen, medialmente à veia ilíaca, ganha um trajeto medial e emite a A. pudenda externa medialmente e ramos musculares (figuras 3, 4 e 5).

A A. obturatória continua na pelve em contato com a parte interna do ramo superior do púbis, pode emitir um ramo que se anastomosa com a A. pudenda interna (pode-se ver um caso no antímero esquerdo), atravessa o forame obturatório e emite ramos para nutrir os músculos (Mm.) obturadores interno e externo.

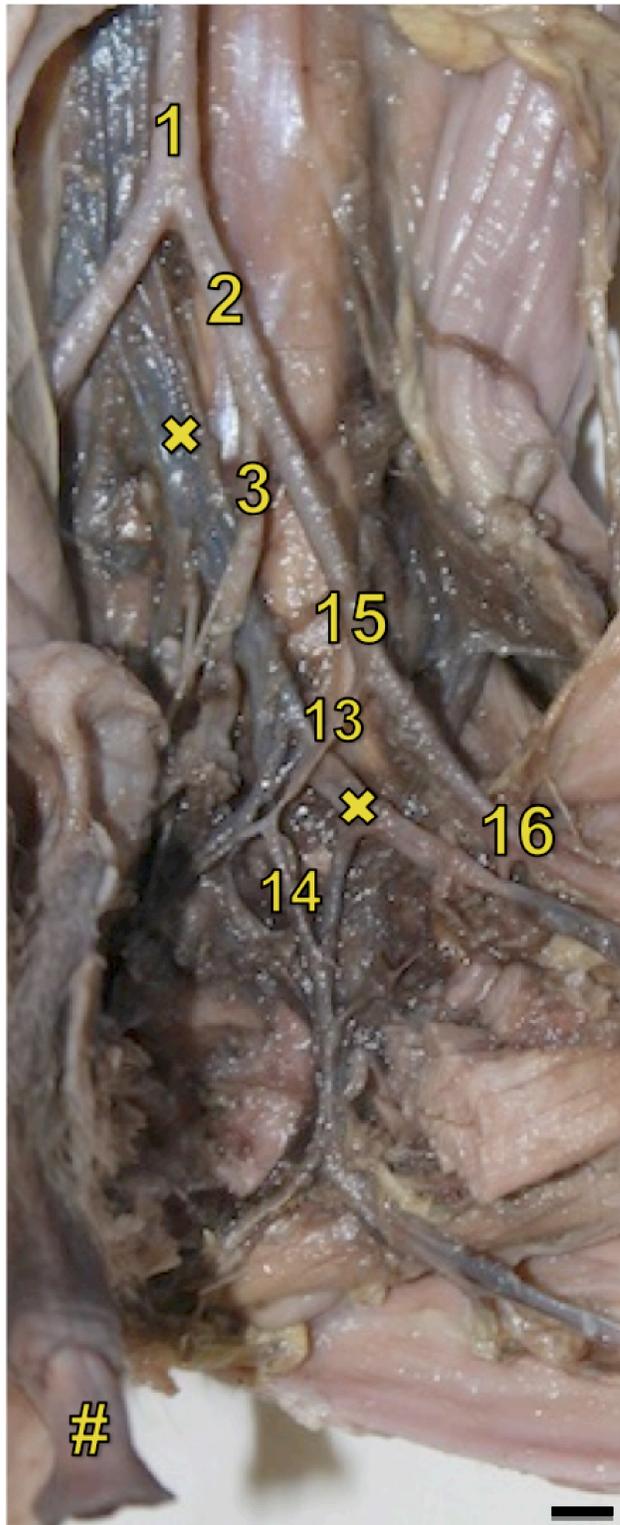


Figura 4 - Visão ventral da divisão da aorta em *Sapajus*, onde 1 indica a A. aorta abdominal, 2 A. íliaca comum esquerda, 3 A. íliaca interna esquerda, 13 A. obturatória esquerda, 14 A. femoral circunflexa medial, 15 A. íliaca externa direita, 16 A. femoral esquerda (aumento de 1,2X). O # indica o pênis e o x indica as veias. Bar = 1cm.

Sapajus

Papio

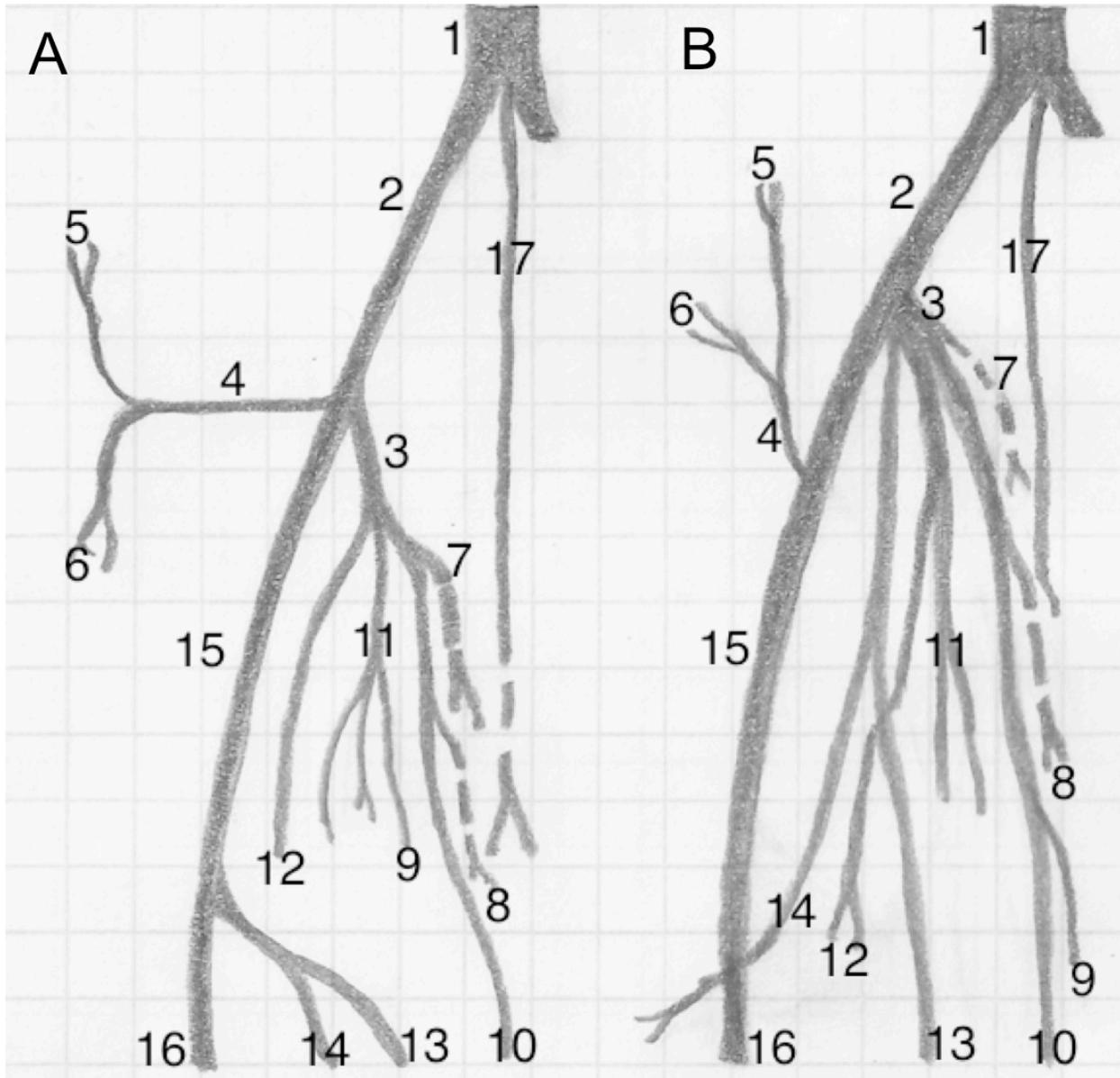


Figura - 5 Desenho esquemático representando o padrão arterial de membro pélvico direito de *Sapajus* (A) e *Papio* (B) (baseado em Swindler e Wood, 1973). A linha pontilhada indica o plano posterior e a linha contínua representa o nível do plano. Os números indicam os nomes das artérias, onde 1 aorta, 2 A. ilíaca comum, 3 A. ilíaca interna, 4 A. iliolumbar, 5 A. epigástrica superficial, 6 A. ilíaca circunflexa superficial, 7 A. glútea cranial, 8 A. glútea caudal, 9 A. retal média, 10 A. pudenda interna, 11 A. vesical, 12 A. para o ducto deferente, 13 A. obturatória, 14 A. femoral circunflexa medial, 15 A. ilíaca externa, 16 A. femoral, 17 A. sacral mediana. As proporções nas figuras foram normalizadas.

Quadro 2 – Anatomia comparativa das artérias de pelve de *Sapajus sp.* (este trabalho), *Papio*, *Pongídeos* e *Homo*. O = origina de; E = emite.

	<i>Sapajus</i>		<i>Papio</i>		<i>Pongídeos</i>		<i>Homo</i>	
	O	E	O	E	O	E	O	E
Iliaca Comum	Aorta Abdominal	Iliaca Externa e Iliaca Interna	Aorta Abdominal (100)	Iliaca Externa e Iliaca Interna (100)	Aorta Abdominal (99, 100)	Iliaca Externa e Iliaca Interna (99, 100)	Aorta Abdominal (99, 100, 101)	Iliaca Externa e Iliaca Interna (99, 100, 101), Iliolombar (como uma variação) (99, 101), Acessória ou substituída pela Renal (101)
Iliaca Externa	Iliaca Comum	Iliolombar e Obturatória	Iliaca Comum (100)	Epigástrica Inferior, Circunflexa Iliaca Profunda (100)	Iliaca Comum (99)	Epigástrica Inferior, Circunflexa Iliaca Profunda, Circunflexa Femoral Medial (2/3 de <i>Par</i> com Epigástrica Inferior) (99), Circunflexa Femoral Medial e Obturatória (<i>Par</i>) (100)	Iliaca Comum (99, 100)	Epigástrica Inferior, Circunflexa Profunda (99, 100, 101)
Iliaca Interna	Iliaca Comum	Iliaca para o ducto deferente ou uterina nas fêmeas; o ramo intermediário que emite as artérias vesical cranial, vesical caudal e retal média e; o ramo medial	Iliaca Comum (100)	dorsal e ventral. O ramo dorsal origina a artéria glútea (superior) cranial. O ramo ventral origina as artérias glútea caudal (inferior), pudenda Interna,	Iliaca Comum (99)	Obturatória (50% de <i>Par</i>) (G), glútea caudal (50% of <i>Pan</i>) (99), vesical superior (grandes pongídeos) (99), vesical inferior (<i>Pongo</i>) (99), uterina (grandes pongídeos) (99), pudenda interna (99),	Iliaca Comum (99, 101)	Obturatória, glútea caudal, vesical, uterina, retal média, pudenda interna (99, 101), vaginal (101) iliolombar, sacral lateral, glútea cranial (99, 100, 101).
Glútea Cranial	Ramo posterior medial da A. Iliaca interna.	Ramos musculares.	Ramo dorsal da A. Iliaca Interna (100).	Ramos terminais (100).	A. Iliaca Interna (<i>Pongo</i> , <i>Gorilla</i>) (G), (<i>Par</i>) (99, 100) A. Iliolombar lateral (50% de <i>Par</i> como uma variação) (99)	A. Iliolombar (<i>Par</i>) (99), A. sacral lateral (50% de <i>Par</i>) (99), ramos superficial e profundo (<i>Par</i>) (99).	A. Iliaca interna (99, 100, 101), Glútea caudal, ou pudenda interna (como uma variação) (101)	Ramos superficial e profundo (99, 101).

Glútea Caudal	Ramo medial posterior da A. ilíaca interna.	Ramos musculares, A. pudenda interna. (100).	Ramo ventral da ilíaca interna (100).	Ramos terminais (100)	A. pudenda interna (50% de <i>Par</i> , <i>Gorilla</i> (99), ausente em <i>Pongo</i> (99).	Uterina, retal média, pudenda interna (50% de <i>Par</i>) (99), vesical e ramos musculares (<i>Par</i>) (99).	Ilíaca interna, tronco comum com a pudenda interna (como uma variação) (99, 101).	Vesical (99), ramos musculares (99, 101).
Sacral Medial	A. aorta abdominal distal posterior.	Não foi possível verificar.	A. aorta abdominal (100).	A. ilíolombar (100).	A. aorta abdominal (<i>Par</i>) (99), ausente em <i>Pongo</i> (99).	Não foi citado.	A. aorta abdominal (99, 101).	A. lombar (101).
Ilíolombar	A. ilíaca externa.	A. ilíaca superficial circunflexa, epigástrica superficial.	A. sacral mediana de média por Swindler e Woodd (100).	Não citado.	A. ilíaca interna (<i>Pongo</i>) (99), A. Glútea superior (<i>Par</i>) (99, 100), parte distal da A. aorta (<i>Gorilla</i>)	A. glútea cranial em <i>Par</i> como uma variação (99).	A. ilíaca interna (101), A. ilíaca comum (como uma variação) (99), ramo dorsal da A. variação), A. femoral profunda (99), A. ilíaca interna (101) e epigástrica	Ramos da A. ilíaca para a fossa ilíaca e anastomoses com a A. ilíolombar (101).
Obturatória	A. ilíaca externa	A. femoral circunflexa medial e A. pudenda externa, ramos musculares.	A. ilíaca interna (100).	A. femoral circunflexa medial (100).	Ilíaca interna (50% of <i>Par</i>) (99), A. Epigástrica inferior (<i>Gorilla</i> , <i>Pongo</i> e 50% de	Não citado.	variação), A. femoral profunda (99), A. ilíaca interna (101) e epigástrica	Ramos da A. ilíaca para a fossa ilíaca e anastomoses com a A. ilíolombar (101).
Pudenda interna	A. glútea caudal.	Ramos para a região genital.	A. ilíaca interna, A. glútea caudal ou retal média (como uma variação) (100).	A. retal média (100).	A. ilíaca interna (grandes pongídeos) (99), média retal e glútea inferior em <i>Gorilla</i>	A. glútea inferior (50% de <i>Par</i> , <i>Gorilla</i>) (99).	A. ilíaca interna. (99, 101).	Ramos musculares (101).
Retal média	Ramo posterior medial da A. ilíaca interna.	A. Retal.	A. pudenda interna (100).	A. Retal (100).	A. glútea caudal. (<i>Par</i>) (99)	A. Retal.	Aa. ilíaca interna (99, 101) vesical inferior em machos (101).	A. Retal.
Alcranial e	Ramo intermediário da A. ilíaca interna.	A. Vesical.	Ramo ventral da A. ilíaca interna (100).	A. Vesical (100).	A. ilíaca interna (<i>Pongo</i>) (99), A. glútea caudal ou pudenda	Ramos superior (grandes pongídeos) (99) e inferior (<i>Pongo</i>) (99), pudenda interna	A. ilíaca interna (99), A. ilíaca interna ou vesical inferior (99, 101).	Ramos superior e inferior (99), a A. vesical inferior, em fêmeas é frequentemente
ente/ducto	Ramo lateral da A. ilíaca interna.	A. para o ducto deferente em machos e uterina nas fêmeas.	Ramo ventral da A. ilíaca interna (100).	Aa. Genitais (100).	A. ilíaca interna (grandes pongídeos), glútea caudal	Ramos terminais.	A. ilíaca interna (99, 101).	Ramos terminais.
Epigástrica	A. ilíolombar.	Ramos musculares.	Mostrado apenas no esquema. A. ilíaca externa em um tronco comum com a A. ilíaca	Não citado.	A. ilíaca externa (99).	Obturatória (50% em grandes pongídeos), A. ilíaca superficial (<i>Pongo</i>), ramo púbico, A. femoral	A. ilíaca externa (99, 101).	Obturatória (20 a 30%), ramo púbico (99).

allílica Circunflexa	A. Iliolumbar.	Ramos musculares.	Mostrada apenas no esquema. A. ilíaca externa em um tronco comum com a A. epigástrica superficial (100).	Não citado.	A. epigástrica inferior (<i>Pongo</i>) (99).	Não citado.	A. femoral (99).	Não citado.
----------------------	----------------	-------------------	--	-------------	--	-------------	------------------	-------------

4. 1. 2 Descrição das veias

As veias (Vv.) acompanham as artérias em seus trajetos na pelve (figuras 2, 3 e 4). A veia (V.) femoral ascende passando pela bainha femoral, medial e profundamente a A. femoral e látero-anteriormente à artéria e veia femoral circunflexa medial, dando origem à V. Ilíaca externa. As Vv. ilíacas interna e externa que se juntam para formar a V. ilíaca comum que drena para a V. cava inferior em Sapajus (figuras 2 e 4).

As outras veias drenam as regiões respectivas às artérias que as acompanham. (figuras 2, 3 e 4).

4. 2 COXA, PERNA E PÉ

4. 2. 1 Descrição das artérias (Quadro 3)

Nos Sapajus investigados, a A. ilíaca externa corre inferior e lateralmente na pelve sobre o M. Ela emite um ramo medial e inferior, a A. obturatória (Figura 5A), imediatamente antes cruza a aponeurose do M. oblíquo externo do abdômen. Não foi encontrado um ligamento inguinal verdadeiro em nenhum dos espécimes estudados. A A. obturatória emite a A. femoral circunflexa medial, que atravessa a aponeurose do M. oblíquo externo do abdômen medialmente a V. ilíaca (Figuras 5A e 5B). Em um espécime contudo, a A. Femoral circunflexa medial origina diretamente da A. ilíaca externa, mas apenas em um antímero.

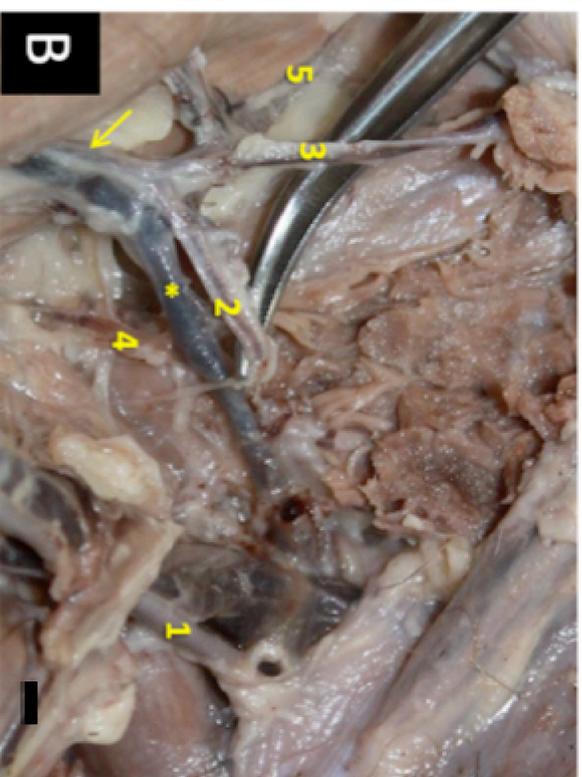
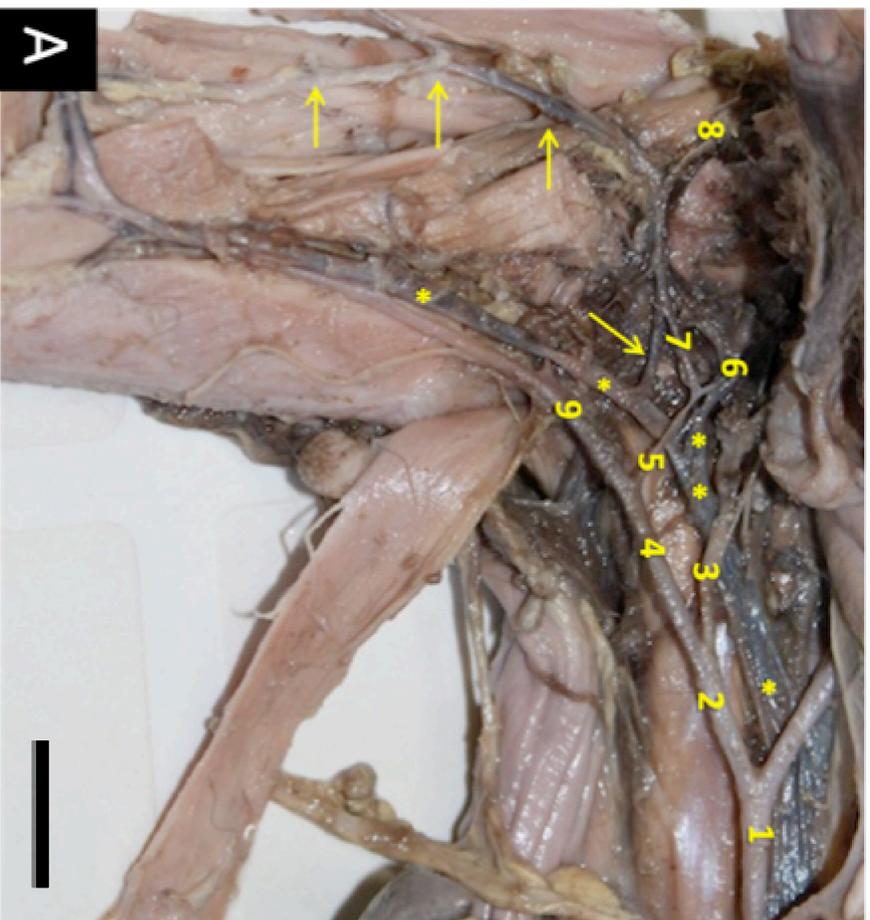


Figura 6 – Vista ventral das artérias do membro pélvico esquerdo de *Sapajus*. A porção cranial do espécime está localizada à direita. 5A: Visão da pelve e coxa esquerda. 1 indica a A. aorta abdominalis; 2, A. iliaca comum esquerda; 3, A. iliaca interna; 4, A. iliaca externa; 5, A. Obturatoria; 6, ramo para o órgão genital; 7, A. Femoral circumflexa medial; 8, A. Pudenda externa; 9, A. Femoral; o * indica as respectivas veias associadas às artérias; as setas indicam a V. Safena (0,7X). Bar = 1cm. 5B: Visão da região inguinal esquerda. 1 indica a A. Femoral; 2, a A. Femoral circumflexa medial; 3, ramo muscular para o M. grácil; 4, artéria para a cabeça do fêmur; 5, A. Pudenda externa. A seta indica o ramo muscular para o M. semimembranoso e o * indica parte da V. Safena (2,4X). Bar = 1cm.

A A. femoral circunflexa medial atravessa inferiormente a aponeurose do M. oblíquo externo do abdômen, corre obliquamente da porção anterior para a posterior da coxa e envia ramos comunicantes para os Mm. grácil e adutor, um único ramo para a cabeça do fêmur e emite a A. pudenda externa (Figura 6B). A A. femoral circunflexa medial é geralmente um ramo da A. obturatória.

Em *Sapajus*, a artéria femoral (Figuras 6A, 6B, 7A e 7B) emite, primeiro, um tronco lateral que dá origem à A. femoral circunflexa lateral e à A. epigástrica superficial (Figura 7B). A A. epigástrica superficial curva-se lateral e superiormente e emite a A. Ilíaca circunflexa superficial. A A. femoral circunflexa lateral emite dois ramos musculares para os Mm. vasto lateral e vasto intermédio, um ramo descendente e um que corre inferior e lateralmente à cabeça do fêmur. Foi identificado ramos da A. femoral circunflexa, como a A. epigástrica superficial (ramo ascendente), e a A. femoral circunflexa lateral (ramo descendente e transversal).

Nos espécimes estudados foi observado que o primeiro ramo da A. femoral é a A. femoral profunda que corre medial e posteriormente na coxa (Figuras 7B e 7C). Esta origina ramos musculares para os Mm. adutor e quadríceps femoral na porção medial da coxa, e um ou dois ramos perfurantes que se voltam lateralmente. A A. femoral profunda finaliza em ramos musculares no compartimento caudal-lateral da coxa irrigando o M. vasto lateral. A A. femoral continua na coxa medialmente inferiormente ao M. sartório através do canal dos adutores e inferiormente a margem inferior do M. vasto medial, claramente dando origem aos ramos dos Mm. adutores, sartório e vasto medial. No quarto distal da coxa, a A. poplítea origina posteriormente e continua superficialmente como A. safena (Figura 6A e 7D). Nos espécimes estudados, a A.

poplítea é um vaso curto. Ela emite um tronco ascendente que dá origem a duas Aa. geniculares inferior, e depois se divide anteriormente em A. tibial comum e, posteriormente em A. fibular (Figura 7D).

A A. tibial comum em *Sapajus* (Figura 8A) se divide em um ramo anterior, a A. tibial anterior, e um ramo posterior e inferior, a A. tibial posterior. A A. tibial anterior está situada entre a tíbia e a fíbula e vira proximalmente em direção ao compartimento anterior da perna, e termina em ramos musculares que suprem os músculos superficiais da perna (Figura 8A). A A. tibial posterior corre medialmente ao M. sóleo, na face posterior da membrana interóssea e penetra essa membrana no terço médio da perna para suprir os anteriores profundos da perna (Figura 8A). A A. poplítea foi considerada, neste trabalho, como A. tibial posterior, devido à sua posição e função, as Aa. tibiais anterior e posterior não atingem o pé.

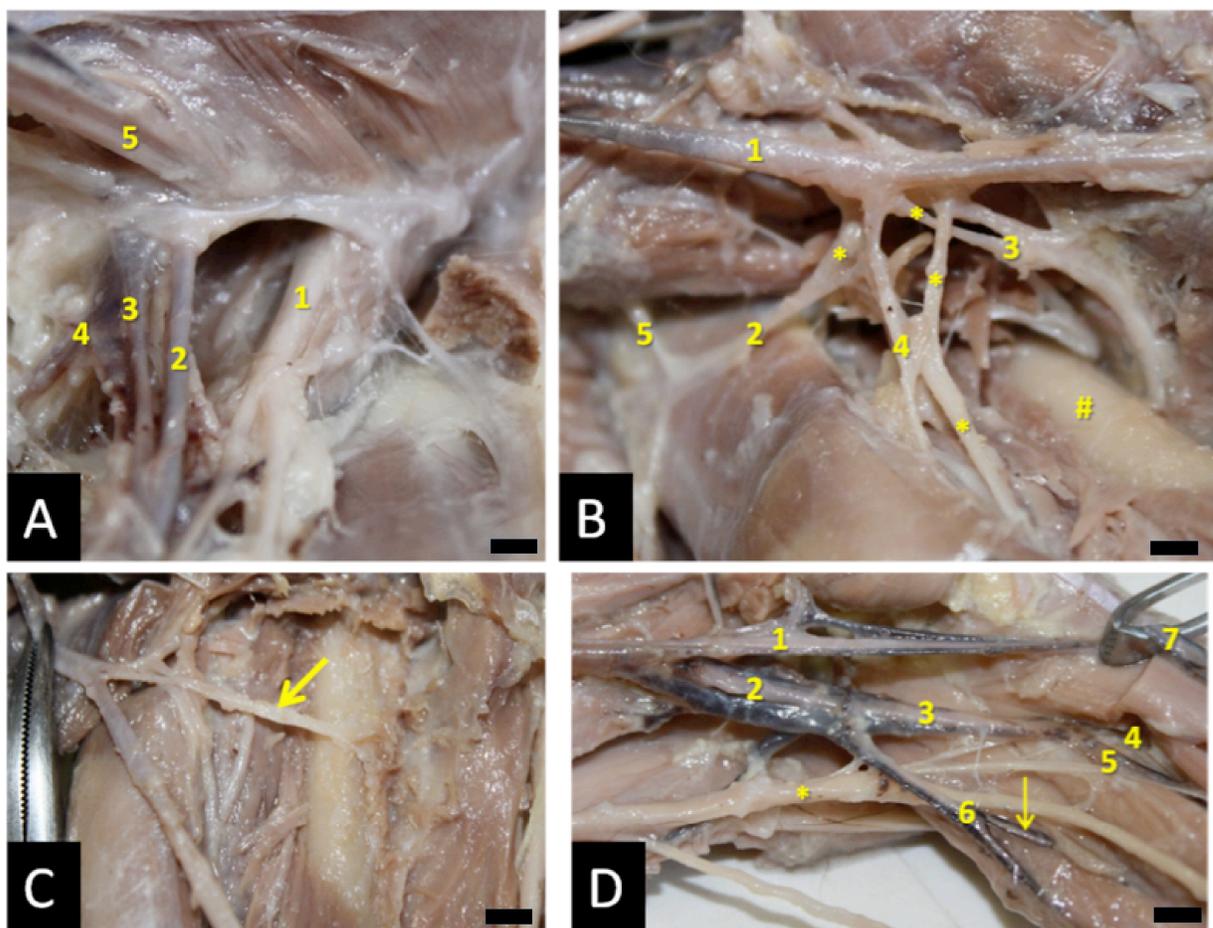


Figura 7 – Vista detalhada da regiões inguinal, coxa e poplítea em *Sapajus*. 6A: Região inguinal esquerda. 1 indica o N. Femoral; 2, A. Femoral; 3, V. Femoral; 4, A. Femoral circunflexa medial; 5, cordão espermático (3X). Bar = 1cm. 6B: Coxa direita. As artérias são indicadas por números, onde 1 é a A. Femoral; 2, A. Femoral circunflexa lateral; 3, A. Femoral profunda; 4, o ramo da A. Circunflexa lateral e 5, A. Epigástrica inferior. O * indica as veias associadas às artérias, o # indica o fêmur (2,4X). Bar = 1cm. 6C: Coxa direita. A seta indica a A. Femoral profunda (2X). Bar = 1cm. 6D: Região poplítea esquerda. 1 indica a A. Femoral; 2, A. Poplítea; 3, A. Tibial comum; 5, A. Tibial posterior; 6, A. Fibular; 7, A. Safena. A seta indica um ramo muscular da A. Fibular para o M. gastrocnêmio e o * indica o N. Isquiático (1,8X). Bar= 1cm.

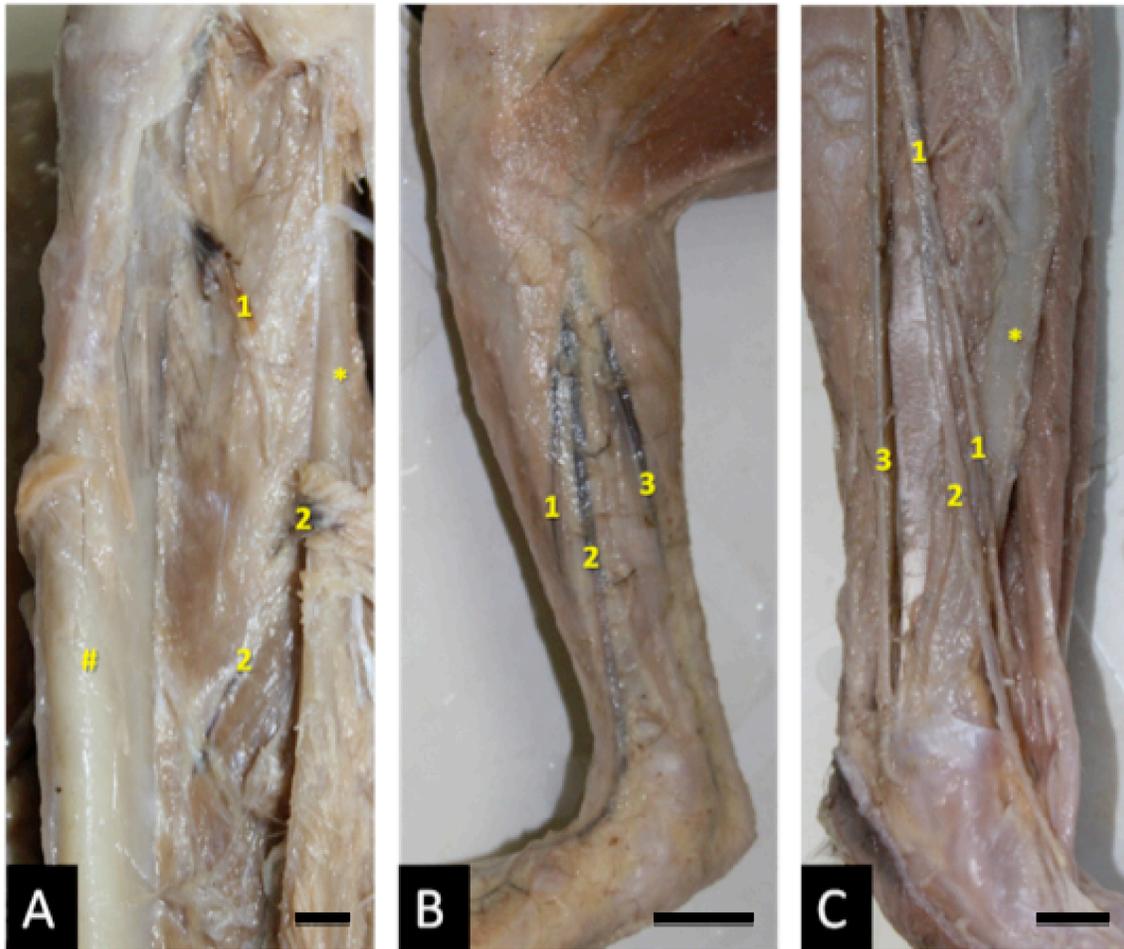


Figura 8 – Visão da perna de Sapajus. A porção cranial está na parte superior da figura. 7A: Perna direita. 1 indica a A. Tibial anterior; 2, A. Tibial posterior; ambas emergem do compartimento anterior da perna. O # indica a tibia e o *, a fíbula (1,4X). 7B: Perna direita. A fásia da perna foi preservada e as artérias não foram separadas das veias correspondentes (0,8X). 7C: Vista da porção medial da perna esquerda (1X). Nas figuras 7B e 7C os números indicam os ramos da A. Safena. 1 indica o ramo anterior; 2, ramo médio; 3, o ramo posterior. O * indica a tibia.

A A. fibular observada em *Sapajus* (Figura 7D) é um ramo da A. poplítea. Ela origina ramos para o Mm. gastrocnêmio e sóleo, continua superficialmente entre as cabeças do M. gastrocnêmio e corre paralelamente à pequena veia safena (Figura 9). A A. fibular e a V. safena correm lateralmente ao tendão do gastrocnêmio ao longo de sua margem lateral, passando posteriormente e inferiormente à lateral do maléolo lateral na área dorsal do pé. A partir desse momento, as artérias se distribuem lateral e

superficialmente como um ramo calcâneo.

A A. safena (Figura 8B) é superficial e emite as Aa. geniculares superiores e se divide em ramos anterior e posterior no terço médio-proximal da perna. O ramo anterior origina um ramo médio na terço proximal da perna (Figuras 8B e 8C). Inicialmente, todos os ramos da A. safena correm superficialmente na perna (Figura 8B). No pé, eles se dividem em Aa. dorsal e plantar. O ramo anterior da A. safena (Figura 8C) corre, depois de originar o ramo médio, inferiormente e penetra no terço distal da perna abaixo do retináculo dos músculos anteriores da perna. Ela passa obliquamente ao aspecto lateral no retináculo sob o tendão do M. tibial anterior. Em seguida, emerge lateralmente no pé, onde finalmente emite a A. dorsal lateral do pé (Figuras 8C e 9A).

A A. dorsal lateral do pé distribui sangue para os tecidos moles e pele e emite ramos dorsais para os 3º e 4º metatarsos. O ramo médio originado pela ramificação anterior da A. Safena (Figura 8C) corre inferiormente, passa anteriormente ao maléolo medial, superficialmente ao retináculo (Figura 9A), e emerge na porção medial do pé emitindo a A. dorsal medial do pé (Figura 10A) que origina um ramo para o 2º metatarso, um ramo perfurante e a A. dorsal para o 1º metatarso. O ramo posterior da A. safena (Figura 8B) corre inferior e medialmente ao lado da margem medial da cabeça medial do M. gastrocnêmio, continua medialmente ao tendão do M. tríceps sural e penetra o pé inferiormente (Figura 10A) e medialmente dá início à A. plantar medial (Figura 6B). A A. plantar medial está associada ao N. plantar na planta do pé (Figura 10B). Ela se divide em um ramo para o hálux (ramo plantar para o primeiro metatarso), um ramo para o segundo espaço interósseo, um ramo comunicante, e origina a A. plantar lateral aproximadamente no terço proximal da planta do pé. A A. plantar lateral

(Figura 10B) supra o terceiro e quarto espaços interósseos.

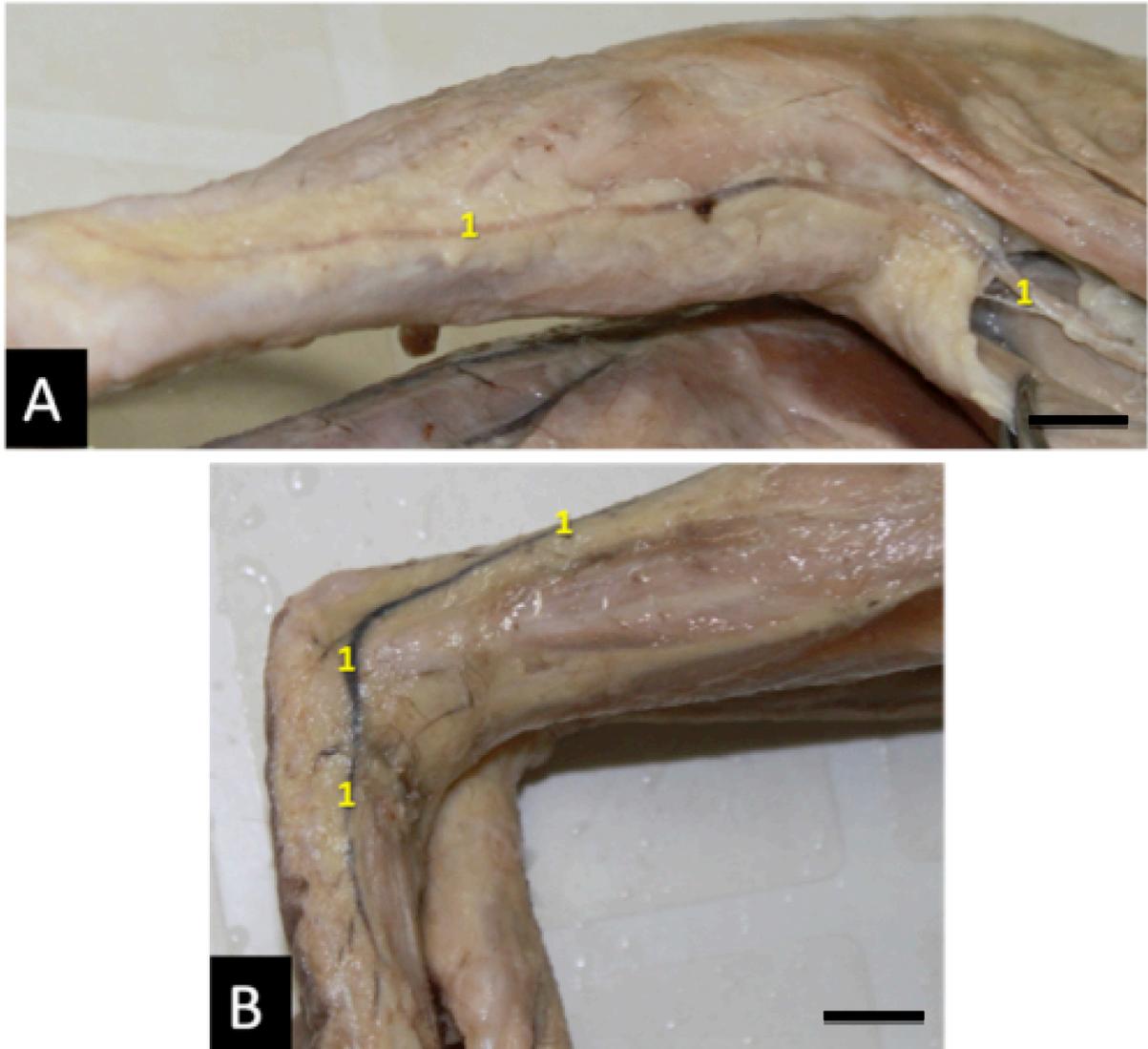


Figura 9 – Vista posterior (8A) e inferior (8B) da perna de *Sapajus*. 8A: Vista da porção posterior da perna esquerda e parte da coxa (0,8X). Bar = 1cm. 8B: Vista lateral da porção inferior da perna e pé esquerdos e parte da perna direita (0,8X). Bar = 1cm. O número 1 indica a A. Fibular que corre região proximal da perna junto com a V. Safena.

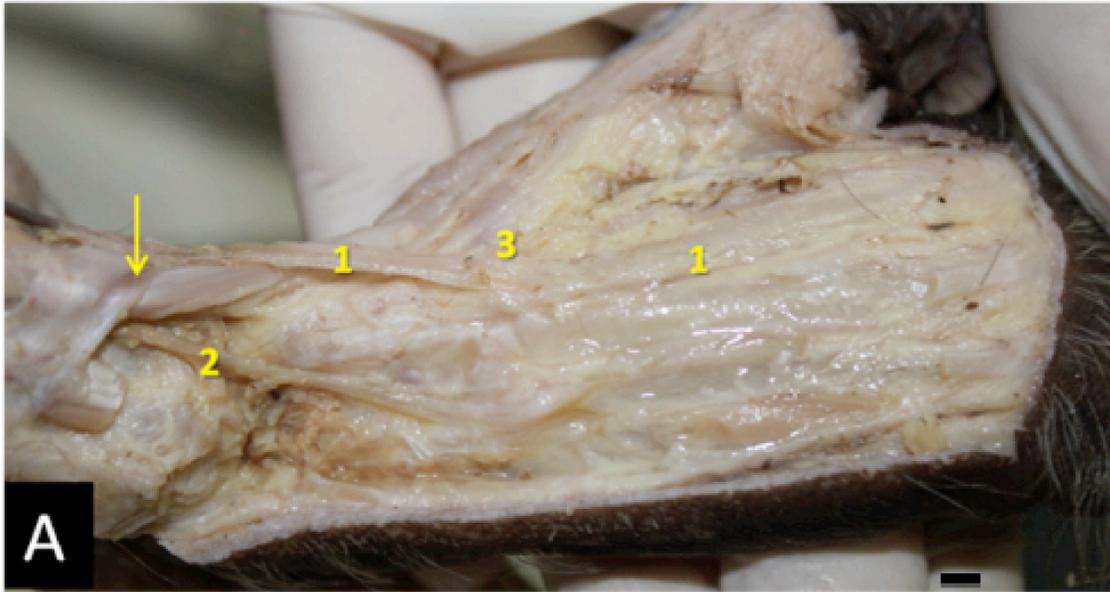


Figura 10 – Pé direito de *Sapajus*. 9A: Vista dorsal. Ramos anterior e médio da A. Safena no dorso do pé. O 1 indica a A. Dorsal medial do pé; 2, A. Dorsal lateral do pé; 3, ramo dorsal para o 1º metatarso. A seta, o retináculo dos Mm. anteriores da perna (2X). Bar = 1cm. 9B: Vista plantar. O 1 indica a A. Plantar medial; 2, A. Halucal plantar; 3, A. Plantar lateral; 4, A. Plantar para o 1º metatarso (2X). Bar = 1cm.

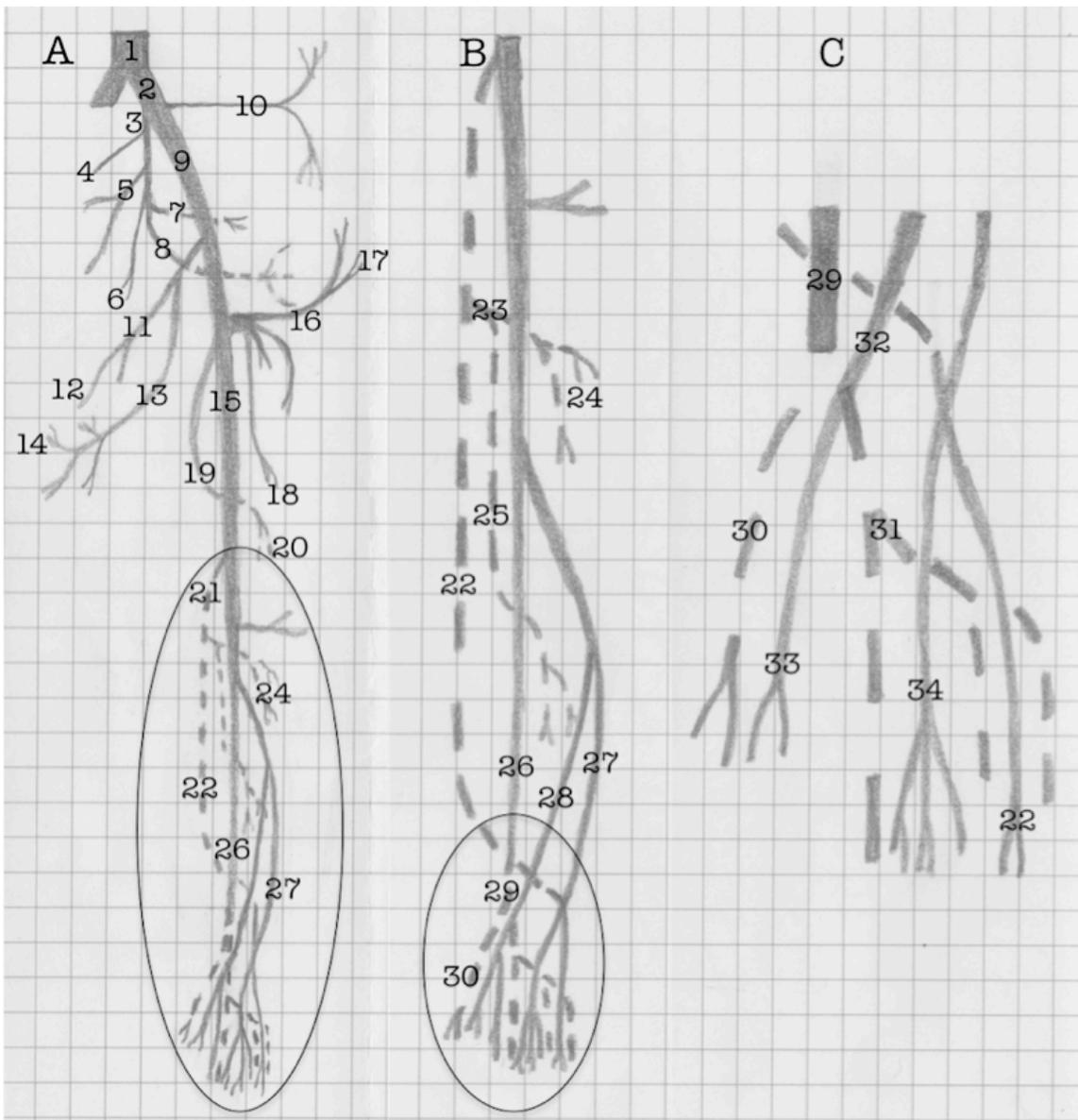


Figura 11 – Desenho esquemático do padrão arterial de membro pélvico de *Sajajus*. 10A: Esquema geral. 10B: Esquema da região circulada em A, esquema da perna. 10C: Esquema da região circulada em B, esquema do pé. A linha tracejada indica uma posição atrás do plano e a linha contínua representa o nível do plano. Os números indicam os nomes das artérias. 1, A. aorta; 2, A. íliaca comum; 3, A. íliaca interna; de 4 a 8 indicam as artérias da pelve; 9, A. íliaca externa; 10, A. iliolumbar; 11e 12, A. obturatória e seu ramo muscular; 13, A. circunflexa medial; 14, A. pudenda externa; 15, A. femoral; 16, A. epigástrica inferior; 17, A. íliaca circunflexa superficial; 18, A. femoral circunflexa lateral; 19, A. femoral profunda; 20, ramo perfurante; 21, A. poplítea; 22, A. fibular; 23, A. tibial comum; 24, A. tibial anterior; 25, A. tibial posterior; 26, ramo posterior da safena; 27, ramo anterior da safena; 28, ramo médio da safena; 29, A. plantar medial; 30, ramo plantar para o 1º metatarso; 31, A. plantar lateral; 32, A. dorsal medial; 33, A. dorsal para o 1º metatarso; 34, A. dorsal lateral.

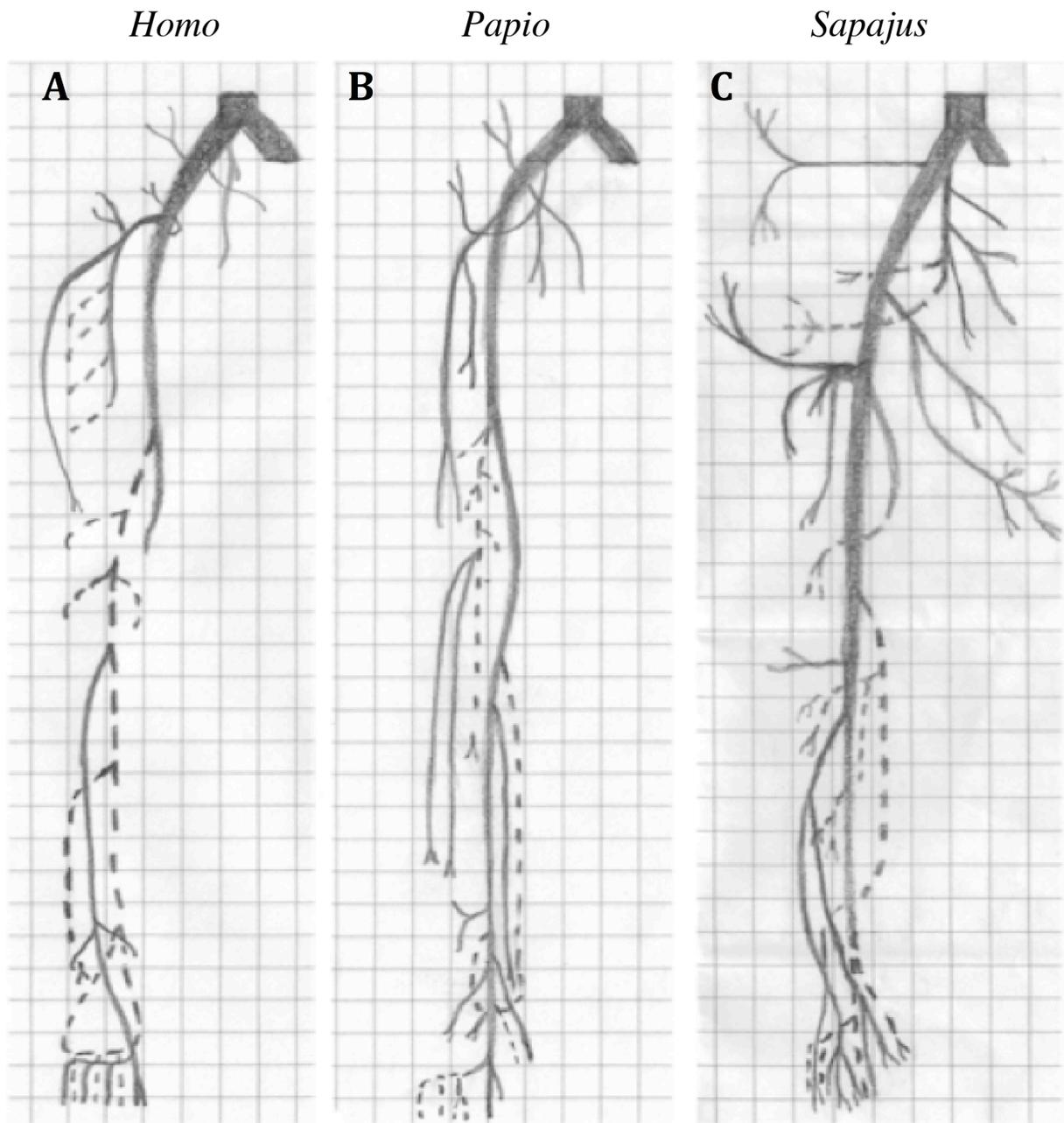


Figura 12 – Desenho esquemático do padrão arterial do membro pélvico de A: homem moderno e, B: *Papio*, baseado em Swindler e Wood (100), e de C: *Sapajus*. As linhas horizontais pontilhadas demarcam a divisão entre pelve, coxa, perna e pé. As proporções foram normalizadas.

Quadro 3 – Anatomia comparativa das artérias do membro pélvico de *Sapajus*, *Cebus*, *Papio*, pongídeos e *Homo*. O = origina de; E = emite.

Artérias	<i>Sapajus</i>		<i>Cebus</i> (102)		<i>Papio</i> (100)		Pongídeos		<i>Homo</i>	
	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E
Obturatória	A. Iliaca externa	A. femoral circunflexa medial; ramos musculares	A. iliaca externa	-	A. iliaca interna	-	A. Iliaca externa (<i>Par</i>) (100), A. Iliaca interna (50% de <i>Pan</i>) (99), A. Epigástrica inferior (<i>Gorilla</i> , <i>Pongo</i> e 50% de <i>Pan</i>) (99)	-	De acordo com Gibbs (99) origina da A. Femoral como uma variação, femoral profunda, A. Iliaca interna (101) e A. Epigástrica inferior de 20 a 30%.	Ramos para a fossa iliac e anastomose com a A. Iliolombar (101)
A. femoral circunflexa medial	A. obturatória ou A. Iliaca externa (um caso observado)	Ramos musculares, ramo para a cabeça do fêmur, A. Pudenda externa.	A. iliaca externa	Ramos musculares	A. obturatória	-	A. iliaca externa (<i>Hylobates</i> (99) e <i>Pan</i> (100)), A. femoral profunda (50% de <i>Pan</i> (99)), A. femoral (<i>Gorilla</i> e <i>Pongo</i> (99))	-	A. femoral profunda (99, 100, 101) A. femoral como uma variação (99, 101)	Ramos musculares (101)
A. pudenda externa	A. femoral circunflexa medial	-	-	-	A. Femoral	-	A. Femoral (<i>Par</i> , unilateralment e em <i>Gorilla</i> (99))	-	A. Femoral (99, 101)	Anastomose com ramos da A. Pudenda interna (101)
A. Femoral	A. Iliaca externa	A. femoral circunflexa lateral, A. Epigástrica inferior, A. Femoral profunda, A. Poplítea, A. safena, ramos musculares	A. iliaca externa	A. femoral circunflexa lateral, A. Femoral profunda, A. safena, A. Poplítea	A. iliaca externa	A. Safena, A. Poplítea, A. Femoral profunda, A. Genicular supra	A. Iliaca externa (99)	A. femoral circunflexa medial (<i>Gorilla</i> , <i>Pongo</i> , como uma variação em <i>Homo</i> (99)), A. Genicular descendente (<i>Par</i> , <i>Pongo</i> , <i>Homo</i> (99)), A.	A. iliaca externa (99, 101)	A. femoral circunflexa medial (como uma variação), A. Genicular descendente, ramos musculares, A. Iliaca circunflexa

							os ramos ascendente e descendente (99))		101)	
A. iliaca circumflexa superficial	A. epigástrica inferior	Ramos musculares	-	A. epigástrica inferior	-	A. epigástrica inferior (<i>Pan</i> (100), A. femoral (99))	-	A. epigástrica inferior (100), A. femoral (99)	-	
A. femoral profunda	A. Femoral	Ramos musculares, ramos perfurantes (1 ou 2)	A. Femoral	A. Femoral	Três ramos perfurantes	A. Femoral (99)	Ramos musculares, dois ramos perfurantes em 66,6% de <i>Pongo</i> , <i>Pan</i> e <i>Hylobates</i> ; três ramos perfurantes em <i>Gorilla</i> (99)	A. Femoral (99, 101)	Três ramos perfurantes (99, 101), Aa. Femorais circumflexas lateral e medial, ramos musculares (101)	
A. Poplitea	A. Femoral	A. genicular inferior, A. Tibial comum, A. fibular	A. Femoral	A. tibial anterior, A. fibular, A. Genicular superior, A. Tibial posterior rudimentar, A. Genicular média	A. Femoral	Aa. tibiais anterior e posterior	Aa. tibiais anterior e posterior em pongídeos, exceto em <i>Pan</i> que se divide em uma A. Tibial posterior e um ramo comum para a Aa. Tibial anterior e fibular, ramos geniculares superiores em pongídeos e ramos geniculares inferiores em <i>Pan</i> e <i>Hylobates</i> (99)	Femoral (99, 101)	Aa. tibiais anterior e posterior, Ramos geniculares superior e inferior, A. sural (99, 101), A. Genicular média, ramos musculares e cutâneos (101)	
A. genicular superior	A. Safena	--	A. Poplitea	-	A. Poplitea	A. Poplitea (99)	-	A. Poplitea (99, 101)	-	
A. genicular inferior	A. Poplitea	--	-	-	A. Poplitea	A. Poplitea em <i>Pan</i> e <i>Hylobates</i> (99)	-	A. Poplitea (99, 101)	-	
A. tibial anterior	A. tibial comum	Ramos musculares	A. Poplitea	-	A. Poplitea	A. Poplitea (99)	Ramos musculares em pongídeos, exceto <i>Pan</i> no	A. Poplitea (99, 100, 101)	A. Dorsal do pé tibial posterior recorrente, A.	

							qual termina como A. Dorsal do pé (99)		Tibial anterior recorrente, ramos musculares , ramos perfurantes, Aa. Maleolares medial anterior e lateral anterior (101)
A. tibial posterior	A. tibial comum	Ramos musculares	A. Safena(da poplitea para a A. Tibial posterior(rudimentar)	Aa. Plantares medial e lateral	A. Poplitea	-	A. Calcânea em grandes pongídeos (99), Aa. Plantares medial e lateral (99, 100)	A. Poplitea (99, 100, 101)	A. Calcânea, Aa. Plantares medial e lateral (99, 101), A. fibular circunflexa, artéria nutricia da tibia, ramos musculares, ramos perfurantes, ramos comunicantes, A. Maleolar medial (101)
A. Fibular	A. Poplitea	A. calcânea e ramos musculares	A. Poplitea	-	A. Poplitea	-	A. Tibial posterior em <i>Gorilla</i> e <i>Hylobates</i> (99), A. Tibial anterior em <i>Pongo</i> (99), A. poplitea em <i>Pan</i> (99)	A. tibial posterior (99, 100, 101)	A. calcânea lateral, ramos perfurantes nos pongídeos (99, 101) ramos musculares, artéria nutricia para a fibula, ramos perfurantes, ramos comunicantes (101)
A. Safena	A. Femoral	A. genicular superior, ramos anteriores e posteriores	A. Femoral	A. Genicular suprema, ramos anteriores e posteriores	A. Femoral	Ramos anteriores e posteriores	A. Dorsal do pé em grandes pongídeos (99)	A. genicular descendente (99)	-
Ramo anterior da safena	Safena	Ramos médios da A. Dorsal lateral do pé, ramos dorsais para o 3º e 4º metatarsos	A. Safena	-	A. Safena	-	-	-	-
Ramo	A. Safena	A. plantar	A. Safena	Aa.	A. Safena	Aa.	-	-	-

posterior da safena A.		medial		plantares medial e lateral		plantares medial e lateral		A. tibial posterior em <i>Pan</i> , A. safena em grandes pongídeos (99)	-	A. tibial posterior (99, 101)	A. Tarsal, A. arqueada, ramo dorsal para o 1º metatarso, ramos cutâneos (101)
Ramo médio do ramo anterior da safena (dorsal do pé)	Ramo anterior da safena	A. dorsal medial do pé, ramos dorsais para o 1º e 2º metatarso	Ramo anterior da safena	Ramo dorsal para o 1º metatarso	Ramos anterior da safena	Ramo Dorsal		A. tibial posterior em grandes pongídeos (99)	Ramos para 1º, 2º e 3º espaços interósseos em <i>Pan</i> , para 2º e 3º espaços interósseos em <i>Pongo</i> (99)	A. tibial posterior (99)	Ramos musculares, ramos comunicantes (101)
A. plantar medial	Ramo posterior da safena	Ramos para o hálux, para o 2º espaço interósseo, um ramo comunicante, A. Plantar lateral	Ramo posterior da safena	-	Ramo posterior da safena	-		A. tibial posterior em grandes pongídeos (99)	Ramos comunicantes (99)	A. tibial posterior (99)	Ramo muscular (101)
A. plantar lateral	A. plantar medial	-	Ramo posterior da safena	-	Ramo posterior da safena	-		A. tibial posterior em grandes pongídeos (99)	Ramos comunicantes (99)	A. tibial posterior (99)	Ramo muscular (101)

4. 2. 2 Descrição das veias

As veias, no membro pélvico de *Sapajus*, formam um grupo superficial e outro profundo. As veias profundas são “venae comitantes”, isto é, são veias duplicadas que acompanham as artérias (Figuras 6A, 6B, 7D e 8B). Uma evidente veia superficial em *Sapajus*, é a V. safena parva (Figura 9) que se origina dorsal e lateralmente no pé, segue lateralmente e se curva próxima do maléolo lateral. Ela ascende superficialmente entre as cabeças do M. gastrocnêmio junto à A. fibular, é superficial e posterior ao joelho (fossa poplítea) e à coxa, e continua acompanhando o ramo muscular da A. Femoral circunflexa medial no terço proximal da coxa (Figuras 6A e 6B). A V. safena parva continua e desemboca na V. ilíaca externa na pelve. As outras veias superficiais são veias acompanhantes dos ramos da A. safena, estas drenam para a V. femoral, que representa a V. safena magna. Foram encontradas três veias superficiais: duas ao longo de cada A. safena e uma terceira ao longo do ramo médio do ramo anterior da A. safena.

A V. femoral recebe as tributárias de veias que acompanham as Aa. safenas. No face medial da coxa de *Sapajus* a V. femoral ascende passando na bainha femoral, medial e profunda à A. femoral, lateral e anterior à A. femoral circunflexa medial e veia correspondente (Figura 7A). As Vv. ilíacas externa e interna se juntam para formar a V. ilíaca comum que drenam para a V. cava inferior (Figura 7A).

5 DISCUSSÃO

5.1 PELVE

As artérias apresentam alta variabilidade (103) e na pelve de primatas há diferenças em ambos os lados de um mesmo animal (100). O padrão de divisão da A. aorta e das Aa. ilíacas comuns se mostrou idêntico em todos os animais estudados neste trabalho (Quadro 2).

Diferentemente de *Sapajus* que apresenta apenas um tronco da A. ilíaca interna para suprir a pelve (Quadro 2), em *Homo* (99, 100, 101), *Pan* (99, 100) e *Papio* (100) a A. ilíaca interna origina dois troncos, o ventral e o dorsal que dão origem às artérias pélvicas.

O tronco dorsal origina as Aa. iliolumbar, sacral lateral e glútea cranial em *Homo* (99, 100, 101) e *Pan* (99, 100); em *Papio*, origina apenas a A. glútea cranial (100).

A A. iliolumbar possui origem diferente nos primatas; ela se origina da A. ilíaca interna em *Pongo*, da A. glútea cranial em *Pan* (99, 100) e da A. aorta em *Gorilla* (99); em *Homo*, ela se origina da A. ilíaca comum (99) ou da A. ilíaca interna (99, 101).

No *Papio*, a A. iliolumbar origina-se da A. ilíaca externa (100), similar a *Sapajus* onde a A. iliolumbar se origina isoladamente da A. ilíaca externa (Figuras 2 e 5). Em *Sapajus* e *Papio* a A. iliolumbar dá origem a dois ramos, as Aa. epigástrica superficial e a ilíaca circunflexa superficial; enquanto ambas têm direção cranial em babuínos, a primeira é cranial e a última é caudal em *Sapajus*.

Nos babuínos (100), chimpanzés (99) e homens (101), a A. sacral medial origina-

se do aspecto dorsal da A. aorta abdominal, de forma idêntica ocorre em *Sapajus*; mas em *Pongo*, ela está ausente (99). A A. sacral lateral se origina do tronco dorsal da A. ilíaca interna em *Homo* (99, 100, 101) e 50% de *Pan*; enquanto que nos outros 50%, ela origina-se da A. glútea cranial (99); em *Papio*, ela origina-se da A. sacral medial (100). Diferente dos outros primatas estudados aqui, em *Sapajus*, a A. sacral lateral não foi observada.

A A. glútea cranial origina-se do tronco dorsal da A. ilíaca interna em *Homo* (99, 100, 101) normalmente, mas também pode originar-se diretamente das Aa. ilíaca interna, glútea caudal ou da pudenda interna (101); do tronco dorsal em *Pan* (99, 100), *Gorilla* e *Pongo* (99); e da A. ilíaca interna em *Papio* (100); enquanto que em *Sapajus*, a A. glútea cranial origina-se de uma artéria comum a eles, o ramo intermédio da A. ilíaca interna (Figuras 3 e 5), constituindo a única artéria que poderia representar o tronco dorsal relativo aos outros primatas; portanto de idêntico em origem com babuínos.

Em geral, as artérias de *Sapajus* originam do tronco dorsal, em outros primatas, são mais semelhantes em termos de origem a *Papio*. As artérias de *Papio* (100), *Pan* e *Homo* (99, 100, 101), que em geral, origina do tronco ventral da A. ilíaca interna, são as Aa. obturatória, glútea caudal, vesical, uterina, retal média e pudenda interna. A A. obturatória origina-se também do ramo da A. epigástrica inferior da A. ilíaca em 50% de *Pan*, *Gorilla*, *Pongo* e de 20 a 30% de *Homo*; e pode estar ausente em *Pan* onde esta área é suprida pela A. femoral circunflexa medial (99). Em *Sapajus*, a A. obturatória é o ramo medial da A. ilíaca externa e origina a A. femoral circunflexa medial perto da coxa; portanto, sua origem é única me relação aos outros primatas estudados.

Em 50% de *Pan* e *Gorilla*, a A. glútea caudal origina-se da A. pudenda interna, e ambas, as Aa. glútea caudal e pudenda interna pode formar um tronco comum em *Homo* (99, 101); e está ausente em *Pongo* (99). As Aa. uterina e retal média podem dar origem à A. glútea caudal em 50% de *Pan* (99). Em *Sapajus*, a A. glútea caudal origina, junto com a A. glútea cranial, do ramo posterior medial do único tronco da A. ilíaca interna, e origina a A. pudenda interna (Figuras 3 e 5).

As Aa. vesicais cranial e caudal têm a mesma origem na A. ilíaca interna, tronco ventral em *Homo* e *Pongo*, mas apenas a A. vesical cranial origina-se da A. ilíaca interna em *Pan* e *Gorilla* (99); enquanto que em *Sapajus*, ambas se originam juntas da parte intermédia do único tronco da A. ilíaca interna (Figuras 2, 3 e 5).

De acordo com Swindler and Wood (100), a artéria para o ducto deferente e a A. uterina são homólogas. A A. uterina/ducto deferente é um ramo da A. ilíaca interna, tronco ventral em *Homo* e grandes pongídeos, mas pode se originar da A. glútea caudal em *Pan* (99). Em *Sapajus*, a A. uterina/ducto deferente origina-se sozinha da parte lateral do único tronco da A. ilíaca interna.

Em babuíños, a A. retal média não se origina da A. sacral medial, mas da A. pudenda interna (100) (Figura 4). Contudo, ela origina-se da A. ilíaca interna em *Homo* (99, 101) ou da vesical caudal em machos (101), e da A. glútea caudal em *Pan* (99). Em *Sapajus*, a A. retal média origina-se da parte intermédia do único tronco da A. ilíaca interna, junto com o tronco das Aa. vesicais.

A A. pudenda interna pode se originar da A. glútea caudal ou da retal média em *Gorilla* (99) e *Papio* (100); ela pode originar este ramo em *Gorilla* (99) e pode originar a

A. vesical caudal em *Pan* (99). A A. pudenda interna origina-se da A. glútea caudal em *Sapajus*, um pouco semelhante a *Gorilla* e *Papio*. A Aa. epigástrica inferior e ilíaca circunflexa profunda em *Sapajus* não foi observada na pelve, porque elas se originam da A. femoral na coxa (104).

Em termos gerais, a modelo de distribuição e origem das artérias na pelve de *Sapajus* é mais semelhante ao encontrado em babuínos que em outros primatas estudados. Isto porque ambos, *Sapajus* e babuínos, possuem cauda, forma similar de corpos e movimento quadrúpede preferencialmente.

Isso era esperado devido a estudos comparativos deste mesmo grupo de primatas feitos anteriormente sobre vasos, nervos e músculos do membro torácicos (20, 42, 104, 105, 106, 107) ter demonstrado que *Sapajus* são mais similares a babuínos do que a pongídeos.

Não obstante, é importante ressaltar a necessidade de outros estudos envolvendo outros Primatas do Velho Mundo além de babuínos, pongídeos e Primatas de Novo Mundo para prover mais informações sobre evolução, taxonomia e comportamento dessas espécies.

Sapajus são quadrúpedes (43), mas mudar da marcha quadrúpede para a bípede, pode ser, portanto, um importante modelo antropológico para a evolução do bipedalismo humano (108). Interessantemente, o bipedalismo intermitente observado em *Sapajus* é uma atividade extenuante ou pelo menos difícil (109); especialmente quando unido a outras atividades, como quebrar castanhas (110). Portanto, há a necessidade de manter os músculos trabalhando fortemente para realizar estas

atividades. O estudo anatômico de vasos pode fazer parte dos estudos para verificar o caminho correto para o entendimento para o processo por trás do bipedalismo em primatas (104).

Naturalmente, se vasos não poderiam representar as principais estruturas responsáveis pelos estudos evolucionários e de comportamento, bem como ossos e músculos, eles podem ser uma das chaves para explicar a capacidade do *Sapajus* realizar o bipedalismo intermitente (104).

5. 2 COXA, PERNA E PÉ

Interessantemente, poucas variações foram encontradas entre os espécimes de *Sapajus* observados neste estudo. A principal variação, a origem da A. circunflexa medial em um de nove casos, apenas permitiu uma descrição geral do padrão de vasos em *Sapajus*. Pode-se observar também que o ligamento inguinal, que em geral se estende entre a espinha ilíaca anterior superior do ílio e o tubérculo púbico do púbis e separa um espaço para músculos e vasos entre o abdômen e o membro pélvico, em contraste com a descrição de Manners-Smith (102) em *Cebus*, não foi encontrado um ligamento inguinal verdadeiro em nenhum dos espécimes de *Sapajus* estudados.

A origem da A. obturatória em macacos e pongídeos é bastante diverso: ela possui origem na A. ilíaca externa em *Cebus* e *Pan* (102); da A. ilíaca interna em *Papio* e em 50% de *Pan* (99, 100); diretamente da A. femoral ou da A. femoral profunda em 25% de *Papio* (111); e da A. epigástrica inferior em *Gorilla*, *Pongo* e em 50% de *Pan* (99). De

acordo com Gibbs (99), a A. obturatória origina-se da A. femoral como uma variação em humanos, enquanto ela se origina da A. femoral profunda , ilíaca interna (101) e epigástrica inferior em 20 a 30% dos casos. A origem da A. obturatória encontrada nos *Sapajus* investigados é semelhante a *Cebus* (102) e *Pan* (100). Contudo, foi encontrado em um exemplar que a A. femoral circunflexa medial se origina, em um lado, diretamente da A. ilíaca externa.

Manners-Smith (102) descreveu que a A. ilíaca externa origina um tronco comum para as Aa. epigástrica inferior, obturatória e femoral circunflexa medial em *Cebus*. Também, o último emite ramos para os músculos adutores e sua porção profunda passa entre o Mm. pectíneo e psoas maior. A A. femoral circunflexa medial origina-se da A. femoral profunda em *Homo* (99, 100, 101) e em 50% de *Pan* (99), da A. ilíaca externa em 50% de *Pan* e *Hylobates*, e da A. obturatória em *Papio*. Uma origem diretamente da A. femoral ocorre em *Gorilla* e *Pongo* (99), mas é também descrito como uma variação em *Homo* (99, 101). A origem da A. femoral circunflexa medial observada em *Sapajus* é semelhante a *Papio* (100). Não obstante, a A. femoral circunflexa medial é variável e pode originar-se da a. ilíaca externa, ilíaca interna ou obturatória em primatas (100).

A A. pudenda externa origina-se diretamente da A. femoral em *Homo* (101) e *Pan*, e unilateralmente em *Gorilla* (99), *Papio* (100) e em 40% de *Papio anubis* (111). Dentre os *Sapajus* foi observada uma alta variabilidade na origem da A. pudenda externa com todos os espécimes tendo um diferente de outro, mas origina principalmente da A. femoral circunflexa medial. A origem da A. pudenda externa é diferente em todas as espécies relatadas em estudos prévios.

Nos *Cebus* estudados por Manners-Smith (102), a A. femoral circunflexa lateral surge como um ramo independente da A. femoral e divide-se em ramos ascendente, descendente e transversal. A A. epigástrica inferior é descrita originando-se da A. femoral circunflexa medial ou de um tronco da A. ilíaca externa. No entanto, a A. epigástrica superficial não foi mencionada. A A. femoral circunflexa lateral é um ramo da A. femoral profunda em todos os pongídeos (exceto em 50% de gorilas), e se bifurca diretamente da A. femoral em ramos ascendente e descendente em gorilas (99). Esta é também descrita por Swindler and Wood (100), para *Pan*, *Papio* e *Homo* (101) embora sua origem em *Homo* pode derivar-se das Aa. femoral e ilíaca externa. No *Papio anubis* a A. femoral circunflexa lateral origina-se em 35% da A. femoral ou em 65% da A. femoral profunda ou de um tronco comum com a A. femoral circunflexa medial (111). Gibbs (99) descreve que a A. femoral circunflexa lateral pode originar-se diretamente da A. femoral em *Homo*.

Em *Gorilla* a A. epigástrica superficial é um ramo da A. femoral circunflexa lateral, em *Pan*, ele é o ramo da A. ilíaca externa, e se origina da A. femoral em *Homo* e 50% de *Pongo* (99, 101). De acordo com Swindler and Wood (100), a A. epigástrica superficial origina-se diretamente da A. ilíaca externa e emite a A. ilíaca superficial em *Papio*, *Pan* e *Homo*. Em *Papio anibus* contudo, ela se origina sempre da A. femoral, sozinha ou em um tronco junto com a A. pudenda externa e/ou A. ilíaca circunflexa superficial (111).

A descrição da A. femoral circunflexa lateral em *Sapajus* neste trabalho é semelhante a de Manners-Smith (102) e a alguns casos em *Homo* (100) e *Gorilla* (99). Desde o relato de Manners-Smith (102), os seus ramos ainda não estão claros, neste

trabalho foram identificados como a A. epigástrica superficial (ramo ascendente) e a A. femoral circunflexa lateral (ramos descendente e transversal). A origem da A. epigástrica superficial é semelhante em *Homo* (99, 101) e 50% de *Pongo* (99). A A. ilíaca circunflexa superficial foi encontrada originando-se da A. femoral em *Homo* e grandes pongídeos (99, 101), da A. epigástrica inferior em *Homo*, *Pan* e *Papio* (100, 101), mas sua origem não foi descrita em *Cebus* por Manners-Smith (102). Portanto, de acordo com nossos dados, a origem da A. ilíaca circunflexa superficial em *Sapajus* é similar a *Papio*, alguns pongídeos e *Homo*.

De acordo com Manners-Smith (102), a A. femoral profunda surge da A. femoral, logo abaixo da A. femoral circunflexa lateral, e emite um ramo para o grupo adutor e três ramos perfurantes. A A. femoral profunda origina-se da A. femoral e supre os músculos adutores em todos os pongídeos (99), *Papio* (100) e *Homo* (99, 100, 101). Ela supre o quadríceps femoral em *Homo*, *Pan* and *Pongo*, e os Mm. semimembranoso, semitendinoso e bíceps femoral em *Homo* and *Pan*. A A. femoral profunda dá origem a dois ramos perfurantes em *Pan* e em dois terços de *Pongo*, e três ramos em *Homo* e *Gorilla* (99). Não obstante, ela originar geralmente quatro ramos perfurantes em *Homo*, *Pan* e *Papio*, de acordo com Swindler e Wood (100). Infelizmente, Dyl e Topol (111) não descreveram os ramos perfurantes da A. femoral profunda em *Papio* anubis. A origem da A. femoral profunda observada em *Sapajus* é idêntica a um *Cebus* de acordo com Manners-Smith (102), *Homo*, e pongídeos, mas o número de ramos perfurantes é mais similar a *Pan* e na maioria de *Pongo*, de acordo com Gibbs (99); enquanto que em *Cebus* (102), o número de ramos perfurantes é semelhante a *Homo* e *Gorilla*.

Manners-Smith (102) descreve e *Cebus* que a A. femoral corre no canal adutor

de onde emite ramos para os Mm. adutores e na extremidade inferior do canal se divide nas Aa. safena e poplítea. Brown (112) (citando Meckel) estabeleceu que a A. femoral divide-se em dois ramos, um muscular superficial e um profundo. O último supre as porções anterior e posterior da perna e provavelmente representa a A. safena magna, que divide-se em um pequeno vaso anterior que descende para o dorso do pé e um posterior para a região plantar. Gibbs (99) não descreveu a trajetória da A. femoral, mas mencionou que ela possui ramos musculares para os Mm. adutores em *Homo*, pongídeos africanos e *Hylobates*; para o M. vasto medial em *Homo*, pongídeos africanos; para o M. sartório em *Homo*. Swindler e Wood (100) não mencionaram a trajetória ou divisão da A. femoral em *Homo*, *Pan* e *Papio*; mas Dyl e Topol (111) encontraram essa divisão em Aa. poplítea e safena em *Papio anubis*. A posição e divisão da A. femoral parece ser similar em todos os primatas estudados, bem como em *Sapajus*, exceto em *Homo* onde a A. safena aparece como uma variação (102) ou como um pequeno ramo da A. genicular descendente (99).

Em *Cebus* (102), a A. poplítea origina uma A. tibial anterior e a uma A. tibial posterior rudimentar e continua como A. fibular. Ela dá origem às Aa. geniculares superior e medial. A A. poplítea está localizada profundamente na fossa poplítea apenas em *Homo*. Em todos os pongídeos e *Homo*, ela origina-se da A. femoral, exceto em *Pan* onde ela se divide em A. tibial posterior e um ramo comum para as Aa. tibial anterior e fibular (99, 100). Em *Homo*, a A. poplítea é a continuação da A. femoral. Ela emite as Aa. geniculares superior, média e inferior (99) e se ramifica no nível da extremidade proximal do espaço interósseo da perna em Aa. tibiais anterior e posterior, em 90% dos casos (101). Não obstante, Swindler e Wood (100) descrevem que a A.

femoral origina a A. genicular descendente antes de passar pela fossa poplíteia para iniciar a A. poplíteia, e que a A. safena é um fino ramo terminal da A. genicular descendente localizado no lado medial do joelho e perna. Em todos os pongídeos e *Homo*, a A. poplíteia origina as Aa. geniculares superior, medial (exceto em *Hylobates*) e inferior (exceto em *Gorilla* e *Pongo*) (99).

No que diz respeito aos ramos da A. poplíteia, o padrão observado em *Sapajus* é diferente dos outros primatas descritos até agora, mas ele é idêntico a descrição feita por Manners-Smith para *Cebus* (102). Apesar de que, a nomenclatura empregada neste trabalho é diferente, isto é, a “A. tibial posterior rudimentar” de Manners-Smith (102) é descrita aqui como A. tibial posterior e, desde que a “A. genicular superior” ramifica-se inferiormente para o outro ramo da A. safena, ele foi identificado aqui, em *Sapajus*, como A. genicular inferior. Além disso, a principal diferença entre os ramos da A. poplíteia em *Sapajus* e nos outros primatas reside na sua divisão em Aa. tibial comum e fibular, enquanto que na maioria dos pongídeos (exceto *Pan*) apresenta uma divisão em Aa. tibiais anterior e posterior. Gibbs (99) descreveu uma ramificação da A. poplíteia em Aa. tibial anterior e fibular como uma variação em *Homo* que é um pouco semelhante ao observado neste trabalho em *Sapajus*.

Manners-Smith (102) não descreveu em detalhes a distribuição da A. tibial anterior e sua “A. tibial posterior rudimentar” em *Cebus*. Em *Homo*, *Pan* e *Pongo*, a A. tibial anterior passa entre a tibia e a fíbula; emite a A. fibular em *Pan* e *Pongo*, e alcança o pé em *Homo* e *Pan*, mas não em *Pongo* e *Gorilla*, onde ela pode ser substituída distalmente pela A. safena. Esta substituição parece surgir em grandes pongídeos (99), de forma semelhante ao que se tem observado em *Sapajus*. A A.

fibular origina-se da A. tibial posterior em *Homo* (99, 100, 101). A A. tibial posterior é um ramo terminal da A. poplítea em todos os pongídeos, exeto em *Pan*; ela se ramifica em Aa. platares medial e lateral em *Pongo*, *Gorilla*, mas não em *Hylobates*, *Pan* e *Homo* (99, 100, 101).

Em *Papio*, Manners-Smith (102) descreve que a A. poplítea divide-se em Aa. tibial anterior e fibular, mas Swindler e Wood (100) menciona um grande ramo da A. poplítea que eles chamaram de A. tibial posterior devido a sua localização e função. De fato, nos *Sapajus* investigados aqui, um ramo da A. poplítea foi considerado como a A. tibial posterior também devido a sua posição e função, em consonância com Swindler e Wood (100) em relação a verdadeira A. tibial posterior. Em *Sapajus*, as Aa. tibiais posterior e anterior não alcançam o pé, semelhantemente a descrição em *Papio* onde estes vasos terminam próximo ao calcanhar.

A trajetória da A. fibular não foi descrita por Manners-Smith (102) para *Cebus*. A A. fibular é um ramo da A. tibial posterior em *Homo*, *Gorilla* e *Hylobates*; da A. tibial anterior em *Pongo*; e da A. poplítea em *Pan* (99, 101). Interessantemente, de acordo com Swindler e Wood (100), a A. fibular é um grande ramo da A. tibial posterior em *Pan*, que está em desacordo com Gibbs (99), mas isso poderia também ser apenas uma variação de diferentes espécimes estudados. A A. fibular origina ramos perfurante e calcâneo lateral em todos os pongídeos e *Homo* (99). A origem da A. fibular em *Sapajus* e *Cebus* (102) é similar a *Pan* (99), mas a distribuição é semelhante a todos os pongídeos e *Papio*.

Manners-Smith (102) mencionou a A. safena em *Cebus*, que origina a A.

genicular suprema e divide-se em ramos anterior (dorsal) e posterior (plantar). O ramo dorsal foi denominado A. tibial posterior. A A. plantar divide-se em ramos superficial e profundo. Essa descrição se aproxima da nossa observação em *Sapajus* em relação a região de distribuição, embora diferentes denominações e posições foram atribuídas. No que diz respeito a posição, parece haver uma discrepância em *Cebus* nas descrições de Manners-Smith (102): a divisão dorsal foi primeiramente identificada como “tibial posterior” (p. 120), e em seguida a divisão plantar foi também identificada como “tibial posterior” (p. 121). O último caso parece ser o correto pois a divisão dorsal está associada com o ramo posterior da A. safena.

A parte superficial da divisão anterior da A. safena subdivide-se em ramos interno e externo de acordo com Manners-Smith (102). O ramo interno continua como A. metatarsal dorsal e se comunica com artérias da região plantar. O ramo externo junta-se com o ramo perfurante da A. fibular para formar um arco. A parte profunda também forma um arco que emite a A. metatarsal dorsal em *Cebus*. A divisão posterior (plantar) da A. safena penetra a região plantar e se divide em Aa. plantares lateral e medial. A A. safena corre medialmente ao joelho em grandes pongídeos e *Homo*, e se anastomosa com a A. genicular inferior medial, mas em grandes pongídeos ela corre junto com o N. Safeno para o pé como A. dorsal do pé e penetra o primeiro espaço interósseo para formar o arco plantar (99).

Swindler e Wood (100) descreveu também dois ramos da A. safena, o anterior e o posterior, ambos responsáveis por suprir a região distal da perna e pé em *Papio*. Em *Pan* há uma A. safena magna para suprir o dorso do pé e a região plantar é suprida pela A. tibial posterior. De acordo com os autores aqui citados, o ramo médio do ramo

anterior da A. safena parece ser a A. dorsal do pé. Neste trabalho contudo, para *Sapajus*, o nome “dorsal do pé” foi usado apenas quando esta artéria estava localizada no pé. Em *Sapajus*, não foi observado o ramo perfurante da A. fibular e sua comunicação com o ramo anterior da A. safena. Exceto por isso, o restante da descrição é similar ao *Cebus* de Manners-Smith (102).

Em *Sapajus* a A. dorsal lateral do pé é um ramo do ramo anterior da A. safena e a A. dorsal medial do pé se origina do ramo medial do ramo anterior da A. safena. Em *Cebus* de acordo com Manners- Smith (102), a A. dorsal lateral do pé é um ramo da divisão profunda da A. safena. A A. dorsal medial do pé, por outro lado, é uma divisão da ramo interno da divisão anterior da A. safena e portanto foi identificado como A. dorsal do primeiro metatarso. A A. dorsal do pé é o ramo terminal da A. tibial anterior em *Homo* (101), A. tibial posterior em *Pan*, a continuação da A. safena em grandes pongídeos e completa o arco plantar em *Homo*, *Pan* e *Pongo* (99). Portanto, nossa descrição da A. dorsal do pé em *Sapajus* se aproxima mais da descrição para *Cebus* e *Papio*.

Em *Homo* e *Pan* a A. plantar medial supre do primeiro ao terceiro espaços interósseos, e em *Pongo*, o segundo e terceiro. A A. plantar lateral é ausente em *Hylobates*. Ela atravessa a região plantar obliquamente e emite ramos comunicantes para a A. dorsal do pé e completa o arco plantar em grandes pongídeos e *Homo* (99). A origem das Aa. plantares em *Sapajus* é semelhante a *Cebus* e *Papio*.

Em geral, o padrão das artérias do membro pélvico de *Sapajus* (Figura 11) é mais semelhante ao *Cebus* descrito por Manners-Smith (102) (Quadro 3). Contudo,

foram observadas diferenças específicas em relação à origem, distribuição e denominações. A explicação mais provável é que Manners-Smith (102) analisou macacos-prego originários da América Central (gênero *Cebus*) enquanto que os investigados neste trabalho são da América do Sul, que foram recentemente segregados como um gênero independente (*Sapajus*). Por outro lado, tal como mencionado por Swindler e Wood (100), problemas na interpretação foram gerados pelas diferenças de nomenclatura, como por exemplo, a A. tibial posterior em ramo posterior da A. safena. Finalmente, outras pequenas diferenças podem ser explicadas pela natural variação entre os espécimes.

O padrão arterial observado no membro pélvico de *Sapajus* é um pouco parecido com o modelo observado em *Papio*. As similaridades são provavelmente devido a semelhança entre as pelves e a presença de cauda. As características se tornam mais diferentes em grandes pongídeos e *Homo* (Figura 12). Apesar de que, as descrições anatômicas em primatas não-humanos são insuficientes e na maioria delas não são minuciosas, tornando comparações completas impossíveis. Futuros estudos poderão focar nas análises comparativas entre *Sapajus* e outros primatas do Novo Mundo para fornecer dados para a taxonomia, filogenia e evolução de pongídeos e outros macacos.

De acordo com Gibbs (99) em *Gorilla* a V. safena parva se divide em dois ramos, ambos se fundem com a V. poplítea na fossa poplítea. Ela é uma veia que segue na perna lateralmente em humanos, e uma das duas veias laterais na perna de *Pongo* (99). A V. safena parva inicia-se na região lateral do pé em *Papio*, corre na região lateral da coxa e drena na V. poplítea (100). Diferente do que foi observado em babuínos, pongídeos e homem, a V. safena parva em *Sapajus* continua para se fundir com a V.

ilíaca externa na pelve. As outras veias superficiais em *Sapajus* são um grupo formado por veias acompanhantes dos ramos da A. safena que drenam na V. femoral, que representa a safena magna. Gibbs (99) descreveu uma veia superficial medial em *Homo*, *Pongo* e *Pan*, e duas em *Gorilla* como a safena magna. *Sapajus*, por outro lado, apresentam três veias superficiais: duas ao longo de cada ramo da A. safena e uma terceira ao longo do ramo médio do ramo anterior da A. safena.

5. 3 COMENTÁRIOS SOBRE BIPEDALISMO

Estudos precisos considerando o diâmetro dos vasos, número de ramos de artérias para músculos e comparação entre vários primatas não foram ainda feitos o que pode ser de difícil execução, portanto, dados anatômicos sobre distribuição arterial pode gerar informações mais objetivas para discutir profundamente sobre a evolução do bipedalismo. De fato, tem-se discutido recentemente que a adoção de hábitos terrestres por espécies de primatas arbóreos pode ter sido crucial para o desenvolvimento do uso de ferramentas por esses primatas (113). Utilizar o ambiente terrestre não equivale ao bipedalismo em termos de condições para manipulações complexas, embora como referido anteriormente, o bipedalismo é substancialmente necessário para poupar os membros superiores da função locomotora. Indiscutivelmente, utilizar o ambiente terrestre sem o bipedalismo ainda pode ser vantajoso para as espécies arbóreas pois menos esforço é necessário para manter o equilíbrio sobre o solo e conseqüentemente um ou os dois membros superiores podem ficar livres para a manipulação de objetos.

Macacos-prego são quadrúpedes no sentido estrito (43), mas alternam

facilmente a postura quadrúpede para a bípede, e assim pode ser um importante modelo antropológico para a evolução do bipedalismo humano (108). Interessantemente, o bipedalismo intermitente observado em *Sapajus* é uma atividade fatigante ou pelo menos difícil (109), especialmente quando associado a outras atividades, como quebrar uma noz (110). Mais estudos morfológicos são necessários para fornecer entendimentos importantes sobre este comportamento bem como para associar o comportamento e a morfologia com o sistema musculoesquelético de primata, para aprimorar a compreensão da evolução do bipedalismo em outros primatas. De fato, a maioria dos estudos morfológicos para entender o bipedalismo em primatas são focados no sistema musculoesquelético. Contudo, o suprimento vascular dos músculos pode desempenhar um importante papel pois nutre os músculos recrutados para a marcha.

Certamente, o aspecto a ser considerado é a relação entre o volume muscular que é o tecido a ser irrigado e a superfície a ser suprida pelos vasos que suprem esses músculos. A razão superfície por volume desempenha um importante papel no metabolismo geral e na fisiologia dos músculos e isso pode depender do volume do corpo ou do órgão. De fato, os macacos-prego devem ter maior área superficial em relação ao volume corporal que primatas maiores, e isso pode ser a explicação para a alta capacidade muscular para suportar o peso do animal quando na posição bípede, contudo, este conhecimento não é suficiente para gerar uma conclusão sobre o comportamento especial do bipedalismo do *Sapajus* nem para outros primatas das mesmas proporções. Interessantemente, a marcha bípede ocasional tem sido observada em várias espécies de primatas, alguns deles chegam a adotar esta postura

ao manusear ferramentas. Este é o mesmo caso das espécies relacionadas, por exemplo: *Cebus albifrons*, *C. olivaceus*, *C. capucinus* e *Sapajus libidinosus*, que todos tem demonstrado uma locomoção bípede, mas este comportamento tem sido apenas observado em associação com o uso de ferramentas em *Sapajus*.

Provavelmente, como primatas de pequeno-porte, todas as espécies de macacos-prego poderiam se beneficiar da maior proporção superfície por volume em vasos do membro pélvico para permanecer na posição bípede. Uma vez que apenas algumas dessas espécies apresenta uma postural bípede prolongada durante o uso de ferramentas, a razão superfície por volume pode ser necessária mas não uma condição suficiente para o bipedalismo intermitente em macacos-prego. Além disso, os resultados apresentados aqui indicam que o *Sapajus* não tem um específico aparato circulatório anatômico para este comportamento, pois não foi possível distinguir neste trabalho se o *Sapajus spp.* possui mais ramificação arterial que os outros primatas estudados ou verificar o diâmetro das artérias comparativamente. Certamente, não há dados específicos na literatura para responder essa questão.

6 CONCLUSÕES

Em comparação com os primatas incluídos neste estudo, o padrão arterial da pelve observado em *Sapajus* mais semelhante a descrição de *Papio* realizada por Swindler e Wood (100), provavelmente porque ambos compartilham a presença de

cauda, forma corporal parecida e movimento quadrúpede.

Para coxa, perna e pé, o padrão arterial observado em *Sapajus* é mais próximo a descrição de *Cebus* feita por Manners-Smith (102). No entanto existem algumas diferenças em relação a origem, trajeto e ramificação da A. tibial, o que pode apoiar a recente separação dos gêneros *Cebus/Sapajus* (1). Nesses aspectos também demonstrou auto grau de similaridade com babuínos provavelmente pelas mesmas razões apresentadas acima. Como esperado à partir da filogenia, o grau de similaridade com pongídeos e humanos é baixo. No entanto, o padrão das veias superficiais observado em *Sapajus* não é parecido com nenhum dos primatas aos quais foi comparado, isto é: a V. Safena parva não drena para a poplítea e sim para a V. Ilíaca externa. O padrão das veias profundas, por outro lado, mostra muito poucas diferenças entre os primatas estudados.

De forma geral, os vasos de membro pélvico observados em *Sapajus* não parecem ter qualquer influência fundamental no bipedalismo intermitente apresentado por este primata em relação a outros primatas de mesmo porte. Porém, estudos dos vasos podem ser associados a estudos de ossos e músculos para aprimorar o conhecimento a respeito do bipedalismo em primatas pois estes fornecem o suprimento necessário para o trabalho muscular. Desta forma, pesquisas futuras devem se concentrar na análise comparativa entre o macaco-prego e outros gêneros de macacos do Novo Mundo e do Velho Mundo, devido a necessidade de responder questões fundamentais como o interessante comportamento associado ao gênero *Sapajus*, além de gerar dados para a taxonomia, filogenia e evolução de primatas.

7 REFERÊNCIAS

1. Alfaro JWL, Silva JDJ, Rylands AB. How different are robust and gracile capuchin monkeys? An argument for the use of *Sapajus* and *Cebus*. *American Journal of Primatology*. 2012; 74(4): 273–286.
2. Erxleben JCP. Systema animalium per classes, genera, species, varietalis cum synonymia et historia animalium. Classis I. Mammalia. Leipzig; 1777.
3. Elliot DG. A review of the primates: American Museum of Natural History; 1913.
4. Rylands AB, Schneider H, Langguth A, Mittermeier RA, Groves CP, Rodríguez-Luna E. An assessment of the diversity of New World primates. *Neotropical Primates*. 2000; 8(2): 61–93.
5. Napier JR, Napier PH. A handbook of living primates: Academic Press; 1967.
6. Santini MEL. Observações sobre o comportamento social *Cebus apella* cativo. A primatologia no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Primatologia, Belo Horizonte: I Congresso Brasileiro de Primatologia. 1983; 65-69.
7. Cabrera A. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*. 1957; 4(1): 1-307.
8. Lopes RJ. Gênio da selva. *Scientific American Brasil*. 2004; 27: 25-32.
9. Antinucci F, Visalberghi E. Tool use in *Cebus apella*: A case study. *International Journal of Primatology*. 1986; 7(4): 351-363.
10. Auricchio P. Primatas do Brasil: Terra Brasilis; 1995.
11. Breseida DR, Ottoni EB. Observational learning in the manipulation of a problem-box by tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Revista de etologia*. 2001; 3(1): 3-13.
12. Costello MB, Fragaszy DM. Prehension in *Cebus* and *Saimiri*: Grip type and hand preference. *American Journal of Primatology*. 1988; 15(3): 235-245.
13. Garber PA. Foraging strategies among living primates. *Annual Review of Anthropology*. 1987; 16: 339-364.
14. Lima B, Fiorani M, Gattass R. Modulation by context of a scene in monkey anterior inferotemporal cortex during a saccadic eye movement task. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2003; 75: 71-76.
15. Paiva MJAFD. Causas e consequências da encefalização nos hominídeos. Departamento de Antropologia da Universidade de Coimbra. 1998. Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/wwwantr/areas/paleontologia/encefal/textos/html/causas%20e%20consequencias.htm> <Acesso em: 20 jan. de 2014.

16. Resende BD, Ottoni EB. Brincadeira e aprendizagem do uso de ferramentas em macacos-prego (*Cebus apella*). *Estudos de Psicologia*. 2002; 7(1): 173-180.
17. Tavares MCH, Tomaz CAB. Working memory in capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Behavioural Brain Research*. 2002; 131(1/2): 131-137.
18. Waga IC, Dacier AK, Pinha PS, Tavares MCH. Spontaneous tool use by wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the Cerrado. *Folia Primatologica*. 2006; 77(5): 337-344.
19. Westergaard GC, Fragaszy DM. The manufacture and use of tools by capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*. 1987; 101(2): 159-168.
20. Aversi-Ferreira TA. Comparative anatomical description of forearm and hand arteries of *Cebus libidinosus*. *International Journal of Morphology*. 2009; 27(1): 219-226.
21. Waal FBM. Como os animais fazem negócios. *Scientific American Brasil*. 2005; 4(36): 68-75.
22. Barros RAC, Prada ILS, Silva Z, Rbeiro, AR, Silva DCO. Lumbar plexus formation of the *Cebus apella* monkey. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2003; 40(5): 373-381.
23. Tomasello M. First steps in a usage based theory of language acquisition. *Cognitive Linguistics*. 2000; 11(1/2): 61-82.
24. Hauser MD. A primate dictionary? decoding the function and meaning of another species' vocalizations. *Cognitive Science*. 2000, 24(3): 445-475.
25. Hauser MD, Chomsky N, Fitch WT. The faculty of language: What is it, Who has it, and How did it evolve?. *Science*. 2002; 298(5598): 1569-1579.
26. Tomasello M. The cultural origins of human cognition. Cambridge: Harvard University Press; 1999. 256 p.
27. Cheney DL, Seyfarth RM. Recognition of other individuals social relationships by female baboons. *Animal Behavior*. 1999; 58: 67-75.
28. Byrne RW. Evolution of primate cognition. *Cognitive Science*. 2000; 24(3): 543-570.
29. Resende MC, Tavares MCH, Tomaz CAB. Ontogenetic dissociation between habit learning and recognition memory in capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Neurobiology of Learning and Memory*. 2003; 79: 19-24.
30. Tobias PV. *The brain in hominid evolution*. New York: Columbia University Press,

- 1971.
31. Tobias PV. The bearing of fóssil and mitochondrial DNA on the evolution of modern humans, with a critique of the mitochondrial eve' hipóthesis. *The South African Archaeological Bulletin*. 1995; 50(162): 155-167.
 32. Holloway RL. Endocranial volumes of early African hominids, and the role of the brain in human mosaic evolution. *Journal of Human Evolution*. 1973; 2(6): 449–459.
 33. Holloway RL. Origins of the human brain. Oxford: Oxford University Press, 1995.
 34. Ribeiro AR. Estudo Anatômico do plexo braquial do macaco *Cebus apella*. Origem, composição e ramos resultantes. Tese (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002; 160p.
 35. Aversi-Ferreira TA, Lima-e-Silva MS, Pereira-de-Paula J, Gouvêa-e-Silva, LF, Penha-Silva N. Anatomia comparativa dos nervos do braço de *Cebus apella*. Descrição do músculo dorsoepitrocLEAR. *Acta Scientiarum*. 2005a; 27(3):291-296.
 36. Aversi-Ferreira TA, Aversi-Ferreira RAGMF, SILVA Z, Gouvêa-e-Silva LF, Penha-Silva N. Estudo anatômico de músculos profundos do antebraço de *Cebus apella* (Linnaeus, 1766). *Acta Scientiarum*. 2005b; 27(3):297-301.
 37. Aversi-Ferreira TA, Penha-Silva N. Efeitos do etanol sobre migração neuronal na formação do neocórtex cerebral. *Bioscience Journal*. 2005; 21(1): 151-157.
 38. Izawa K. Social behavior of the wild black-capped capuchin (*Cebus apella*). *Primates*. 1980; 21(4): 443-467.
 39. Coussi-Korbel S, Fragaszy DM. On the relation between social dynamics and social learning. *Animal Behaviour*. 1995; 50(6): 1441-1553.
 40. Aversi-Ferreira TA, Vieira LG, Pires RM, Silva Z, Penha-Silva N. Estudo comparativo entre os músculos flexores superficiais do antebraço de macaco *Cebus* e do homem. *Bioscience Journal*. 2006a; 22(1):139-144.
 41. Aversi-Ferreira TA, Pereira-de-Paula J, Prado YCL, Lima-e-Silva MS, MATA JR. Anatomy of the shoulder and arm muscles of *Cebus libidinosus*. *Brazilian Journal Morphological Science*. 2007b; 24: 03-14.
 42. Aversi-Ferreira TA, Maior RS, Carneiro-e-Silva FO, Aversi-Ferreira RGMF, Tavares MC, Nishijo H, Tomaz C. Comparative anatomical analyses of the forearm muscles of *Cebus libidinosus* (Rylands et al. 2000): Manipulatory behavior and tool use. *Plos One*. 2011a; 6(7): 1-8.

43. Fragaszy DM, Visalberghi E, Fedigan LM. *The Complete Capuchin: The biology of the genus Cebus*. Cambridge, Cambridge University Press. 2004.
44. Matsuzawa T. Primate origins of human cognition and behavior. Tokyo: Springer-Verlag. 2001.
45. Beck BB. Chimpocentrism: Bias in cognitive ethology. *Journal of Human Evolution*. 1982; 11(1): 3-17.
46. Boesch-Acherman H, Boesch C. Tool use in wild chimpanzees: new light from dark forests. *Current Directions in Psychological Science*. 1993; 2(1): 18-21.
47. Boesch C, Boesch H. Tool use and tool making in wild chimpanzees. *Folia Primatologica*. 1990; 54: 86-99.
48. Sugiyama Y. Tool-use for catching ants by chimpanzees at Bossou and Monts Nimba, West Africa. *Primates*. 1995; 36(2): 193-205.
49. Humle T, Matsuzawa T. Ant-Dipping Among the Chimpanzees of Bossou, Guinea, and Some Comparisons With Other Sites. *American Journal of Primatology*. 2002; 58:133-148.
50. Inoe-Nakamura N, Matsuzawa T. Development of stone tool use by wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*. 1997; 111(2): 159-173.
51. Limongelli L, Boysen ST, Visalberghi E. Comprehension of cause-effect relations in a tool-using task by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology*. 1995; 109(1):18–26.
52. McGrew WC. Chimpanzee material culture: implications for human evolution. Cambridge: University of Cambridge Press. 1992.
53. Morimura N. [A note on enrichment for spontaneous tool use by chimpanzees \(*Pan troglodytes*\)](#). *Applied Animal Behaviour Science*. 2003; 82(3): 241-247.
54. Tomasello M, Davis-Dasilva M, Camak L , Bard K. Observational learning of tool-use by young chimpanzees. *Journal of Human Evolution*. 1987; 2(2):175-83.
55. Pruetz JD, Bertolani P. Savanna chimpanzees, *Pan troglodytes verus*, hunt with Tools. *Current Biology* . 2007; 17(5): 412-417.
56. Boesch C. Innovation in wild chimpanzees. *International Journal of Primatology*. 1995; 16(1): 1-16.
57. Celli ML, Tomonaga M, Udono T, Teramoto M, Nagano K. Tool use task as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Applied Animal Behaviour Science*. 2003; 81: 171-182.
58. Hirata S, Morimura N. Naive chimpanzees' (*Pan troglodytes*) observation of experienced conspecifics in a tool-using task. *Journal of Comparative Psychology*.

- 2000; 114: 291-296.
59. Kitahara-Frisch J, Norikoshi K. Spontaneous sponge-making in captive chimpanzees. *Journal of Human Evolution*. 1982, 11(1): 41-47.
 60. Povinelli DJ, Bering JM, Giambrone S. Toward a science of other minds: Escaping the argument by analogy. *Cognitive Science*. 2000; 24(3): 509-541.
 61. Tocheri MW, Orr CM, Jacofski MC, Marzke MW. The evolutionary history of the hominin hand since the last common ancestor of Pan and Homo. *Journal of Anatomy*. 2008; 212(4):544-562.
 62. Anderson JR. Use of Objects as Hammers to Open Nuts by Capuchin Monkeys (*Cebus apella*). *Folia Primatologica*. 1990; 54(3/4): 138-145.
 63. Visalberghi E, Trinca L. Tool use in capuchin monkeys, or distinguishing between performing and understanding. *Primates*. 1989; 30(4) 511-521.
 64. Visalberghi E, Limongelli L. Lack of comprehension of cause effect relations in tool-using capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*. 1994; 108(1): 15-22.
 65. Visalberghi E, Fragaszy DM, Savage-Rumbaugh S. Performance in a tool-using task by common chimpanzees (*Pan troglodytes*), bonobos (*Pan paniscus*), an orangutan (*Pongo pygmaeus*), and capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*. 1995; 109(1): 52-60.
 66. Conde CA, Costa V, Tomaz CAB. Measuring emotional memory in the elevated T-maze using a training-to-criterion procedure. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*. 1999; 63(1): 63-69.
 67. Kuypers HGJM. Anatomy of the descending pathways. In: *Handbook of Physiology*. Chicago: VB Books. 697-666.
 68. Lemon RN. Cortical control of the primate hand. *Experimental Physiology*. 1993; 78(3): 263–301.
 69. Muir RB, Lemon RN. Corticospinal neurons with a special role in precision grip. *Brain Research*. 1983; 261(2): 312-316.
 70. Shinoda Y, Yokota JI, Futami T. Divergent projection of individual corticospinal axons to motoneurons of multiple muscles in the monkey. *Neuroscience Letters*. 1981; 23(1): 7-12.
 71. Bortoff GA, Strick PL. Corticospinal terminations in two new- world primates: further evidence that corticomotoneuronal connections provide part of the neural substrate for manual dexterity. *The Journal of Neuroscience*. 1993; 13(12): 5105-5118.

72. Brewer SM, McGrew WC. Chimpanzee use of a tool-set to get honey. *Folia Primatologica*. 1990; 54(1/2): 100-104.
73. McGrew WC, Ham RM, White LJT, Tutin CEG, Fernandez M. Why don't chimpanzees in gabon crack nuts? *International Journal of Primatology*. 1997; 18(3): 353-374.
74. Whiten A, Goodall J, McGrew WC, Nishida T, Reynolds V, Sugiyama Y, Tutin CEG, Wrangham RW, Boesch C. Charting cultural variation in chimpanzees. *Behaviour*. 2001; 1481-1516.
75. Tocheri MW, Orr CM, Jacofski MC, Marzke MW. The evolutionary history of the hominin hand since the last common ancestor of Pan and Homo. *Journal of Anatomy*. 2008; 212(4):544-562.
76. Wood B, Lonergan N. The hominin fossil record: taxa, grades and clades. *Journal of Anatomy*. 2008; 212(4): 354-376.
77. Boesch AH, Boesch C. Tool use in wild chimpanzees: new light from dark forest. *Current Directions in Psychological Science*. 1993; 2(1): 18-21.
78. Butterworth G, Itakura S. Development of precision grips in chimpanzees. *Developmental Science*. 1998; 1(1): 39-43.
79. Christel M. Grasping techniques and hand preferences in Hominoidea. In: *Hands of Primates*. 1993; 91-108.
80. Christel MI. Catarrhine primates grasping small objects: techniques and hand preferences. In: *Current primatology: Behavioral neuroscience, physiology and reproduction*. Strasbourg: Universite Louis Pasteur; 1994: 37-49.
81. Christel MI, Kitzel S, Niemitz C. How Precisely Do Bonobos (*Pan paniscus*) Grasp Small Objects?. *International Journal of Primatology*. 1998; 19(1): 165-194.
82. Hopkins WD, Wesley MJ, Izard MK, Hook M, Schapiro SJ. Chimpanzees (*Pan troglodytes*) are predominantly right-handed: replication in three populations of apes. *Behavioral Neuroscience*. 2004; 118(3): 659-663.
83. Jones-Engel LE, Bard KA. Precision grips in young chimpanzees. *American Journal of Primatology*. 1996; 39(1): 1-15.
84. Bishop A. Use of the hand in lower primates. *Evolutionary and genetic biology of primates 2*. 1964; 133-225.
85. Napier JR. *Hands*. Princeton: University Press. 1980.
86. Fragaszy DM. Time budget and foraging behaviour in wedge-capped capuchins (*Cebus olivaceus*): age and sex differences. In: *Current perspective in primate social dynamics*. Ed. DM Taub and FA King. 1986: 159-174.

87. Lacreuse A, Fragaszy DM. Manual exploratory procedures and asymmetries for a haptic search task: A comparison between capuchins (*Cebus apella*) and humans. *Laterality*, 1997; 2(3/4): 247-266.
88. Panger, MA. Object-use in free-ranging White-faced capuchins (*Cebus capucinus*) in Costa Rica. *American Journal of Physical Anthropology*. 1998; 106(3): 311-321.
89. Christel MI, Fragaszy D. Manual function in *Cebus apella*: digital mobility, pre-shaping and endurance in repetitive grasping. *International Journal of Primatology*. 2000; 21(4): 697-719.
90. Spinozzi G, Truppa V, Lagana T. Grasping behavior in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): grip types and manual laterality for picking up a small food item. *American Journal of Physical Anthropology*. 2004; 125(1): 30-41.
91. Anthony, J. Pesquisas anatômicas sobre o grau de organização cerebral dos macacos da América do Sul. *Faculdade de Farmacologia e Odontologia da Universidade de São Paulo*. 1948; 6/7: 63-85.
92. Aversi-Ferreira TA, Pereira-de-Paula J, Lima-e-Silva MS, Prado YCL, Silva Z. Estudo anatômico das artérias do ombro de *Cebus libidinosus* (Rylands, 2000; Primates – Cebidae). *Ciência Animal Brasileira*. 2007a; 8(2): 272-284.
93. Aversi-Ferreira TA, Vieira LG, Pires RM, Silva Z, Penha-Silva N. Estudo comparativo entre os músculos flexores superficiais do antebraço de macaco *Cebus* e do homem. *Bioscience Journal*. 2006b; 22(1):139-144.
94. Aversi-Ferreira TA. Comparative Anatomical Description of Forearm and Hand Arteries of *Cebus libidinosus*. *International Journal of Morphology*. 2009; 27(1): 219-226, 2009.
95. Ferreira JR, Prada ILS. Nomenclatura proposta para denominar as artérias da base do encéfalo do macaco-prego (*Cebus apella* L., 1766). *Acta Scientiarum Biological Science*. 2001; 23(2): 635-643.
96. Pereira-de-Paula J, Guimarães ZS, ; Lima-e-Silva MS, Aversi-Ferreira TA. Estudo anatômico comparativo dos músculos do ombro e braço de *Cebus*. *Revista Eletrônica de Farmácia*. 2006; 3(2): 34-35.
97. Barros RAC, Prada ILS, Silva Z, Rbeiro, AR, Silva DCO. Lumbar plexus formation of the *Cebus apella* monkey. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2003; 40(5): 373-381.
98. Kahle W, Leonardt H, Platzer W. Atlas de anatomia humana. Rio de Janeiro: Atheneu, 1988. 335 p.

99. Gibbs S. Comparative soft tissue morphology of the extant Hominoidea, including man. Liverpool, The University of Liverpool Press, 1999.
100. Swindler DR, Wood CD. An Atlas of Primates Gross Anatomy: Baboon, Chimpanzee and Man. Washington, University of Washington Press, 1973.
101. Standring S. Pelvis girdle and lower limb. In Gray's anatomy: *The anatomical basis of clinical practice*. London, Churchill Livingstone, 2008.
102. Manners-Smith T. The limb arteries of primates. *Journal of Anatomy and Physiology*. 1912; 44: 95-172.
103. Mata JR, Mata FR, Souza MC, Nishijo H, Aversi-Ferreira TA. Arrangement and prevalence of branches in the external carotid artery in humans. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*. 2012; 117(2): 65–74.
104. Aversi-Ferreira RAGMF, Abreu T, Pfrimer GA, Silva SF, Ziermann JM, Carneiro-e-Silva FO, Tomaz C, Tavares MCH, Maior RS, Aversi-Ferreira TA. Comparative anatomy of the hind limb vessels of the bearded capuchins (*Sapajus libidinosus*) with apes, baboons and *Cebus capucinus*: with comments of the vessels' role on bipedalism. *BioMed Research*. Doi: 10.1155/2013/737358.
105. Marin KA, Carneiro-e-Silva FO, Carvalho AAV, Nascimento GNL, YCL Prado, Aversi-Ferreira TA. Anatomy of the nervous of forearm and hand of *Cebus libidinosus* (Rylands, 2000). *International Journal of Morphology*. 2009; 27(3): 635-642.
106. Aversi-Ferreira TA, Diogo R, Potau JM, Bello G, Pastor JF, Ashraf Aziz M. Anatomical study of the forearm extensor muscles of *Cebus libidinosus* (Rylands et al., 2000; Primates, *Cebidae*), modern humans, and other primates, with comments on primate evolution, phylogeny, and manipulatory behavior. *The Anatomical Record*. 2010; 293(12): 2056–2070.
107. Aversi-Ferreira RAGMF, Marin KA, Carneiro-e-Silva FO, Aversi-Ferreira TA. Comparative anatomy of the thigh nerve of *Cebus libidinosus* (Rylands et al., 2000). *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2011b; 31(3): 261–266.
108. Demes B. Three-dimensional kinematics of Capuchin Monkey bipedalism. *American Journal Physical Anthropology*. 2001; 145(1): 147–155.

109. Demes B, O'Neill MC. Ground reaction forces and center of mass mechanics of bipedal capuchin monkeys: Implications for the evolution of human bipedalism. *American Journal of Physical Anthropology*. 2013; 150(1): 76–86.
110. Liu Q, Simpson K, Izar P, Ottoni E, Visalberghi E, Fragaszy D. Kinematics and energetics of nut-cracking in wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in Piauí, Brazil. *American Journal of Physical Anthropology*. 2009 138(2): 210-220.
111. Dyl L, Topol M. The femoral artery and its branches in the baboon *Papio anubis*. *Folia Morphologica*. 2007; 66(4): 291–295.
112. Brown JM. The femoral artery in apes. *Journal of Anatomy and Physiology*. 1881; 15: 525–535.
113. Meulman EJM, Sanz CM, Visalberghi E, Schaik CPV. The role of terrestriality in promoting primate technology. *Evolutionary Anthropology*. 2012; 21:58–68.

*** Os trabalhos derivados desta tese estão disponíveis através dos links abaixo:**

1. Comparative anatomy of the pelvic vessels in the bearded capuchin (*Sapajus libidinosus*) and baboons, apes and modern humans.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25377625>

2. Comparative Anatomy of the Hind Limb Vessels of the Bearded Capuchins (*Sapajus libidinosus*) with Apes, Baboons, and *Cebus capucinus*: With Comments on the Vessels' Role in Bipedalism

<http://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/737358/>

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA UFG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

08104109

PROTOCOLO Nº
081/08

PARECER CONSUBSTANCIADO

I - Finalidade do projeto (pesquisa/ensino)

PROJETO DE PESQUISA

II - Identificação:

Título do projeto:

- Localização de miosina-V e calmodulina no neocórtex de *Cebus libidinosus* (RYLANDS, 2000)

Pesquisador Responsável:

- Yandra Cássia Lobato do Prado - ICB/UFG

Pesquisadores Participantes:

- Prof. Dr. Eugênio Gonçalves de Araújo – EV/UFG
- Prof. Dr. Tales Alexandre Aversi Ferreira – ICB/UFG

Instituição onde será realizado:

- Universidade Federal de Goiás
- Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) - IBAMA

Data de apresentação ao CEP: 04/06/2008

III - Objetivos e justificativa do projeto:

O presente projeto tem como finalidade:

- Localizar por técnicas morfológicas e bioquímicas as proteínas calmodulina e miosina-V no neocórtex de *Cebus libidinosus*.
 - Localizar a miosina-V no encéfalo de macacos *Cebus*, pelo emprego de técnica imunistoquímica, imunofluorescência e *Western blot*;
 - Verificar a associação entre a miosina V e as moléculas de calmodulina nos neurônios, por meio de co-localização pela imunofluorescência e microscopia confocal.

IV - Sumário do projeto:

Discussão sobre a possibilidade de métodos alternativos:

- Não apresentada. A equipe justifica que a localização da miosina-V associada à calmodulina no encéfalo de macacos *Cebus* representará uma possível confirmação qualitativa/quantitativa dessas moléculas nos neurônios cerebrais de animais superiores, pela primeira vez em primatas. Além disso, afirma que as publicações que envolvem estudos com *Cebus* têm apresentado enorme repercussão mundial, sendo intenção da equipe abrir novas perspectivas para o uso dessa espécie como modelo experimental, não somente na neurociência, mas também para outras finalidades, como os estudos de efeitos de fármacos.

Descrição do animal utilizado (número, espécie, linhagem, sexo, peso, etc):

- Macacos (*Cebus libidinosus*)
 - Serão utilizados seis animais, adultos e saudáveis, cedidos pelo IBAMA (documentação apresentada).

Descrição das instalações utilizadas e número de animais/área/qualidade do Ambiente (ar, temperatura, umidade), Alimentação/hidratação:

- Os animais são provenientes do CETAS-Goiânia e serão utilizados pelo estudo após eutanásia.

Utilização de agente infeccioso/gravidade da infecção a ser observada:

- Não se aplica a este ensaio.

Adequação da metodologia e considerações sobre o sofrimento imposto aos animais:

- A metodologia foi apresentada no corpo do projeto e no item 09 do protocolo. Em síntese:
 - Os animais serão capturados no recinto por meio de um puçá, imobilizados manualmente por pessoa experiente e qualificada para tal função. Em seguida, será feita a tranquilização com aplicação de quetamina (50mg/ml) na dose de 10mg/kg por via intramuscular. A veia cefálica será então acessada para aplicação de tiopental (1000mg) na dose de 50mg/kg. Após a constatação de parada cardio-respiratória e choque bulbar, os encéfalos serão imediatamente retirados por dissecação cuidadosa.
 - A separação dos lobos cerebrais será feita com lâmina de barbear, baseando-se nas principais fissuras e sulcos, correspondentes à anatomia do homem. Cada lobo será seccionado em vários cortes para fragmentação das técnicas de imunistoquímica, *Western Blot*, imunofluorescência e microscopia confocal.
 - Método de eutanásia:**
 - Será realizada conforme descrito no item anterior.
 - Destino do animal:**
 - Esses animais serão destinados ao Núcleo de Estudos em Neurociências e Comportamento de Primatas do ICB/UFG onde serão utilizados para estudos descritivos de anatomia.
- IV – Comentários do relator frente às orientações do COBEA**
- Estrutura do protocolo:**
 - O protocolo atende às orientações pertinentes à experimentação animal. **Contém todos os documentos necessários à sua análise.**
 - Análise de sofrimento imposto, métodos alternativos e benefícios:**
 - Os animais serão utilizados na pesquisa após eutanásia. Antes disso permanecerão em recintos próprios para a espécie no CETAS.
 - Análise dos riscos aos pesquisadores/alunos:**
 - Os pesquisadores apontam que os riscos possíveis serão sanados pela presença de pessoal capacitado do CETAS para o manuseio dos animais, não havendo contato desses com os pesquisadores até o momento da anestesia.
 - Necessidade do número de animais:**
 - O número de animais é justificado no protocolo, entretanto o delineamento estatístico não foi apresentado.

V - Parecer do CEP:

De acordo com a documentação apresentada a este comitê consideramos o projeto **APROVADO**.

VI - Data da reunião: 06/04/2009



Profª Drª Rita Goreti Amaral

Coordenador do COEP/PRPPG/UFG

ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA UFT



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS*

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS*

CEUA3FT*

* O projeto intitulado "Estudo anatômico comparativo do primata *Sapajus* (anteriormente *Cebus*) *libidinosus* (macaco-preto) (PRIMATAS, CEBIDAE) associados aos aspectos comportamentais cognitivos, de uso de ferramentas e evolução", processo nº 23101.003220/2013;85, sob a responsabilidade do Professor Doutor Tales Alexandre Aversi-Ferreira, está de acordo com as normas éticas estabelecidas pela Lei de Procedimentos para o Uso Científico de Animais, de 8 de outubro de 2008, estando aprovado para a sua execução pelo parecerista da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins.

Araguaina, 14 de fevereiro de 2014.

Atenciosamente,

Alberto Yim Júnior *

-----*

Alberto Yim Júnior

Presidente da Comissão de Ética em Pesquisa Animal da UFT