

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA
SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
ANIMAL

DISSERTAÇÃO

ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO ANTIMÉRICA DOS NERVOS DO
PLEXO BRAQUIAL EM *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780)
(Cercopithecidae, Primates)

CARLOS AUGUSTO DOS SANTOS SOUSA

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO ANTIMÉRICA DOS NERVOS DO
PLEXO BRAQUIAL EM *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780)
(Cercopithecidae, Primates)**

CARLOS AUGUSTO DOS SANTOS SOUSA

Sob a Orientação do Professor
Marcelo Abidu Figueiredo

e Co-orientação da Professora
Clarice Machado dos Santos

Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências, no Programa de
Pós-Graduação em Biologia Animal.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2016

599.8

S725o

T

Sousa, Carlos Augusto dos Santos, 1986-
Origem e distribuição antimérica dos
nervos do plexo braquial em *Macaca
mulatta* (Zimmermann, 1780)
(Cercopithecidae, Primates) / Carlos
Augusto dos Santos Sousa - 2016.
70 f.: il.

Orientador: Marcelo Abidu
Figueiredo.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Biologia Animal.

Bibliografia: f. 47-57.

1. Primata - Teses. 2. Primata -
Anatomia - Teses. 3. Primata como
animal de laboratório - Teses. 4.
Nervos - Teses. 5. Zoologia - Teses. I.
Figueiredo, Marcelo Abidu, 1968-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Biologia Animal. III. Título.

CARLOS AUGUSTO DOS SANTOS SOUSA

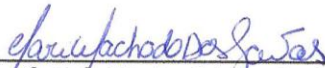
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ___/___/___

Orientadores:

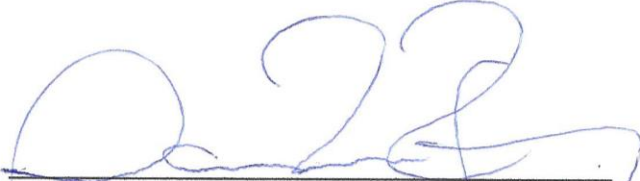


Prof. Dr. Marcelo Abidu Figueiredo
Departamento de Biologia Animal - UFRRJ

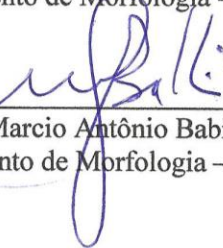


Prof.ª Dr.ª Clarice Machado dos Santos
Departamento de Morfologia - UFF

Examinadores:



Prof. Dr. Mauro Roberto Rodrigues
Departamento de Morfologia - UFF



Prof. Dr. Marcio Antônio Babinski
Departamento de Morfologia - UFF

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Letícia e ao meu filho Miguel, com todo amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, pela saúde, fé e perseverança que me tem dado e por ter colocado em meu caminho pessoas especiais que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Abidu Figueiredo, pelos valiosos ensinamentos, pelo incentivo indubitável ao desenvolvimento de pesquisas científicas, pela dedicação, confiança, paciência e, principalmente pela amizade ao longo de todo este processo.

A minha coorientadora Prof^a. Dra. Clarice Machado dos Santos, pela amizade, pela contribuição intelectual e pelo incentivo a realização deste trabalho.

Aos Professores e amigos Mauro Sérgio Cruz Souza Lima, Rodrigo Neto-Ferreira e Vinícius Novaes Rocha, que apesar de terem participado em diferentes momentos da minha formação, foram os primeiros a me inserir em atividades de iniciação científica que certamente foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao Professor Rodrigo Mencialha, pela dedicação, confiança, amizade e conhecimento compartilhado ao longo de toda a minha formação e por tanto me incentivar a ingressar na carreira acadêmica.

Aos Professores Paulo Oldemar Scherer, Fabrício Duarte de Almeida, Orlando Marques Costa, Helcimar Barbosa Palhano e aos demais Professores da Área de Anatomia Animal, pela amizade e conhecimentos compartilhados ao longo deste período.

Ao Professor Paulo Souza Júnior (UNIPAMPA) e ao amigo e agora também Professor Natan Carvalho pela parceria e por todo auxílio prestado no desenvolvimento deste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Biologia Animal da UFRRJ, pela preciosa colaboração a minha formação.

Ao Centro de Criação de Animais de Laboratório (CECAL/FIOCRUZ), pela doação das carcaças possibilitando assim o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Hospital Veterinário de Pequenos Animais (HOVET) da UFRRJ, em especial aos Médicos Veterinários Felipe Delorme Azevedo, Cristiano Chaves Pessoa da Veiga pela realização das imagens radiográficas.

A bibliotecária do CESVA Cidália Oliveira Carvalho de Mello, pela amizade e por toda ajuda prestada com as bibliografias durante este período.

A minha esposa Letícia e ao meu filho Miguel por entender minhas ausências e por sempre ter uma palavra ou um gesto para me animar, incentivar e pelo amor que aquece a minha vida. Minhas vitórias são suas.

Aos meus pais Osmar e Maria Celda e meus irmãos Carlos Alberto e Carla Luanda, que mesmo distantes se fazem presentes em todos os momentos de minha vida, pelo amor que forneceu os alicerces para construir meus sonhos e pela torcida que faz vibrar e encorajar-me em todos os momentos de dificuldade.

Aos meus sogros Paolo e Diva, por toda ajuda, disponibilidade e incentivo durante esta etapa da minha vida.

Aos meus amigos do laboratório de Anatomia, Rosilene Freire Vargas, Uiara Hanna Barreto, Priscylla Santiago da Rocha, Alex Moreira de Lima, Síría da Fonseca Jorge, Márcia Torres Ramos, pela parceria dentro e fora do laboratório e por tornar o dia a dia mais leve e bem-humorado.

Ao meu grande amigo Marcelo Salvador Gomes, pela amizade, pelos conhecimentos, pelos conselhos e principalmente por ter tido paciência para me “ouvir” nos períodos mais difíceis desta caminhada.

Aos amigos da “Casinha”, Paulo, Natália, Luiz Mário, Fabrício e Marcelo, muito obrigado por tudo.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, Ericsson Ramos de Mello, Marcione Brito de Oliveira, Sérgio Carvalho Moreira, Amanda Queiroz Bastos, Diego Penedo, Lucielen Luna da Silva, Samara Macedo Pinto, Carlos Eduardo Lopez, Marcelo Antunes, Adriana Ventura e Mariana Marques Martins, pela ajuda durante as disciplinas, pelas conversas e risadas, pela companhia ímpar, por se mostrarem verdadeiros amigos. A vocês o meu muito obrigado!

Aos meus amigos de longa data Raphael Victor, Luis Castilho, Wendell Azevedo, Leandro Chaves, Wagner Moreira, Victor Mendes, Victor Tjäder, Thiago Karl, Fábio Lima e Kaio Canella por continuarem torcendo por mim e desculparem a falta de tempo para reencontrá-los.

Aos membros da banca examinadora por terem aceitado ao convite, dispendo parte do seu tempo para contribuir neste trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro

A todos que direta ou indiretamente incentivaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

SANTOS-SOUSA, Carlos Augusto. **Origem e distribuição antimérica dos nervos do plexo braquial em *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780) (Cercopithecidae, Primates)** 2016. 57p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2016.

Estudos morfológicos fornecem conhecimentos que permitem entender o modo como os animais interagem com o ambiente natural ou em cativeiro. O objetivo desse estudo foi descrever a origem e a distribuição antimérica dos nervos do plexo braquial em *Macaca mulatta*, assim como dos músculos inervados. Foram utilizados 10 cadáveres de *Macaca mulatta* do sexo masculino, oriundos do Serviço de Criação de Primatas Não Humanos do Centro de Criação de Animais de Laboratório (Cecal/Fiocruz) doados a Área de Anatomia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Os espécimes foram fixados com perfusão de solução de formaldeído a 10%. Posteriormente, foram acondicionados em caixas de polietileno de baixa densidade com capacidade de 500 litros contendo solução de formaldeído a 30% por um período de 12 meses. Após este período, foram lavados em água corrente e submetidos a exames radiográficos da região cervical no Hospital Veterinário de Pequenos Animais da UFRRJ para a caracterização do número de vértebras cervicais. Em seguida, foram dissecados até a exposição das origens e dos nervos oriundos do plexo braquial. Os dados foram representados em frequência absoluta e percentual simples. Em 11 (55%) os nervos resultantes foram constituídos das conexões entre os ramos espinhais ventrais de C5, C6, C7, C8 e T1. Em 5 (25%) as raízes participantes foram C4, C5, C6, C7, C8, T1 e T2. Em 2 (10%) de C5, C6, C7, C8, T1 e T2. Em outros 2 (10%) verificamos a constituição do plexo a partir de C6, C7, C8, T1 e T2. Os ramos ventrais formaram três troncos nervosos: cranial, médio e caudal. Os nervos supraescapular, subescapulares, axilar, musculocutâneo, radial, mediano, ulnar inervaram a musculatura intrínseca e os nervos subclávios, toracodorsal, torácico longo, peitoral cranial e peitoral caudal inervaram a musculatura extrínseca. Também foram registrados os nervos cutâneos oriundos do plexo braquial, sendo eles o nervo cutâneo medial do braço, nervo cutâneo medial do antebraço e ramos para a musculatura cutânea do tronco. Os dados descritos neste estudo contribuem para a anatomia comparada de primatas e fornecem informações para a pesquisa aplicada, servindo como base para procedimentos clínico-cirúrgicos em que venha a se utilizar esta espécie como modelo experimental.

Palavras-Chave: inervação, macaco rhesus, membro torácico, ramos ventrais.

ABSTRACT

SANTOS-SOUSA, Carlos Augusto. **Origin and antimeric distribution of the brachial plexus nerve in *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780) (Cercopithecidae, Primates)**. 2016. 57p. Dissertation (Master of Science – Animal Biology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2016.

Morphology studies provide knowledge that allow us to understand how animals interact with the natural environment or in captivity. In this context, the comparative anatomy of the formation of the brachial plexus awakens interest since the nineteenth century and remains one of the most intriguing topics of contemporary anatomy. The aim of this study was to describe the origin and the antimeric distribution of the brachial plexus nerves in *Macaca mulatta*, as well as the innervated muscles. Ten male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) were used, from the Non-human Primates' Breeding Department at the Laboratory Animals Breeding Centre (Cecal/Fiocruz), donated to the Animal Anatomy Department of the Rural Federal University of Rio de Janeiro (UFRRJ). The specimens were fixed in formaldehyde solution by infusion of 10% solution. They were subsequently wrapped in a low-density polythene container with 500 liters of formaldehyde 30% solution over a period of 12 months. After this period, they were washed in running water and subjected to X-ray examinations of the neck at the Small Animals Veterinary Hospital of the UFRRJ to characterize the number of cervical vertebrae. Then, they had both antimeres dissected aiming at the exposure of the origins and the nerves arising from the brachial plexus. Data were presented both in absolute frequency and in simple percentage. In 11 (55%) animals the resulting nerves were constituted by the connections between the ventral spinal branches C5, C6, C7, C8 and T1. In 5 (25%) animals, the participants roots were C4, C5, C6, C7, C8, T1 and T2. In 2 (10%) animals C5, C6, C7, C8, T1 and T2. In the other 2 (10%) animals the formation of the plexus was observed from C6, C7, C8, T1 and T2. The ventral branches formed three nerve trunks: cranial, middle and caudal. The suprascapular nerves, subscapular, axillary, musculocutaneous, radial, median, ulnar innervated the intrinsic muscles and the subclavian nerve innervated the thoracodorsal, medial cutaneous arm and forearm, long thoracic, cranial pectoral and caudal pectoral innervate extrinsic muscles. The results obtained in this study contribute to the comparative anatomy of primates and to the information for applied research, serving as basis for clinical and surgical procedures that uses this species as an animal model.

Keywords: Innervation, rhesus monkey, forelimb, ventral branches.

LISTA DE ABREVIATURAS

- **C3** – Terceira raiz espinhal cervical
- **C4** – Quarta raiz espinhal cervical
- **C5** – Quinta raiz espinhal cervical
- **C6** – Sexta raiz espinhal cervical
- **C7** – Sétima raiz espinhal cervical
- **C8** – Oitava raiz espinhal cervical
- **T1** – Primeira raiz espinhal torácica
- **T2** – Segunda raiz espinhal torácica
- **n.** – Nervo
- **nn.** – Nervos
- **m.** – Músculo
- **mm.** – Músculos
- **VC1** – Primeira vértebra cervical
- **VC2** – Segunda vértebra cervical
- **VC3** – Terceira vértebra cervical
- **VC4** – Quarta vértebra cervical
- **VC5** – Quinta vértebra cervical
- **VC6** – Sexta vértebra cervical
- **VC7** – Sétima vértebra cervical

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Representantes da Ordem Primates: (A) Prossímio (<i>Lemur catta</i>) – focinho alongado; (B) Platirrino (<i>Cebus apella</i>) – narinas largas e lateralizadas; (C) Catarrino (<i>Macaca mulatta</i>) – narinas voltadas para baixo. (Fonte: http://pin.primate.wisc.edu)... 5	5
Figura 2 - Mapa de distribuição geográfica do macaco rhesus (<i>Macaca mulatta</i>) (Fonte: http://maps.iucnredlist.org) 8	8
Figura 3 - Representação esquemática do plexo braquial do homem 10	10
Figura 4 - Fotomicrografia do espécime de <i>Macaca mulatta</i> em preparação para a dissecação; ao fundo caixa de polietileno com os espécimes acondicionados 22	22
Figura 5 - Fotomicrografia da imagem radiográfica: (A) vista ventral e (B) vista lateral. VC1 – Primeira vértebra cervical, VC2 – Segunda vértebra cervical, VC3 – Terceira vértebra cervical, VC4 – Quarta vértebra cervical, VC5 – Quinta vértebra cervical, VC6 – Sexta vértebra cervical, VC7 – Sétima vértebra cervical 23	23
Figura 6 - Fotomicrografia da vista ventral do macaco rhesus apresentando a origem dos ramos ventrais a partir da medula espinhal. VC4 – quarta vértebra cervical, C5 – quinta raiz espinhal cervical, C6 – sexta raiz espinhal cervical, C7 – sétima raiz espinhal cervical, C8 – oitava raiz espinhal cervical, T1 – primeira raiz espinhal torácica..... 25	25
Figura 7 - Fotomicrografia da vista ventral do plexo braquial (antímero direito) de macaco rhesus, apresentando as origens, os nervos resultantes e parte da musculatura inervada. C5 – quinta raiz espinhal cervical, C6 – sexta raiz espinhal cervical, C7 – sétima raiz espinhal cervical, C8 – oitava raiz espinhal cervical, T1 – primeira raiz espinhal torácica: nsbc – nervo subclávio, nspe – nervo supraescapular, nsbe – nervo subescapular, npca – nervo peitoral caudal, nmc – nervo musculocutâneo, na – nervo axilar, nm – nervo mediano, nr – nervo radial, ncmb – nervo cutâneo medial do braço, nu – nervo ulnar, ntd – nervo toracodorsal, mgd – músculo grande dorsal, mrdm – músculo redondo maior, mtb – músculo tríceps braquial, mbb – músculo bíceps braquial, mcb – músculo coracobraquial, mpp – músculo peitoral profundo, m-psd – músculo peitoral superficial porção descendente, mpst – músculo peitoral superficial porção transversa, seccionado, rmct – ramo para o músculo cutâneo do tronco 26	26

- Figura 8** - Fotomacrografia da vista ventral da região cervico-torácica. ★ – tronco simpático, **rnf** – ramos para o nervo frênico (ramos contribuintes dos ramos espinhais ventrais C5 e C6), **ntl** – nervo torácico longo, **ntd** – nervo toracodorsal..... 27
- Figura 9** - Comparação do número de contribuições dos ramos espinhais ventrais entre os antímeros do plexo braquial de *Macaca mulatta* 27
- Figura 10** - Fotomacrografia da vista ventral do plexo direito do macaco rhesus mostrando assimetria em relação à origem no antímero esquerdo. VC3 – terceira vértebra cervical, VC4 – quarta vértebra cervical, VC5 – quinta vértebra cervical, VC6 – sexta vértebra cervical, VC7 – sétima vértebra cervical, VT1 – primeira vértebra torácica. **Seta** – contribuição da quarta raiz espinhal cervical (antímero esquerdo), *cr – tronco cranial, *md – tronco médio, *cd – tronco caudal, **nmc** – nervo musculocutâneo, **nm** – nervo mediano,★ - alça axilar..... 28
- Figura 11** - Fotomacrografia da vista ventral do macaco rhesus mostrando a distribuição antimérica dos nervos. VC4 – quarta vértebra cervical, C5 – quinta raiz espinhal cervical, C6 – sexta raiz espinhal cervical, C7 – sétima raiz espinhal cervical, C8 – oitava raiz espinhal cervical, T1 – primeira raiz espinhal torácica, *cr – tronco cranial, *md – tronco médio, *cd – tronco caudal, **ntl** – n. torácico longo, **ntd** – n. toracodorsal 29
- Figura 12** - Fotomacrografia dos nervos do plexo braquial direito do macaco rhesus fora da carcaça. **ME** – medula espinhal, **nsbc** – nervo subclávio, **nspe** – nervo supraescapular, **1, 2, 3, 4** – nervos subescapulares, **na** – nervo axilar, **nmc** – nervo musculocutâneo, **aa** – alça axilar, **nm** – nervo mediano, **nr** – nervo radial, **nu** – nervo ulnar, **ncmb** – nervo cutâneo medial do braço, **ntd** – nervo toracodorsal, **npca** – nervo peitoral caudal, **rmct** – ramo para o músculo cutâneo do tronco 34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Origem, frequência absoluta e percentual simples dos nervos do plexo braquial que suprem os músculos intrínsecos do membro torácico de *Macaca mulata*... 30
- Tabela 2** - Origem, frequência absoluta e percentual simples dos nervos do plexo braquial que suprem os músculos extrínsecos do membro torácico de *Macaca mulata*.. 31
- Tabela 3** - Origem, frequência absoluta e percentual simples dos nervos do plexo braquial que suprem os músculos cutâneos de *Macaca mulata* 32

SUMÁRIO

Dedicatória.....	v
Agradecimentos.....	vi
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
Lista de abreviaturas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Lista de tabelas.....	xiii
1.0. INTRODUÇÃO.....	1
2.0. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Ordem Primates.....	3
2.2. Família Cercophitecidae, o gênero <i>Macaca</i> e o macaco rhesus.....	5
2.3. Plexo braquial, origem e nervos resultantes.....	9
3. OBJETIVOS.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5. RESULTADOS.....	23
5.1. Origem do plexo braquial.....	23
5.2. Troncos nervosos.....	24
5.3. Nervos resultantes.....	26
6. DISCUSSÃO.....	35
6.1. Origem do plexo braquial.....	35
6.2. Troncos Nervosos.....	37
6.3. Origem do plexo braquial.....	40
7. CONCLUSÃO.....	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

Para analisar a natureza o Homem adaptou sua intrínseca habilidade de classificar e elaborou formas para ordenar adequadamente os seres vivos em grupos diferenciados de acordo com suas semelhanças (AURICCHIO, 2011).

A anatomia comparada de mamíferos vem sendo estudada com o objetivo de fornecer informações que subsidiem conhecimentos e padrões aplicados nas áreas biológicas e biomédicas.

De acordo com Napier e Napier (1967) os representantes da ordem Primates possuem um corpo que mantém características primitivas da Classe Mammalia, tais como membros pentadáctilos e clavícula, mas que apresenta também características distintas relacionadas ao aumento do tamanho cerebral (especialmente córtex) a mobilidade dos dedos, aumento da importância da visão e redução do olfato (principalmente nas espécies diurnas) e aumento do período pós-natal, entre outras características.

A semelhança anatômica, fisiológica e etológica dos primatas não humanos (PNHs) com os humanos, desperta grande interesse em seus estudos, resultando em conhecimentos que certamente contribuem para o nosso próprio crescimento cultural. À medida que estes estudos foram se desenvolvendo, muito se descobriu a cerca da fragilidade em que se encontra a maioria das espécies, devida, principalmente, à destruição do ambiente onde vivem. (ANDRADE, 2010; AURICCHIO, 2011).

Estudos morfológicos fornecem conhecimentos básicos que permitem entender o modo como os animais interagem com o ambiente natural ou em cativeiro, podendo ser utilizados a favor da preservação das espécies (MOURA et al. 2007). Diante disso, a anatomia comparada do plexo braquial desperta interesse desde o século XIX (PATERSON, 1887) e permanece como um dos temas mais intrigantes da anatomia contemporânea (JOHNSON, 2010).

Variações nos níveis da origem do plexo braquial podem estar relacionados com fatores genéticos, embrionários e evolutivos. Além disso, de acordo com Parada et al., (1989) trabalhos envolvendo a anatomia comparada do plexo braquial poderão ainda corroborar com a hipótese de que no processo evolutivo ocorreu uma migração cranial dos ramos dos nervos espinhais que participam da formação deste plexo.

Portanto, o conhecimento das características anatômicas do plexo braquial e suas variações na espécie *Macaca mulatta* são importantes aliadas aos estudos em pesquisa básica e, também aplicadas, justificando o interesse no desenvolvimento desta pesquisa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Ordem Primates

Os primatas são mamíferos que compõem a ordem *Primates*, na qual estão incluídos os macacos do Velho e do Novo Mundo, além dos seres humanos. O estabelecimento das primeiras colônias de PNHs ocorreu na década de 1920 – tanto no Brasil como em todo o mundo – em virtude da sua condição de adaptabilidade ao cativeiro e da homologia com os humanos, havendo um expressivo aumento de pesquisas biomédicas utilizando os PNH como modelos experimentais (HILL, 1977, ANDRADE et al., 2010).

Historicamente, os PNHs têm participado do desenvolvimento humano há pelo menos cinco mil anos, e podem-se encontrar evidências nos hieróglifos no antigo Egito ou em monumentos de culturas indo-asiáticas (MORRIS; MORRIS, 1966). Verifica-se na literatura, que Galeno (130-200 d. C.) fez uso de PNH em estudos anatômicos (COHEN; LOEW, 1984) e Vesalius (1514-1564) utilizou *Macaca Sylvanus* em pesquisas sobre a circulação sanguínea (KAVANAUGH, 1984; LOEB et al., 1989; MORRIS; MORRIS, 1966). Relaciona-se, ainda, uma série de estudiosos da Antiguidade, como Hanno, Aristóteles e Plínio que realizaram pesquisas com os antigos pongídeos (*Pongo*, *Gorilla* e *Pan*), gêneros hoje colocados na família Hominidae (GROOVES, 2001).

Segundo a análise de Wilson e Reeder (1993), a fauna primatológica é rica, constituindo-se de mais de 270 espécies e numerosas subespécies, distribuídas pelas regiões tropicais, excetuando-se as espécies *Macaca fuscata*, no Japão, *Macaca Sylvanus*, em Gibraltar, e *Rhinopithecus roxellana*, na região do Himalaia. Esse número pode variar conforme o ponto de vista de diversos autores, mas também devido à descoberta de novas espécies (FERRARI; LOPES, 1992; VAN ROOSMALEN et al., 2000), de revisões anatômicas e genéticas (NAGAMACHI et al., 1999; NATORI, 1994) ou taxonômicas (GROOVES, 1993; GROOVES, 2001; RYLANDS; RODRIGUES-LUNA, 2000).

Os primatas podem ser classificados em dois grandes grupos: Prosimii e Anthropeidea (Figura 1). Os Prosimii são encontrados em Madagascar, no continente africano, e em países e ilhas no sudeste asiático. Apresentam características morfológicas menos desenvolvidas que os antropídeos, com focinho alongado, melhor

olfato e proporcionalmente cérebros menores. Entretanto, os antropoides desenvolveram mais a visão, cérebros e tamanho corporal. Ainda no seu processo evolutivo, os primatas passaram gradualmente a apresentar um refinamento das mãos e dos pés para segurarem objetos, adicionado ao encurtamento da face, processo que está associado à perda da capacidade olfativa e ao aperfeiçoamento da resolução estereoscópica para visão colorida (MACDONALD, 1985).

A subordem Anthropeida, dividi-se em primatas do Novo Mundo (Platyrrhini) e do Velho Mundo (Catarrhini). Os platirrininos (*Platy* = largo; *rhini* = nariz) são encontrados na região neotropical, compreendida do sul do México e da América Central para o sul até alcançar o Norte da Argentina, com numerosas espécies nas cinco grandes famílias: Callitrichidae, Cebidae, Aotidae, Pitheciidae e Atelidae. Destacam-se morfológicamente pela presença de três molares, nariz achatado com narinas abertas para os lados, cauda geralmente longa, exceto em *Cacajao*, em que é encurtada, em alguns gêneros apresentam-se preênsil (ANDRADE et al., 2010).

Os catarrininos (*Kata* = inferior; *rhini* = nariz) distribuem-se pelo continente africano, sudeste asiático e ilhas da região tendo ainda representantes no Japão (*Macaca fuscata*) e na região de Gibraltar, na Europa (*Macaca sylvanus*), provavelmente introduzida do norte da África. Morfológicamente, apresentam dois pré-molares e dentes cúspides reunidos transversalmente. Nos machos os caninos são mais longos. A locomoção é quadrúpedal. Com cauda muitas vezes longa ou até ausente nos representantes de Hominidae (Pongo, Gorilla, Pan e Homo) (ANDRADE et al., 2010).

Nas últimas décadas o número de espécies tem variado devido à maior eficiência nos estudos de campo, o que leva à descoberta de novas espécies como consequência do aprimoramento de investigações e genéticas, possibilitando arranjos sistemáticos mais precisos (MEIRELLES et al., 1998; NAGAMACHI et al., 1999).



Figura 1 –Representantes da Ordem Primates: (A) Prossímio (*Lemur catta*) – focinho alongado; (B) Plátirino (*Cebus apella*) – narinas largas e lateralizadas; (C) Catarrino (*Macaca mulatta*) – narinas voltadas para baixo. (Fonte: <http://pin.primate.wisc.edu>).

2.2 – A família Cercopithecidae, o gênero *Macaca* e o macaco rhesus.

A família Cercopithecidae possui os gêneros: *Macaca*, *Cercopithecus*; *Chlorocebus*; *Papio*; *Erythrocebus*; *Myopithecus*; *Allenopithecus*; *Cercocebus*; *Lophocebus*; *Mandrillus*; *Theropithecus*; *Nasalis*; *Simias*; *Pygatrix*; *Rhinopithecus*; *Presbytes*; *Semnopithecus*; *Trachypithecus*; *Colobus*; *Pillicolobus*; *Procolobus*.

Dentro dessa família, os gêneros mais comumente usados em pesquisas biomédicas são *Cercopithecus*, *Macaca* e *Papio*, sendo as espécies do gênero *Macaca* utilizados em maiores proporções. A grande demanda por esses símios para a pesquisa científica em geral colocou-os em situação de grande risco, resultando em medidas objetivas para que se estabelecessem criações *ex situ* para suprir as necessidades das pesquisas, além de medidas gerais visando à preservação dos seus habitats e à de populações remanescentes (ANDRADE, 2010).

Para o gênero *Macaca*, a divisão mais criteriosa foi proposta por Groves (2001), incluindo seis grupos, com diversas espécies e subespécies, como se segue:

Gênero *Macaca*

1 – GRUPO *Macaca sylvanus* (LINNAEUS, 1758)

2 – GRUPO *Macaca nemestrina*

2.1 – *Macaca nemestrina* (LINNAEUS, 1766);

2.2 – *Macaca leonina* (BLYTH, 1863);

- 2.3 – *Macaca silenus* (LINNAEUS, 1758);
- 2.4 – *Macaca pagensis* (MILLER, 1903);
- 2.4.1 – *M. p. pagensis* (MILLER, 1903);
- 2.4.2 – *M. p. siberu* (FUENTES & OLSEN, 1995).

3 – GRUPO *Sulawesi*

- 3.1 – *Macaca maura* (CUVIER, 1823);
- 3.2 – *Macaca ochreata* (OGILBY, 1840);
- 3.2.1 – *M. o. ochreata* (OGILBY, 1840);
- 3.2.2 – *M. o. brunescens* (MATSCHE, 1901);
- 3.3 – *Macaca tonkeana* (MEYER, 1899);
- 3.4 – *Macaca heckei* (MATSCHE, 1901);
- 3.5 – *Macaca nigresceus* (TEMMINCK, 1849);
- 3.6 – *Macaca nigra* (DESMAREST, 1822).

4 – GRUPO *Macaca fascicularis*

- 4.1 – *Macaca fascicularis* (RAFFLES, 1821);
- 4.1.1 – *Macaca f. fasciculares* (RAFFLES, 1821);
- 4.1.2 – *Macaca f. aurea* (E. GEOFFROY, 1831);
- 4.1.3 – *Macaca f. umbrosa* (MILLER, 1902);
- 4.1.4 – *Macaca f. atriceps* (KLOSS, 1919);
- 4.1.5 – *Macaca f. condorensis* (KLOSS, 1926);
- 4.1.6 – *Macaca f. fusca* (MILLER, 1903);
- 4.1.7 – *Macaca f. lasiae* (LYON, 1916);
- 4.1.8 – *Macaca f. tua* (KELLOGG, 1944);
- 4.1.9 – *Macaca f. karimondjawae* (SODY, 1949);
- 4.1.10 – *Macaca f. philippinensis* (I. GEOFFROY, 1843);
- 4.2 – *Macaca arctoides* (I. GEOFFROY, 1831).

5 – GRUPO *Macaca mulatta*

- 5.1 – *Macaca mulatta* (ZIMMERMANN, 1780);
- 5.1.1 – *Macaca m. mulatta* (ZIMMERMANN, 1780);
- 5.1.2 – *Macaca m. villosa* (TRUE, 1894);
- 5.1.3 – *Macaca m. laziata* (GRAY, 1868);

- 5.1.4 – *Macaca m. sanctijohannis* (SWMHOE, 1866);
- 5.1.5 – *Macaca m. brevicauda* (ELLIOT, 1913);
- 5.1.6 – *Macaca m. vestita* (I. GEOFFROY, 1892);
- 5.2 – *Macaca cyclopis* (SWINHOE, 1862);
- 5.3 – *Macaca fuscata* (BLYTH, 1875);
- 5.3.1 – *Macaca m. fuscata* (BLYTH, 1875);
- 5.3.2 – *Macaca m. yakui* (KURODA, 1941).

6 – GRUPO *Macaca sinica*

- 6.1 – *Macaca sinica* (LINNAEUS, 1771);
- 6.1.1 – *Macaca s. aurifrons* (POCOCK, 1931);
- 6.1.2 – *Macaca s. sinica* (LINNAEUS, 1771);
- 6.2 – *Macaca radiata* (E. GEOFFROY, 1812);
- 6.2.1 – *Macaca r. radiata* (E. GEOFFROY, 1812);
- 6.2.2 – *Macaca r. diluta* (POCOCK, 1931);
- 6.3 – *Macaca assamensis* (MC CLELLAND, 1839);
- 6.3.1 – *Macaca a. assamensis* (MC CLELLAND, 1839);
- 6.3.2 – *Macaca a. pelops* (HODGSON, 1840);
- 6.4 – *Macaca thibetana* (MILNE – EDWARDS, 1870).

Em razão da proximidade filogenética (Hérodin et al., 2005; Wiener; Socha; Moor-Jankowski, 1974), os macacos rhesus (*Macaca mulatta*) encontram-se no grupo de primatas mais utilizados na pesquisa biomédica. Comparados aos roedores, que são separados dos seres humanos a mais de setenta milhões de anos (Gibbs et al., 2004; Kumar; Hedges, 1998), os macacos rhesus, apresentam maior semelhança com a fisiologia, a neurologia e a suscetibilidade humanas a doenças infecciosas e metabólicas.

Os macacos rhesus, são originários da Ásia Central, do Afeganistão à Índia e da Tailândia ao sul da China, habitando desde florestas tropicais a florestas temperadas. Devido distribuição (figura 2) são sumariamente divididos em macacos rhesus chineses ou indianos.



Figura 2 – Mapa de distribuição geográfica do macaco rhesus (*Macaca mulatta*)

(Fonte: <http://maps.iucnredlist.org/>)

A coloração da pelagem é marrom clara ou bege amarelada com a face nua e róseo-avermelhada. Em cativeiro os macacos rhesus tornam-se um pouco menores e mais pesados do que os espécimes da natureza. Os machos adultos medem entre 52,2 cm de altura corpo/cabeça e pesam entre 7,7 Kg na natureza contra 48,8 cm e 10,4 Kg em cativeiro. As fêmeas adultas atingem a estatura 25 de 46,2 cm e pesam entre 5,3 Kg na natureza, contra 44,3 e 8,6 Kg em cativeiro (ANDRADE et al., 2004). Sua dieta em vida livre é basicamente vegetariana, constituída por folhas, frutos, tubérculos, sementes, resina, goma de plantas e ocasionalmente pequenos vertebrados e invertebrados.

Segundo Daniel et al. (1987) e Mueller et al. (2008) grandes avanços em biomedicina são atribuídos aos macacos rhesus, como a identificação do fator sanguíneo Rh, nos progressos da anatomia e fisiologia e, principalmente, no estudo da resposta para doenças infecciosas causadas por agentes patogênicos relacionados com doença humana, incluindo o vírus da imunodeficiência símia (SIV). É o modelo preferido para o desenvolvimento dos vírus Ebola, hepatite B (FULLER et al., 2007), dengue (BLANEY et al., 2007; SCOTT et al., 1980) e febre amarela (GALLER et al., 2005). Além disso, tiveram contribuições importantes para o estudo da *influenza* (BERENDT, 1974; FAN et al., 2004), doença de chagas (BONECINI-ALMEIDA et al., 1990), leishmaniose (PORROZI et al., 2004) e tuberculose (LIMA, 2008). No entanto, por várias razões, incluindo alto custo na manutenção, reduzido índice reprodutivo e riscos zoonóticos, os macacos são menos utilizados do que outros animais de laboratório (McMURRAY, 2000).

2.3 – Plexo braquial, origem e nervos resultantes

A expressão plexo foi originada do latim *plexu* “enlaçamento”, em anatomia designa as redes ou interconexões nervosas e ou vasculares, nesse caso, nervos braquiais. Segundo Testut e Laterjet (1893), constitui-se como forma de organização dos nervos raquídeos ou espinhais, que se originam na medula espinhal e atravessam os forames vertebrais para distribuir-se por todo o membro superior (torácico).

Os nervos situados no membro torácico originam-se do plexo braquial, que apresenta uma estrutura anatômica complexa, desde sua origem, no pescoço, até sua ramificação terminal, na região axilar (MOORE; DALLEY, 2001; FAZAN et al., 2003).

No homem, o plexo braquial tem localização lateral à região cervical da coluna vertebral. Origina-se normalmente dos segmentos nervosos de C5 à T1 (Figura 3), estendendo-se inferior e lateralmente, posteriormente à clavícula, até penetrar na região axilar (SPENCE, 1991). As raízes do plexo braquial se unem para formar os troncos superior (C5 e C6), médio (C7) e inferior (C8 e T1), acompanhando a artéria axilar sob o músculo peitoral maior (MENESES, 1999; SUD; SHARMA, 2000; MOORE; DALLEY, 2001; SAEED; RUFAl, 2003).

As divisões do plexo braquial, após a formação dos troncos, reúnem-se resultando na formação de fascículos. Os três fascículos do plexo braquial recebem sua denominação em virtude de sua relação com a artéria axilar, isto é, os fascículos posterior, medial e lateral, situam-se, respectivamente, posterior, medial e lateralmente àquele vaso. Estes fascículos vão originar os ramos colaterais e terminais do plexo braquial. (DANGELO; FATINI, 1997; MOORE, 2001)

Ainda de acordo com os mesmos autores, estes fascículos vão originar os ramos terminais do plexo braquial, mas antes disso originam alguns ramos colaterais. O fascículo lateral da origem ao nervo peitoral lateral que inerva o músculo peitoral maior, fornece a raiz lateral do nervo mediano e um nervo terminal, o nervo músculocutâneo. O fascículo posterior origina os nervos subescapulares (para o m. subescapular e redondo maior) e toracodrosal (para o m. grande dorsal) e fornece dois nervos terminais, os nervos axilar e radial. Do fascículo medial partem o nervo peitoral medial (para os mm. Peitorais maior e menor), fornece ainda a raiz medial do nervo mediano e dá origem a três nervos terminais: cutâneo medial do braço, cutâneo medial do antebraço e ulnar. O nervo mediano é formado pela fusão de duas raízes, medial e lateral, fornecidas, respectivamente, pelos fascículos medial e lateral.

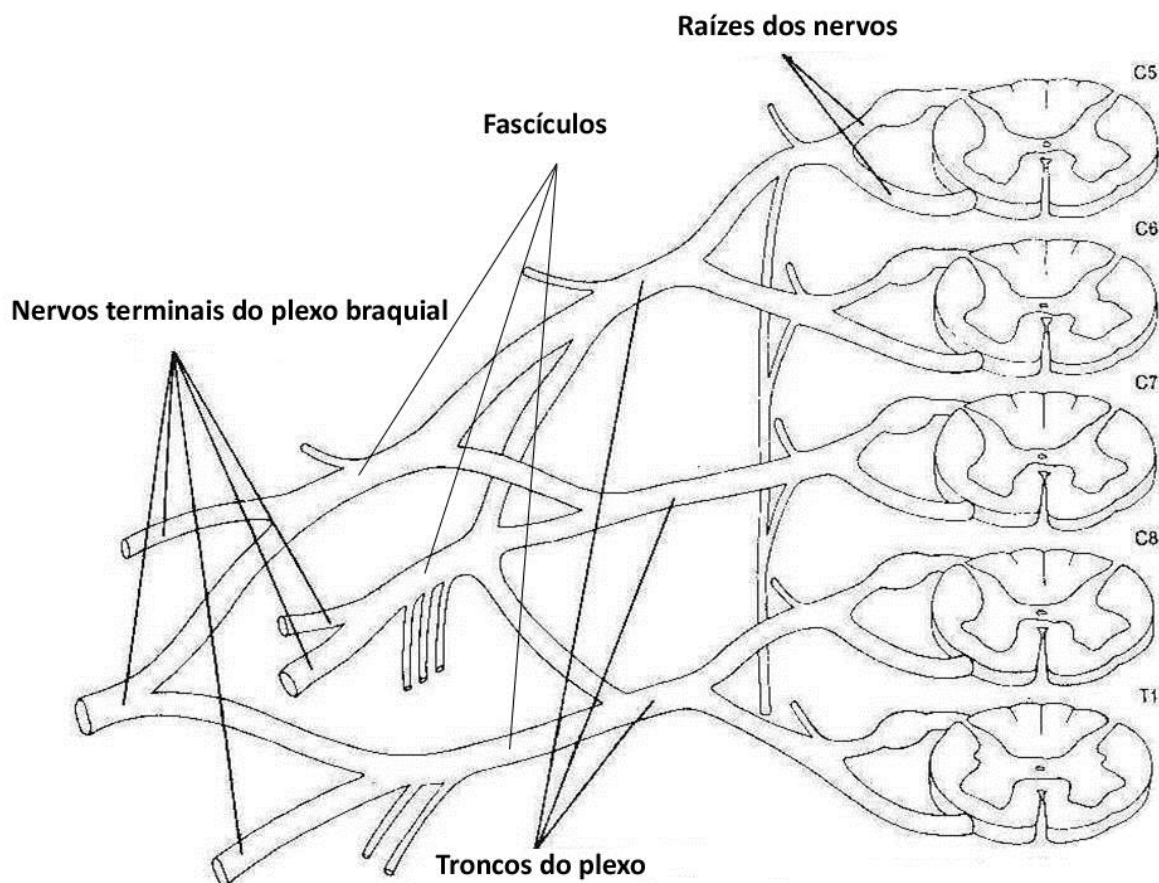


Figura 3 – Representação esquemática do plexo braquial do homem (adaptado). (DANGELO; FATINI, 1997).

Em estudo realizado com o humano (HERRINGHAM, 1886) baseado na dissecação de cinquenta e cinco plexos braquiais, sendo trinta e dois de fetos ou crianças, e vinte e três de adultos. O 5º nervo cervical (C5) junta-se com ramos de C6 e C7 para formar o nervo torácico longo que supre o m. serratil anterior. A união destes ramos ocorre pouco antes de atingir o músculo. Algumas vezes C5 recebe um ramo comunicante de C4. C5 junta-se com C6 e emite o nervo supraescapular, mas pode ser que este nervo origina-se de C5 antes que ele se junte a C6. Após C5 unir-se à C6 o nervo resultante divide-se em ramo anterior une-se com C7 para formar o fascículo lateral, emitindo antes os nervos peitorais. O ramo superior de C7 une-se com ramos de C5 e C6 para formar o n. torácico anterior.

O nervo músculocutâneo próprio dificilmente contém quaisquer outras fibras além daquelas de C5 e C6. Em trinta e nove casos, vinte e um de fetos e dezoito de adultos, o C7 somente contribuiu para o músculocutâneo em quatro casos, dois em fetos e dois em adultos. Vinte e oito casos foram examinados para se constatar a participação

do C5 e C6 na formação do nervo musculocutâneo em vinte e sete deles, sendo que em um caso, apenas o C5 contribuiu para formar o referido nervo.

O nervo mediano foi formado por duas raízes; na lateral o C6 e C7 sempre participam, enquanto a medial mostra-se formada sempre por ramos do C8 e T1, às vezes com a adição de alguns feixes do C7. Esta variedade depende se o ramo anterior do C7 bifurca-se ou vai inteiramente para o fascículo lateral. Para constatar se tanto C8 como T1 contribuem para formar o nervo mediano, vinte e oito dissecações foram feitas, quatorze em crianças e quatorze em adultos. Em um feto e em um adulto, nenhum ramo de T1 foi encontrado. Estas duas foram, no entanto, as únicas exceções à regra, pois ambas as raízes enviam fibras para o nervo. O nervo mediano então foi formado por C6, C7, C8 e T1. Mas estas raízes não mantêm uma constante proporção. Houve uma pequena variação no tamanho de C6, C7 varia consideravelmente, C8 é às vezes igual, às vezes, menor ou maior que T1.

A origem do nervo ulnar foi identificada em trinta e oito casos, dos quais quatorze eram relativos a adultos, e foi encontrado originando-se de quatro diferentes modos. É mais comum originar-se de C8 e T1 juntas. Isto ocorreu em vinte e três casos, onze em fetos e doze em adultos. Com estas, às vezes, com uma participação de C7 foi encontrada, em cinco casos, quatro em fetos e um em adulto. Em três casos de fetos ele originou-se apenas de C8, e em um caso de feto e um de adulto, de C7 e C8.

A origem do nervo cutâneo medial foi observada vinte e três vezes nas dissecações. Nove vezes ele continha participação de C8 bem como de T1, e quatorze vezes ele originou-se apenas de T1. Em dois casos da primeira classe, C8 estava separada de T1. O cutâneo medial menor é derivado, com raras exceções, unicamente de T1. Em vinte casos, recebeu participação somente uma vez de C8. Os ramos posteriores das raízes dos nervos unem-se para formar o fascículo posterior. Cada uma das quatro raízes superiores contribui para formar o fascículo, mas T1 raramente junta-se a ele. Os ramos do fascículo posterior são os três subescapulares, o axilar e o radial.

O primeiro subescapular que inerva o músculo subescapular foi frequentemente duplo, às vezes, triplo. Ele nunca recebeu contribuição de C7 ou C8 sendo muitas vezes, inteiramente ou parcialmente emitido por C5 e C6 antes deles juntarem-se à C7. O terceiro subescapular indo para o músculo grande dorsal foi identificado em quarenta e dois casos.

O nervo axilar foi encontrado em quarenta e três casos derivado de C₅ e C₆, não recebendo fibras de C₇. Em seis casos, dois deles em adultos, ele procedeu de C₅ sozinha; em vinte e dois, de C₅ e C₆.

O nervo radial foi formado, às vezes, pelas quatro raízes superiores, geralmente por C₆, C₇ e C₈. De quarenta e seis casos, C₅ e C₆ foram indivisíveis em doze, sendo que em nove dos trinta e quatro restantes, C₅ participou.

De acordo com Kerr (1918), num estudo realizado com 175 plexos humanos, todos os anatomistas estão de acordo, que no homem, os ramos anteriores caudais do quarto nervo cervical e uma parte do primeiro nervo torácico sempre entram na formação do plexo braquial. Entretanto, há certa dúvida quanto a frequência com que um ou ambos os nervos enviam ramos ao plexo. Em outras palavras, todos estão de acordo que os ramos anteriores de, pelo menos, cinco nervos espinhais entram na formação do plexo em todos os casos, mas eles não são claros quanto à questão da frequência com que pode haver a participação de seis ou possivelmente sete raízes na construção do plexo.

Ainda para o mesmo autor, todos aqueles plexos em que um ramo do quarto nervo cervical foi identificado, integram grupo que foi designado como grupo 1. O tamanho deste ramo varia de um ramo diminuto a um ramo grande. Dos 175 casos estudados, 110 (62,85%) pertencem ao grupo 1.

O grupo 2 consiste naqueles plexos em que ocorrem a contribuição do quinto nervo cervical, sem qualquer participação do quarto cervical. Foram encontrados 52 registros (29,71% dos casos) nesse grupo.

Um terceiro grupo (grupo 3), em que nenhuma parte do quarto nervo cervical entra na composição do plexo, também não há participação do quinto nervo. Um ramo do quinto cervical une-se com o quarto para formação do plexo cervical. Foi encontrado 13 casos, (7,42%) no grupo 3. Portanto, em mais de 62% dos casos, o quarto nervo cervical envia um ramo para o plexo braquial, o que não acontece em cerca de 37%. Neste último caso, a totalidade do quinto nervo cervical entra na formação do plexo, em quase 30% dos casos e apenas parte dele contribui, em torno de 7%.

Na formação do plexo braquial, as variações são comuns, sendo observado um maior número de alterações com a inclusão do quarto nervo cervical (C₄) e, nesse caso, o plexo é chamado de pré-fixado. Quando o ramo anterior do segundo nervo torácico é maior, o plexo denomina-se pós-fixado (PRASADA RAO; CHAUDHARY, 2000). Variações também podem ocorrer durante a formação dos troncos, nas divisões e

fascículos; ou na origem e/ou combinação dos ramos ou, ainda, nas relações da artéria axilar e dos músculos escalenos (MENESES, 1999; MOORE; DALLEY, 2001; SAE-ED; RUFAl, 2003).

Em estudo com macacos antropóides (Gorila, Chimpanzé e Orangotango) (HEPBURN 1891), observou que seus plexos são formados pelas divisões primárias anteriores dos últimos quatro nervos cervicais e do primeiro torácico. Em todos estes animais houve uma comunicação da divisão primária do quarto nervo cervical. A formação do plexo foi, em todos os casos, semelhante àquela do homem, resultando na produção de três fascículos.

Os ramos do plexo braquial, tanto supra, como infraclaviculares, são idênticos àquele do homem. Os nervos individuais são admiravelmente similares àqueles do homem, em consideração aos detalhes de sua distribuição.

O nervo para o músculo rombóide origina-se de C4, nos casos do Gorila e Chimpanzé, mas, no Orangotango, ele origina-se do contingente posterior de C5. O nervo subclávio não foi encontrado no Orangotango, mas no Gorila e Chimpanzé ele origina-se da junção dos ramos anteriores de C5 e C6. Kohlbrugge apud Hepburn (1891) encontrou estes nervos originando-se de C6, no Gibão.

Ainda de acordo com os estudos de Hepburn (1891) o nervo frênico recebe um pequeno ramo de C5, no Gorila e Chimpanzé. O nervo torácico posterior, para o músculo serrátil magno, possui direção e distribuição como no homem, origina-se no Gorila e no Orangotango de C5 e C6 mas, no Chimpanzé, de C4, C5 e C6.

O nervo supraescapular, no Gorila, diferencia-se, em sua origem, daquela do Chimpanzé e do Orangotango. No Gorila sua origem é de C4 e C5 anteriormente à junção do último nervo com C6, e desta forma, também foi encontrado por Eisler *apud* Hepburn (1891). No Chimpanzé e Orangotango sua origem é de C5 e C6. Relativamente ao Gibão, Kohlbrugge *apud* Hepburn (1891) relata sua origem, de C5. Ele supre ramos musculares para os músculos supra e infraespinhais e um ramo articular para o ombro.

Os nervos torácico anterior, lateral e medial, no Gibão, Chimpanzé e Orangotango originam-se de um tronco comum descendente atrás da clavícula e suprem os músculos peitoral maior e peitoral menor. No Gorila, por outro lado, os dois nervos são sempre distintos, o lateral originando-se de C6 e C7, o medial de C7 e uma raiz vinda do nervo mediano.

Os nervos subescapulares variam em número de 3 a 5. Eles também originam-se do fascículo posterior do plexo braquial, no Gorila, originam-se do n. axilar, e envia dois ramos, um distribuindo-se inteiramente no músculo subescapular, e o outro parcialmente nesse músculo, mas principalmente, no redondo maior. Um arranjo relativamente similar é encontrado no ser humano.

O nervo axilar tem o mesmo curso e distribuição encontrada no Homem e é similar nos diversos grupos de animais estudados. O nervo radial, em todos os animais estudados, mostra-se extenso, sendo que sua origem, curso e distribuição correspondem ao padrão encontrado no homem, isto é, ele cede ramos para os músculos tríceps, ancôneo, supinador longo e extensor radial longo do carpo.

Robertson (1944) cita para *Lagothrix* que C5, C6, C7, C8 e T1 formam o plexo braquial. Estes se ramificam em divisões anterior e posterior, que em seu curso formam o fascículo lateral, medial e posterior. A união das divisões anteriores de C5 e C6 formam o fascículo lateral, enquanto o fascículo medial é constituído pela união das divisões anteriores de C7 e C8, e o fascículo posterior pela união das divisões posteriores de C5, C6, C7 e C8. O quarto nervo cervical contribuiu para formar o plexo braquial somente pelo ramo que se une ao ramo de C5 e C6 formando o nervo frênico.

Próximo ao fascículo lateral originam-se sucessivamente ramos da raiz de C5 para o nervo frênico, e um deles une-se com ramo do fascículo medial para formar o n. torácico anterior, para o peitoral maior. Logo, o fascículo lateral termina no n. musculocutâneo e na raiz lateral do n. mediano. No mesmo espécime essa raiz lateral pode receber uma contribuição do fascículo medial antes da junção com a própria raiz medial. O fascículo medial pode estar formado por uma massa bem fundida das divisões anteriores de C7 e C8, ou esses dois podem combinar somente em algum ponto proximal à formação da raiz medial do mediano. No último caso ele é mais claro, de modo a se identificar que uma contribuição para o nervo torácico anterior vem de C8 o qual também dá origem aos nervos cutâneo medial do braço, cutâneo medial do antebraço e cutâneo intermédio do antebraço.

Os ramos terminais do fascículo medial são a raiz medial do n. mediano e o n. ulnar. O fascículo posterior, semelhante ao fascículo medial, pode formar um grupo de ramos plexiformes unidos frouxamente, sendo que somente uma parte pequena de suas extensões forma um fascículo verdadeiro. O primeiro ramo do fascículo posterior é o n. torácico lateral com origem de C6. O fascículo posterior dá origem a uma série de

ramos subescapulares para o músculo com o mesmo nome, os quais se originam separadamente de C5, C6 e C7.

O nervo axilar é formado pelas divisões de C5, C6, C7 e C8. Os ramos restantes juntam-se para a formação do n. radial. Da contribuição medial (C8), origina-se o nervo toracodorsal que se destina ao m. grande dorsal. No lado direito, C5 contribuiu para formar o nervo frênico. O ramo de C5 recebe um pequeno ramo do tronco simpático cervical. No lado esquerdo o nervo frênico recebe contribuição de C5 e C6 bem como de C4. O nervo para o subclávio de modo semelhante origina-se, no lado esquerdo, da quinta raiz cervical.

Hill (1955) descreve, para *Tarsius*, que o plexo braquial é formado como no homem, por contribuições de C5 a T1, com uma comunicação adicional e ventral de T2. Três fascículos são formados, os quais se ramificam mais do que no homem.

O nervo musculocutâneo e a raiz lateral do n. mediano surgem do fascículo lateral, sendo que o fascículo posterior continua-se como o nervo radial, após emitir o axilar. O nervo frênico é formado por C3, C4 e C5. O fascículo medial emite a raiz medial do nervo mediano, nervos ulnar e cutâneo medial do braço e antebraço.

Três nervos subescapulares surgem do fascículo posterior, além do axilar.

Em estudos realizados por Hill 1960 utilizando o macaco *Cebus*, observou que o plexo braquial é formado pela união dos nervos cervicais de C5 a C8 e T1. Das raízes, antes de sua união, nascem as contribuições ao nervo frênico e nervos motores para o serrátil ventral (C5, C6) e subclávio (C6). Depois disso C5 e C6 unem-se para formar o tronco cranial, C7 continua sozinho, nesse estágio, enquanto C8 une-se a T1 para formar o tronco caudal, como no homem. Do tronco cranial origina-se o nervo supraescapular. As divisões dos troncos, então, reorganizam-se para produzir os fascículos medial, dorsal e lateral. Os nervos peitorais são derivados de C6, C7, C8 e T1.

Os nervos ulnar e mediano, não se separam até perto do cotovelo (o ulnar deriva de fibras de C7, C8 e T1 e o mediano, de C6, C8 e T1). A raiz lateral do mediano, constituída na região da axila, a partir do fascículo lateral, é muito pequena. O fascículo lateral, logo após a sua origem divide-se em ramo motor e ramo cutâneo. O ramo motor, proveniente de C5, C6 e C7 distribui-se no m. bíceps, m. coracobraquial e m. braquial. O fascículo dorsal (C5, C6 e C7) fornece três nervos subescapulares e o nervo grande dorsal (C7 e C8). Além disso, o fascículo dorsal dá origem ao nervo axilar (C5, C6 e C7), nervo para o redondo maior (C7), continuando depois como nervo radial (C6, C7, C8 e T1).

Ainda, Hill (1960) descreve que o plexo braquial do *Saimiri* é formado pelo entrelaçamento de segmentos derivados de C5 até T2, mas a contribuição de T2 é muito pequena seguindo quase totalmente para o nervo ulnar. O nervo supraescapular, resultante de C5 e C6 segue para a margem escapular onde bifurca-se em um ramo cutâneo e um motor, uma condição típica de macacos inferiores, de acordo com BOLK (1902) apud HILL (1960).

O robusto nervo axilar recebe fibras de C5 e C6 e emerge do fascículo dorsal do plexo, no ponto onde ele se une com o tronco de C7. O musculocutâneo origina-se de C5, C6 e C7 e, o mediano, de C6, C7, C8 e T1. O ulnar (C6, C7, C8, T1 e T2) é continuação do fascículo medial, assim como o radial é continuação do fascículo dorsal, recebendo fibras de C5 a C8 e T1.

Urbanowicz e Zaluska (1965) estudaram o plexo braquial em macaco Rhesus, classificando-o em dois tipos básicos: o tipo 1, havendo a participação do ramo ventral dos nervos espinhais de C5 a T1 e o tipo 2, observando-se contribuição do ramo ventral de seis nervos espinhais, isto é, de C5 a T2. Os ramos ventrais dos nervos espinhais unem-se para formar os troncos do plexo braquial: o tronco superior, formado pela união do ramo ventral de C5 e C6, o tronco médio, derivado dos ramos ventrais de C6 e o tronco inferior, formado pelos ramos ventrais de C8 e T1 e em alguns casos, por C8 e união dos ramos ventrais de T1 e T2.

Hill (1972) descreve, para *Lagothrix*, que o plexo braquial é formado, principalmente, pelas divisões ventrais primárias dos últimos três nervos cervicais e dos primeiros torácicos, havendo também participação de C5. O nervo supraescapular é derivado de C6, mas há uma contribuição de C5. Uma grande porção restante junta-se às divisões dorsais dos outros troncos, para entrar no fascículo posterior do plexo. C5 não dá ramos para o fascículo lateral, uma condição no *Lagothrix* que se assemelha ao *Hapalidae* e muitos *Prosimius*.

O fascículo lateral é formado pela união das divisões ventrais de C5 e C6, sendo o fascículo medial por aqueles de C7 e C8 e, o fascículo posterior, pela fusão das divisões posteriores de C5 - C8. Ele refere-se também a uma pequena contribuição de 4, a qual se une com ramos de C5 e C6 para formar o nervo frênico.

O Autor encontrou diferenças nos dois antímeros do corpo. O fascículo lateral dá-se após o ramo para o frênico, um ramo que se une com outro do fascículo medial para formar o nervo torácico anterior (para o peitoral maior), sendo que outro ramo

desse fascículo supre o peitoral menor. Logo após o fascículo lateral terminar, divide-se em nervo musculocutâneo e raiz lateral do mediano.

O fascículo medial resultou das divisões ventrais de C7 e C8. Uma contribuição para os nervos torácicos anteriores foi observada vinda de C8, a qual forneceu também fibras para o nervo cutâneo medial do braço, além dos nervos cutâneos antebraquial e intermediário. Após originar a raiz medial do nervo mediano, o fascículo medial continuou-se como nervo ulnar. O fascículo posterior procedeu da mesma forma, formando um grupo de feixes frouxamente unidos com uma extensão pequena da verdadeira formação do fascículo. Seu primeiro ramo é o nervo torácico lateral (de C6).

Em seguida vem uma série de nervos subescapulares para o músculo desse nome. O nervo axilar é derivado de C5, C6 e C7 e o nervo toracodorsal é derivado da contribuição medial de C8.

Próximo à axila o nervo radial emite um ramo muscular ao músculo epitroclear dorsal e um ramo que se une ao nervo ulnar.

Em macaco Vervet Booth (1991) descreve que o plexo braquial deriva dos ramos ventrais dos nervos espinhais cervicais de C5 a C8 e do primeiro nervo espinhal torácico, com uma pequena, mas, consistente contribuição do ramo ventral do segundo nervo espinhal torácico (T2). Na porção proximal do espaço axilar as raízes do plexo braquial combinam para formarem três troncos. O tronco cranial é formado pela união de C5 e C6. O tronco médio é formado por C7 sozinho e o tronco caudal é formado pela união de C8, T1 e T2. Cada tronco divide-se em divisão dorsal e ventral, que se unem mutuamente formando fascículos. O fascículo dorsal é formado pelas divisões dorsais dos três troncos. O fascículo lateral é formado pela divisão ventral dos troncos cranial e médio. O fascículo medial pela divisão ventral do tronco caudal.

Ribeiro et al. (2005) estudaram a formação do plexo braquial em *Cebus apella* e observaram que o plexo é constituído por fibras neurais provenientes de C4, C5, C6, C7, C8, T1 e T2, sendo que em 55,00 % dos casos participaram C5, C6, C7, C8 e T1; em 25,00 %, C5, C6, C7, C8, T1 e T2, em 5,00 %, C4, C5, C6, C7, C8, T1 e T2; em 15,00 %, C4, C5, C6, C7, C8 e T1. Observaram ainda que de acordo com os nervos que participam na constituição do plexo braquial, este pode ser classificado em grupo 1 e grupo 2.

Neste mesmo estudo, o nervo frênico originou-se pela convergência dos ramos de C5 e C6. Estas mesmas raízes formam o nervo subclávio, não havendo nenhuma ligação entre estes nervos. O nervo peitoral maior possui origem na raiz de C8, o nervo

peitoral menor de C7 e C8. Entretanto, o nervo musculocutâneo originou-se das raízes de C5, C6 e C7, não apresentando um padrão de convergência dos ramos que o formam.

O nervo mediano, um dos maiores ramos do plexo braquial, pode conter fibras de C5 a T1, porém é predominantemente originado pela bifurcação do tronco caudal. Assim sendo possui uma origem deslocada cranialmente em relação aos mamíferos não humanos. Em contrapartida, o nervo ulnar teve sua origem fundamentalmente ligada ao tronco caudal, sendo representado como uma continuação do mesmo.

As raízes de C5 e C6 originaram os nervos supraescapulares, subescapulares e torácico longo, todavia, o n. supraescapular originou-se predominantemente e C5 recebendo participação de C6. Ademais, estas mesmas raízes somadas a participação de C7 originaram o nervo axilar.

Os nervos radial e toracodorsal tiveram suas respectivas origens nas raízes de C6 a C8, no qual, o nervo toracodorsal teve grande predomínio das fibras de C8.

O nervo cutâneo medial do antebraço foi originado sempre das raízes de C8 e T1.

Segundo Cruz e Adami (2010) em estudo realizado com *Lagothrix lagothricha*, o plexo braquial originou-se a partir do quinto, sexto, sétimo e oitavo segmentos medulares cervicais e primeiro torácico, que corresponderam a 5º, 6º, 7º vértebras cervicais e a 1ª vértebra torácica. Os nervos espinhais C5 a C8 e T1 formaram três troncos: cranial (C5 e C6), médio (C7) e caudal (C8 e T1).

Em ambos os antímeros observou-se a alça axilar formada pela artéria axilar e o nervo mediano. Os troncos cranial e médio originaram sete nervos cada um e o tronco caudal seis. Foram eles: tronco cranial: nervo supraescapular, nervo subescapular, nervo musculocutâneo, nervo mediano, nervo radial, nervo axilar e nervo toracodorsal, sendo dois exclusivos do tronco: nervo supraescapular e nervo musculocutâneo. Tronco médio: nervo subescapular, nervo peitoral, nervo mediano, nervo radial, nervo axilar, nervo torácico longo, nervo toracodorsal e apenas um restrito ao tronco: nervo torácico longo. Tronco caudal: nervo mediano, nervo ulnar, nervo radial, nervo toracodorsal, nervo cutâneo medial do antebraço e dois exclusivos do tronco: nervo ulnar e nervo cutâneo medial do antebraço.

Ramos comunicantes entre os nervos foram observados o n. musculocutâneo e n. mediano. O n. musculocutâneo emitiu um ramo comunicante para o n. mediano no terço proximal do braço, o que implicou a contribuição do tronco cranial na formação do n

mediano. No terço distal do mesmo segmento o n. musculocutaneo recebeu um ramo comunicante do n. mediano.

Em estudo recente realizado com *Saimiri sciureus*, Araújo et al. (2012) observaram que o plexo braquial é constituído por fibras neurais provenientes da união das raízes das vértebras cervicais C4, C5, C6, C7, C8 e T1, e organizado em quatro troncos, o primeiro (cranial) formado pelos nervos espinhais de C4, o segundo (médio-cranial) por C5 e C6, o terceiro (médio-caudal) por C7 e C8, e o quarto (caudal) originado em T1. Cada um destes troncos originou um nervo ou um grupo de nervos, cuja origem variou de um animal para outro, havendo nervos duplos e nervos com origem dupla, como o observado no nervo subescapular, considerado duplo por ser originário de C5 e C6. Já o nervo radial, variou sua origem em C6 e C7. Os nervos axilar, musculocutâneo e mediano, tiveram a mesma variação de C5 a C8, enquanto que os nervos ulnar e cutâneo medial do antebraço, variaram de C8 a T1.

Na maioria dos animais, o primeiro tronco (cranial) originou o nervo subclávio que se dividiu em dois ramos; o segundo tronco (médio-cranial) deu origem aos nervos supraescapular, subescapular, parte do radial, sendo que em dois animais, o segundo tronco originou os nervos axilar, musculocutâneo e ao mediano. O terceiro tronco (médio-caudal) formou parte do nervo radial, e em dois animais, formaram os nervos: axilar, musculocutâneo, mediano, toracodorsal, ulnar e cutâneo medial do antebraço, sendo os dois últimos também originados no quarto tronco (caudal).

3. OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi descrever a origem e distribuição antimérica dos nervos do plexo braquial em *Macaca mulatta*, assim como dos músculos inervados, fornecendo base anatômica para pesquisa aplicada e contribuindo com informações para a anatomia comparada de primatas não humanos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo faz parte do projeto intitulado Pesquisa básica e aplicada em morfologia de macacos Rhesus (*Macaca mulatta*), que foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Protocolo CEUA nº 014/2015).

Foram utilizados 10 cadáveres de *Macaca mulatta* do sexo masculino, oriundos do Serviço de Criação de Primatas Não Humanos do Centro de Criação de Animais de Laboratório (Cecal/Fiocruz) com diferentes históricos de mortes por causas naturais e doados a Área de Anatomia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Os espécimes foram previamente fixados, com perfusão de solução aquosa de formaldeído a 10% por meio da artéria carótida abordada por incisão cervical mediana ventral, além de infusões intramusculares e nas cavidades corporais. Após os procedimentos descritos, os espécimes foram acondicionados em caixas de polietileno de baixa densidade com capacidade de 500 litros (Figura 4) contendo solução de formaldeído a 30%. por um período de 12 meses.

Completado esse período os animais foram lavados em água corrente e submetidos a exames radiográficos da região cervical no Setor de Imagenologia do Hospital Veterinário de Pequenos Animais (HOVET) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) para a caracterização do número de vértebras cervicais. Foram obtidas radiografias nas posições ventro-dorsal e látero-lateral.

As carcaças foram dissecadas cuidadosamente, dando-se início com uma incisão mento-umbilical do abdome. Posteriormente, seguiu-se com a dissecação da pele e do tecido subcutâneo. Após a exposição de todo o tecido muscular, foi utilizado uma Serra elétrica para gesso (nevoni[®]) para a remoção parcial da mandíbula através de serragem e retirada dos corpos mandibulares, visando aumentar o espaço cervical e facilitar a dissecação da área.

Tal dissecação teve início na língua e continuou-se caudalmente até a entrada da cavidade torácica. A partir deste ponto, foi realizada a técnica de mesoscopia retirando-se primeiramente o esterno seguido das vísceras torácicas. Posterior a retirada do bloco de vísceras, foram utilizados, materiais básicos de dissecação, para a remoção do tecido adiposo e do músculo escaleno ventral, expondo parcialmente os nervos oriundos do plexo braquial. Em seguida, com o auxílio de um costótomo, foram removidos os corpos vertebrais até a exposição completa da medula espinhal e das raízes formadoras

do plexo, sendo possível analisar a origem e a composição dos nervos oriundos do plexo braquial de *Macaca mulatta*.

Para uma melhor visualização dos nervos, foi utilizado o processo de embebição com solução de álcool absoluto e ácido acético na proporção de 70/30 respectivamente, por 30 a 60 minutos, que consiste na deposição de chumaços de algodão embebidos com esta solução, sobre a área em que os nervos se encontram, como descrito por Ribeiro et al. (2005) buscando a precipitação da mielina e, com isso, a ingurgitação dos nervos, melhorando a visualização destes.

Toda nomenclatura adotada foi baseada na Nomenclatura Atômica Veterinária (2012). Foram realizados registros fotográficos com câmera digital (Nikon Colpix 4300 5MP) de todos os plexos. Os dados contendo as origens de cada nervo foram tabulados em planilhas e representados em frequência absoluta e percentual simples.



Figura 4 – Fotomacrografia do espécime de *Macaca mulatta* em preparação para a dissecação; ao fundo caixa de polietileno com os espécimes acondicionados.

5. RESULTADOS

As dissecções possibilitaram sistematizar e documentar a origem e a distribuição antimérica dos nervos que compõem o plexo braquial dos 10 espécimes de *Macaca mulatta*.

Todos os animais submetidos ao exame radiográfico simples apresentaram 07 vertebrae cervicais (Figura 5).

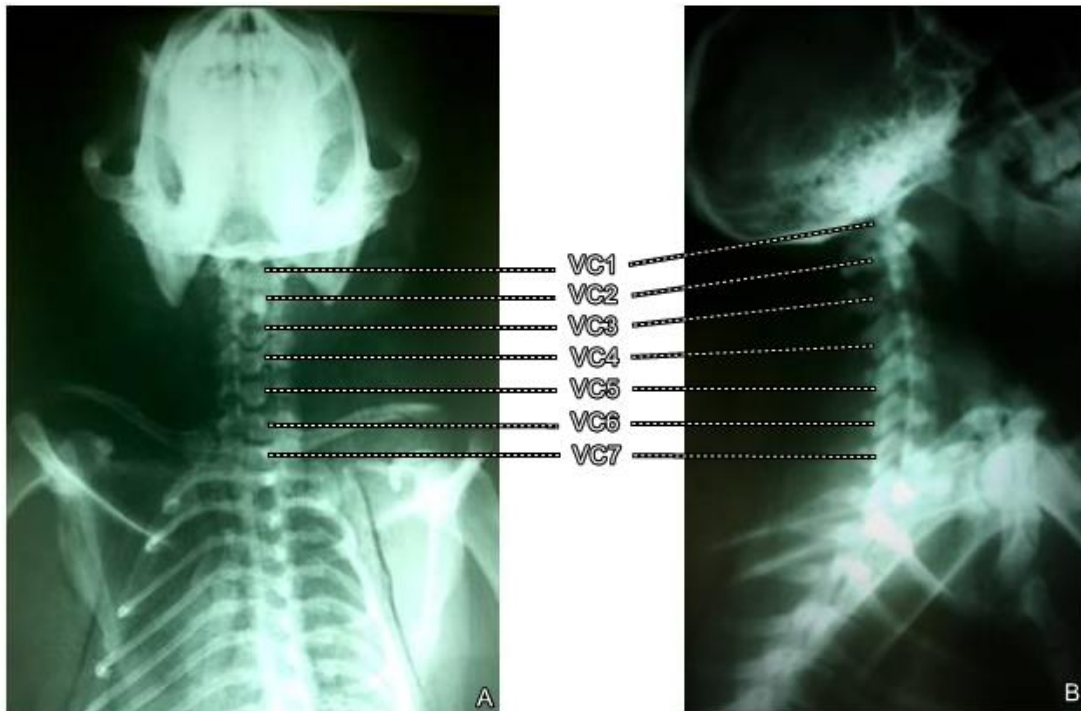


Figura 5 – Fotomacrografia da imagem radiográfica: (A) vista ventral e (B) vista lateral. VC1 – Primeira vértebra cervical, VC2 – Segunda vértebra cervical, VC3 – Terceira vértebra cervical, VC4 – Quarta vértebra cervical, VC5 – Quinta vértebra cervical, VC6 – Sexta vértebra cervical, VC7 – Sétima vértebra cervical.

5.1 Origem do plexo braquial

Em 11 (55%) dos vinte plexos braquiais os nervos resultantes foram contituídos das conexões entre os ramos ventrais dos 4 últimos nervos espinhais cervicais (C5, C6, C7, C8) e o primeiro torácico (T1) (Figura 6), em 5 (25%) as raízes participantes foram as cinco últimas cervicais (C4, C5, C6, C7, C8) e as duas primeiras torácicas (T1, T2), em 2 (10%) observamos a participação de C5, C6, C7, C8, T1 e T2 e em apenas um

espécime (10%) (ambos os antímeros) verificamos a constituição do plexo a partir da sexta vértebra cervical com a contribuição das duas primeiras torácicas (C6, C7, C8, T1, T2), neste caso a quinta raiz cervical (C5) se uniu a quarta (C4) constituindo o plexo cervical. Destes ramos derivaram os nervos supraescapular, subescapulares, axilar, musculocutâneo, radial, mediano, ulnar para a musculatura intrínseca e os nervos subclávicos, toracodorsal, cutâneo medial do braço, torácico longo, peitoral cranial e peitoral caudal para a musculatura extrínseca (Figura 7). Os nervos frênicos direito e esquerdo, ainda que tenham sua origem mais cranial e não participem do plexo braquial, receberam contribuições de C5 e C6 nos dez espécimes e, em ambos os antímeros. O tronco simpático também foi observado nas dissecções, seguindo paralelamente a artéria carótida externa, em todos os animais do presente estudo (Figura 8).

Quando considerado o conjunto dos dezessete nervos dissecados nos 20 plexos ($n = 340$), constatou-se que os ramos ventrais de C7 foram os que mais contribuíram na formação dos nervos (27,37%), seguido por C6 (27,08%), por C8 (19,16%), por T1 (13,43%), por C5 (5,76%), por T2 (6,05%), e finalmente por C4 (1,15%).

O somatório do número de contribuições de ramos ventrais para a formação dos nervos nos vinte plexos analisados foi semelhante entre os antímeros: 344 no direito e 350 no esquerdo. Ao todo, 694 ramos ventrais formaram 340 nervos e cada nervo foi formado, em média, pela combinação de dois ramos (2,04 ramos/nervo). Quando comparado o número de contribuições entre os antímeros, notou-se uma ligeira diferença, no qual, C4, C7, C8 e T1 no antímero esquerdo obtiveram maior contribuição em relação ao antímero direito (Figura 9).

Uma simetria exata entre os antímeros na origem dos nervos ocorreu em dois espécimes (20%). Nada obstante, as diferenças encontradas na distribuição antimérica de um mesmo animal foram restritas. Em um único espécime (10%) ocorreu uma assimetria em relação à origem, com a participação da quarta cervical (C4) no antímero esquerdo (Figura 10).

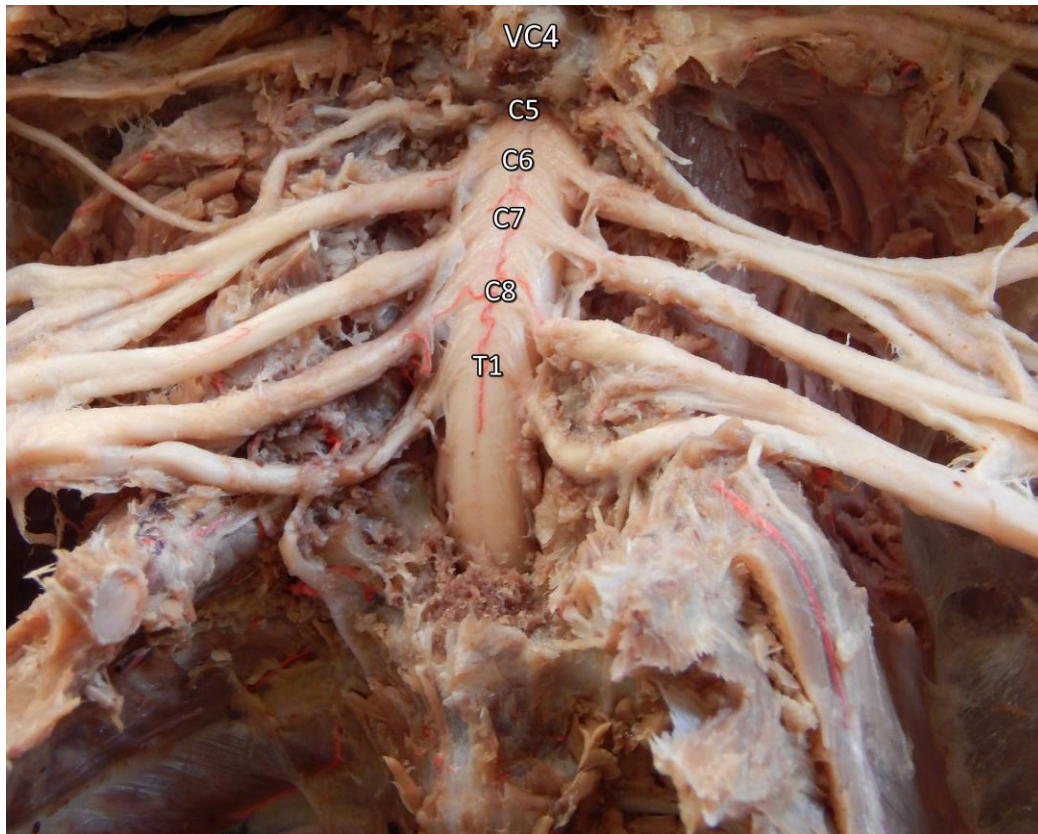


Figura 6 – Fotomicrografia da vista ventral do macaco rhesus apresentando a origem dos ramos ventrais a partir da medula espinhal. VC4 – quarta vértebra cervical, C5 – quinta raiz espinhal cervical, C6 – sexta raiz espinhal cervical, C7 – sétima raiz espinhal cervical, C8 – oitava raiz espinhal cervical, T1 – primeira raiz espinhal torácica.

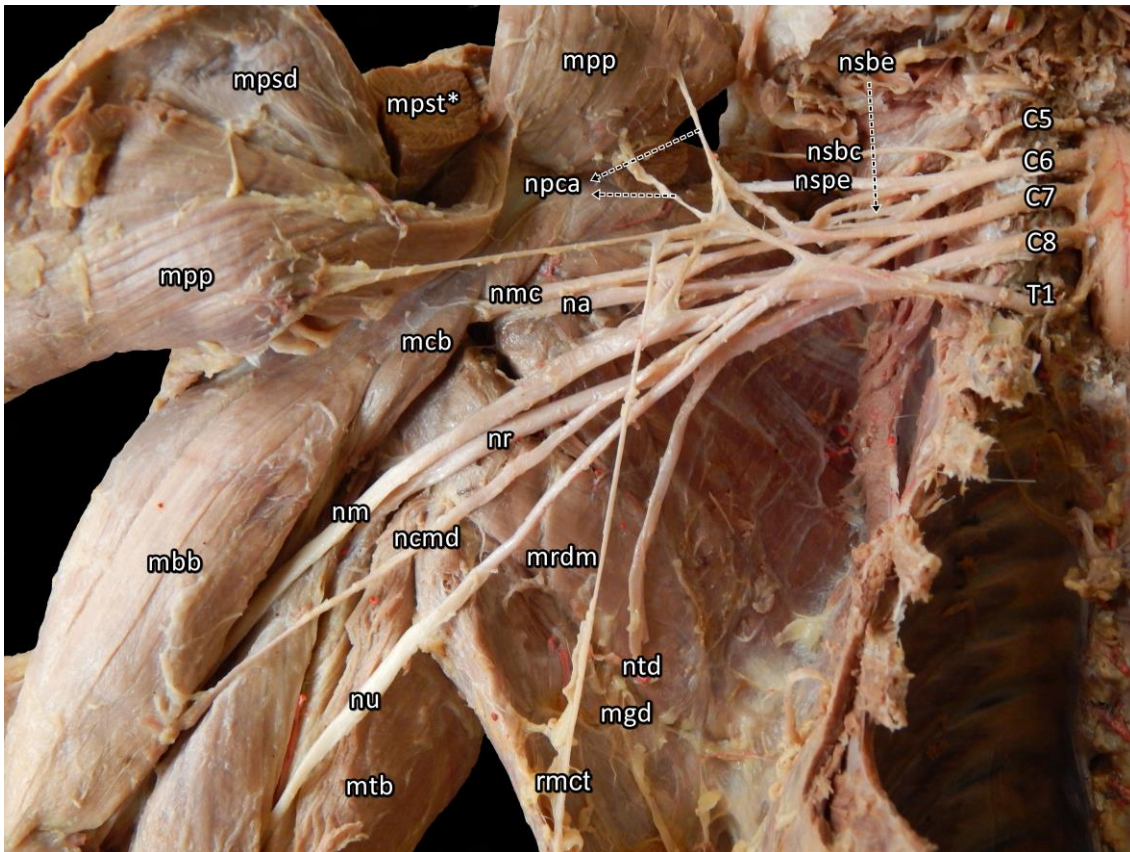


Figura 7 – Fotomacrografia da vista ventral do plexo braquial (antímerno direito) de macaco rhesus, apresentando as origens, os nervos resultantes e parte da musculatura inervada. C5 – quinta raiz espinal cervical, C6 – sexta raiz espinal cervical, C7 – sétima raiz espinal cervical, C8 – oitava raiz espinal cervical, T1 – primeira raiz espinal torácica: **nsbc** – nervo subclávio, **nspe** – nervo supraescapular, **nsbe** – nervo subescapular, **npca** – nervo peitoral caudal, **nmc** – nervo musculocutâneo, **na** – nervo axilar, **nm** – nervo mediano, **nr** – nervo radial, **ncmb** – nervo cutâneo medial do braço, **nu** – nervo ulnar, **ntd** – nervo toracodorsal, **mgd** – músculo grande dorsal, **mrdm** – músculo redondo maior, **mtb** – músculo tríceps braquial, **mbb** – músculo bíceps braquial, **mcb** – músculo coracobraquial, **mpp** – músculo peitoral profundo, **mpsd** – músculo peitoral superficial porção descendente, **mpst** – músculo peitoral superficial porção transversa, seccionado, **rmct** – ramo para o músculo cutâneo do tronco.

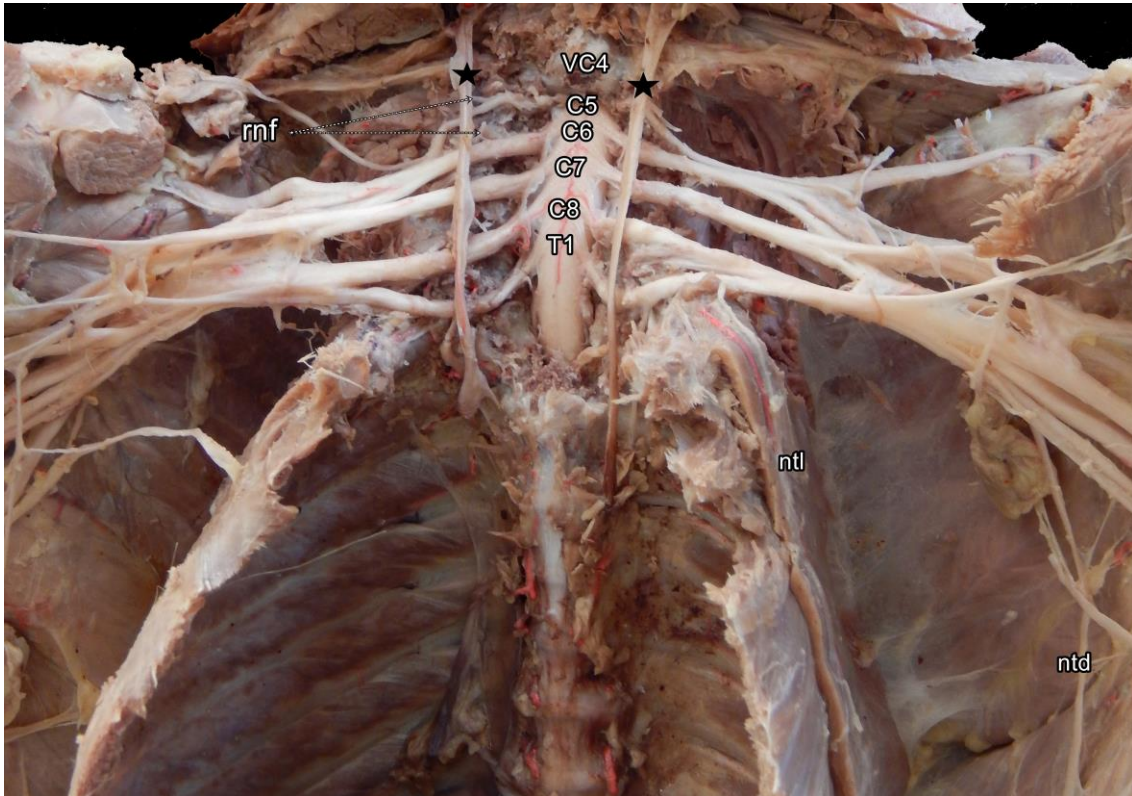


Figura 8 – Fotomacrografia da vista ventral da região cervico-torácica. ★– tronco simpático, **rnf** – ramos para o nervo frênico (ramos contribuintes dos ramos espinhais ventrais C5 e C6), **ntl** – nervo torácico longo, **ntd** – nervo toracodorsal.

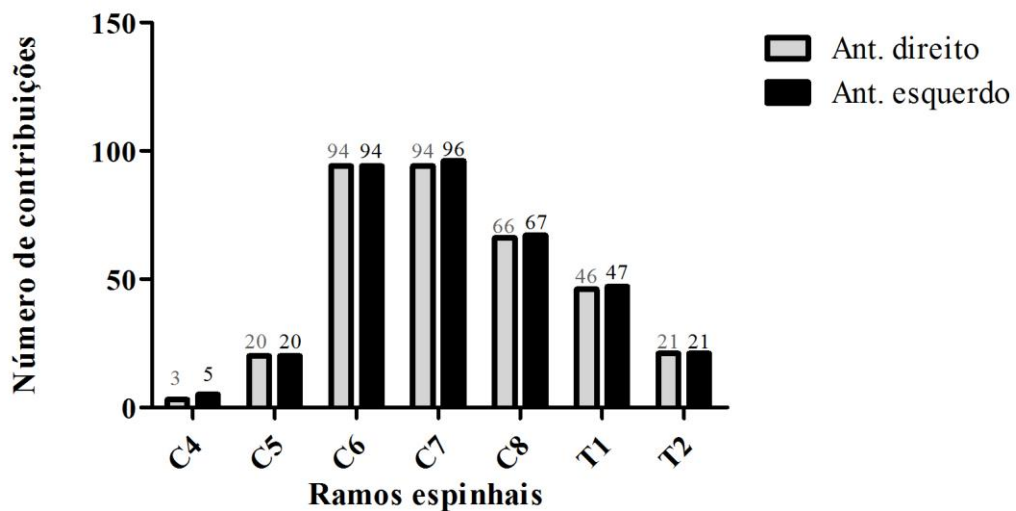


Figura 9 – Comparação do número de contribuições dos ramos espinhais ventrais entre os antímeros do plexo braquial de *Macaca mulatta*

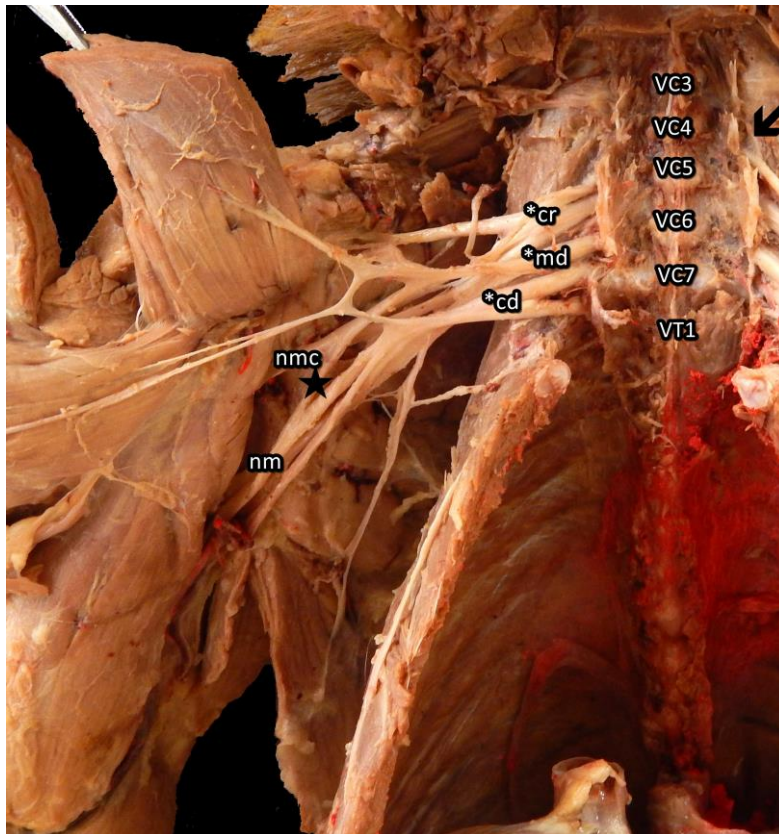


Figura 10 – Fotomicrografia da vista ventral do plexo direito do macaco rhesus mostrando assimetria em relação à origem no antímero esquerdo. VC3 – terceira vértebra cervical, VC4 – quarta vértebra cervical, VC5 – quinta vértebra cervical, VC6 – sexta vértebra cervical, VC7 – sétima vértebra cervical, VT1 – primeira vértebra torácica. **Seta** – contribuição da quarta raiz espinal cervical (antímero esquerdo), *cr – tronco cranial, *md – tronco médio, *cd – tronco caudal, **nmc** – nervo musculocutâneo, **nm** – nervo mediano, ★ - alça axilar.

5.2 Troncos nervosos

Em todos os animais analisados neste estudo, os ramos ventrais formaram três troncos nervosos (Figura 11): tronco cranial, tronco médio e tronco caudal. O tronco cranial foi oriundo da união das raízes de C5 e C6 com exceção de cinco plexos que tiveram a participação de C4, observamos a formação dos nervos subclávio, supraescapular e subescapular, além disso, contribuiu para a formação dos nervos axilar, musculocutâneo, mediano, torácico longo e peitoral cranial (Tabelas 1 e 2).

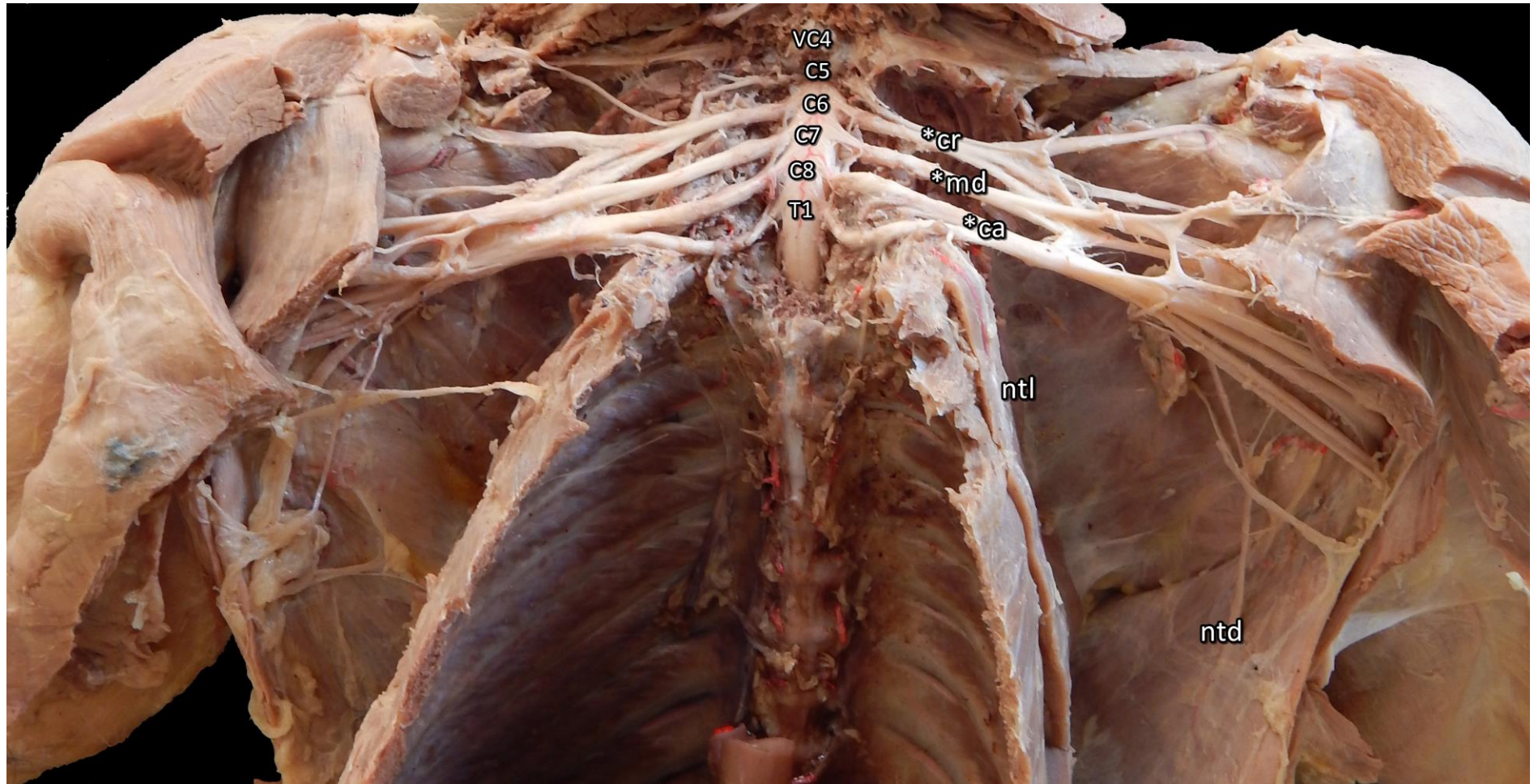


Figura 11 - Fotomacrografia da vista ventral do macaco rhesus mostrando a distribuição antimérica dos nervos. VC4 – quarta vértebra cervical, C5 – quinta raiz espinhal cervical, C6 – sexta raiz espinhal cervical, C7 – sétima raiz espinhal cervical, C8 – oitava raiz espinhal cervical, T1 – primeira raiz espinhal torácica, *cr – tronco cranial, *md – tronco médio, *ca – tronco caudal, **ntl** – n. torácico longo, **ntd** – n. toracodorsal.

Tabela 1. Origem, frequência absoluta e percentual simples dos nervos do plexo braquial que suprem os músculos intrínsecos do membro torácico de *Macaca mulata*.

NERVOS	Ramos			
	Ant. direito (n=10)	Frequência	Ant. esquerdo (n=10)	Frequência
Supraescapular	C4, C5, C6	1 – 10	C4, C5, C6	2 – 20
	C5, C6	7 – 70	C5, C6	6 – 60
	C6	2 – 20	C6	2 – 20
Subescapular 1°	C6	10 – 100	C6	10 – 100
Subescapular 2°	C6	10 – 100	C6	10 – 100
Subescapular 3°	C6	2 – 20	C6	2 – 20
	C6, C7	8 – 80	C6, C7	8 – 80
Subescapular 4°	C6, C7	9 – 90	C6, C7	10 – 100
Axilar	C6, C7	10 – 100	C6, C7	10 – 100
Musculocutâneo	C5, C6, C7	2 – 20	C5, C6, C7	2 – 20
	C6, C7	8 – 80	C6, C7	8 – 80
Mediano	C6, C7, C8, T1	6 – 60	C6, C7, C8, T1	6 – 60
	C6, C7, C8, T1, T2	4 – 40	C6, C7, C8, T1, T2	4 – 40
Radial	C7, C8	10 – 100	C7, C8	10 – 100
Ulnar	C8, T1	6 – 60	C8, T1	6 – 60
	C8, T1, T2	4 – 40	C8, T1, T2	4 – 40

Tabela 2. Origem, frequência absoluta e percentual simples dos nervos do plexo braquial que suprem os músculos extrínsecos do membro torácico de *Macaca mulatta*

NERVOS	Ramos			
	Ant. direito (n= 10)	Frequência	Ant. esquerdo (n=10)	Frequência
Subclávio	C4, C5	2 – 20	C4, C5	3 – 30
	C5	7 – 70	C5	6 – 60
	C5, C6	1 – 10	C5, C6	1 – 10
Tóracodorsal	C7, C8	9 – 90	C7, C8	8 – 80
	C8, T1, T2	1 – 10	C8, T1	1 – 10
			C8, T1, T2	1 – 10
Torácico longo	C6, C7	7 – 70	C6, C7	6 – 60
	C6, C7, C8	1 – 10	C6, C7, C8	1 – 10
	C7	2 – 20	C7	2 – 20
			C7, C8	1 – 10
Peitoral cranial	C6	2 – 20	C6	2 – 20
	C6, C7	4 – 40	C6, C7	4 – 40
	C7, C8, T1	1 – 10	C7, C8, T1	1 – 10
	C7, C8, T1, T2	3 – 30	C7, C8, T1, T2	3 – 30
Peitoral caudal*	C7, C8, T1	6 – 60	C7, C8, T1	6 – 60
	C7, C8, T1, T2	4 – 40	C7, C8, T1, T2	4 – 40

*Em três espécimes partiu um ramo para o músculo cutâneo do tronco, em ambos os antímeros.

A origem do tronco médio foi dada pela efetiva participação de C7, todavia, para seus nervos resultantes observamos as contribuições de C6 e C8. Neste tronco, pudemos observar a formação dos nervos axilar, musculocutâneo, terceiros e quartos subescapulares, mediano, torácico longo com contribuições de C6. Além disso, houve a formação dos nervos radial, mediano, toracodorsal com contribuições de C8 e, parte do peitoral cranial e caudal emergindo diretamente deste tronco.

Por último, o tronco caudal foi formado predominantemente por C8 e T1, muito embora, em 8 plexos (40%) da amostra, encontramos a participação de T2, no qual, enviou um pequeno ramo para o ramo de T1. Deste, partiram os nervos ulnar, cutâneo medial do braço, parte do peitoral cranial e do peitoral caudal e em apenas um espécime foram encontrados o nervo toracodorsal partindo deste tronco. Ademais, foi encontrado

em um único espécime o nervo cutâneo medial do antebraço (Tabela 3) partindo deste tronco. Como já mencionado previamente o ramo de C8 que se uniu a T1 constituindo este tronco, contribuiu para a formação dos nervos radial, mediano, torácico longo, toracodorsal, peitoral cranial e caudal.

Tabela 3. Origem, frequência absoluta e percentual simples dos nervos do plexo braquial que suprem os músculos cutâneos em *Macaca mulatta*.

NERVOS	Ramos			
	Ant. direito (n= 10)	Frequência	Ant. esquerdo (n=10)	Frequência
Cutâneo medial do braço	C8, T1	6 – 60	C8, T1	6 – 60
	C8, T1, T2	4 – 40	C8, T1, T2	4 – 40
Cutâneo medial do antebraço	C8, T1, T2	1-10	C8, T1, T2	1-10
Cutâneo do tronco	C8, T1	3 – 30	C8, T1	3 - 30

5.3 Nervos resultantes (Figura 12)

Nervo supraescapular: foi derivado dos ramos ventrais de C5 e C6 em 13 (65%) dos plexos, em 4 (20%) foi derivado de C6 e apenas 3 (15%) foi derivado de C4, C5, C6. No seu trajeto penetrou medialmente na região entre os músculos subescapular e supraespinhoso oferecendo um ramo ao m. infraespinhoso.

Nervo subescapular: Os nervos subescapulares no presente estudo variaram em número de três a quatro sendo que o primeiro e segundo nn. subescapulares em 100% dos plexos foram originados de C6. O terceiro subescapular em 4 (20%) dos plexos originou-se de C6, contudo, nos outros 16 (80%) plexos analisados, este, originou-se de C6 e C7. Todos estes, apresentaram-se com um único trajeto até a face medial do m. subescapular para supri-lo. Entretanto, o quarto subescapular que foi observado em 19 (95%) dos plexos deste estudo, inseriu-se na face medial do subescapular e emitiu um ramo para o m. redondo maior.

Nervo axilar: em 20 (100%) dos plexos formou-se a partir de C6 e C7. Em seu trajeto inervou os mm. redondo maior, redondo menor e deltoide.

Nervo musculocutâneo: originou-se de C5, C6 e C7 em 4 (20%), de C6 e C7 em 16 (80%). Em seu trajeto, emitiu ramos para os mm. coracobraquial, bíceps braquial e braquial. Nos plexos estudados emitiu uma alça axilar (ansa axilaris) para o nervo mediano.

Nervo mediano: formou-se a partir de C6 a T1 em (60%) dos plexos e de C6 a T2 em (40%). Em todos os espécimes, recebeu um ramo (alça axilar) do nervo musculocutâneo. Esteve voltado cranialmente em relação ao tronco caudal em todos os espécimes analisados. Na sua trajetória inervou os mm. pronador redondo e flexores do carpo em ambos os antímeros.

Nervo radial: em 20 (100%) antímeros originou-se da união das raízes de C7 e C8. Localizou-se dorso-caudalmente ao nervo mediano e acompanhou-o até o terço médio da face medial do braço, no qual, emitiu ramos para o m. tensor da fáscia do antebraço e também para o m. tríceps braquial suprindo-o. Em seguida contornou caudalmente a diáfise umeral e surgiu na face lateral do membro após ter inervado o m. âncone e as cabeças acessória e lateral do tríceps braquial.

Nervo ulnar: derivou de C8 e T1 em 20 (100%) dos plexos observados, após emergir exclusivamente do tronco caudal transitou sobre o epicôndilo medial do úmero suprindo os mm. flexores do carpo.

Nervo subclávio: foi originado em C5 em 13 plexos (65%), em 5 plexos (25%) foi oriundo de C4 e C5 e apenas em um espécime (10%) este nervo partiu de C5 e C6. Em todos os animais, este, inervou o m. subclávio.

Nervo torácico longo: foi resultado da combinação das raízes de C6 e C7 em 13 antímeros (65%), em 2 (10%) foi constituído das raízes C6, C7 e C8, 4 (20%) tiveram sua origem exclusivamente em C7 e apenas um espécime, em seu antímero esquerdo (5%), foi oriundo das raízes de C7 e C8. Apresentou-se horizontalmente na face lateral da porção ventral do m. serrátil ventral.

Nervo toracodorsal: teve suas fibras derivadas de C7 e C8 em 17 análises do plexo (85%), em 2 (10%) foi originado de C8, T1 e T2 e, apenas no antímero esquerdo de um espécime (5%), foi originado de C8 e T1. Inseriu-se no músculo grande dorsal, suprindo-o.

Nervo peitoral cranial: foi oriundo de C6 em 4 (20%) análises, C6 e C7 contribuíram em 8 (40%), por 2 vezes (10%) observamos a contribuição de C7, C8 e T1 e, em outras 6 observações (30%) tivemos a participação de C7, C8, T1 e T2. Seus ramos inseriram-se no peitoral superficial porção transversa e porção descendente.

Nervo peitoral caudal: teve suas fibras originadas em sua maioria (12 – 60%) em C7, C8 e T1. Em C7, C8, T1 e T2, este nervo foi observado em 8 (40%) antímeros. Direcionou-se para o m. peitoral profundo. Em 3 espécimes (30%) foi observado um ramo para o m. cutâneo do tronco e para pele, originando-se do n. peitoral caudal.

Nervo cutâneo medial do braço: em 12 (60%) das análises, foi oriundo das raízes de C8 e T1, porém, quando o plexo teve contribuição de T2, este nervo teve sua formação constituída das raízes de C8, T1 e T2 em 8 (40%). Seguiu paralelamente ao nervo ulnar até o terço médio do braço, inervando a pele da face medial deste.

Nervo cutâneo medial do antebraço: em apenas um espécime (ambos os antímeros) (10%) este nervo foi observado, partindo distal em relação ao n. cutâneo medial do braço. Seguiu paralelo ao n. ulnar e cutâneo medial do braço até o terço proximal do antebraço, inervando a pele da face medial deste.

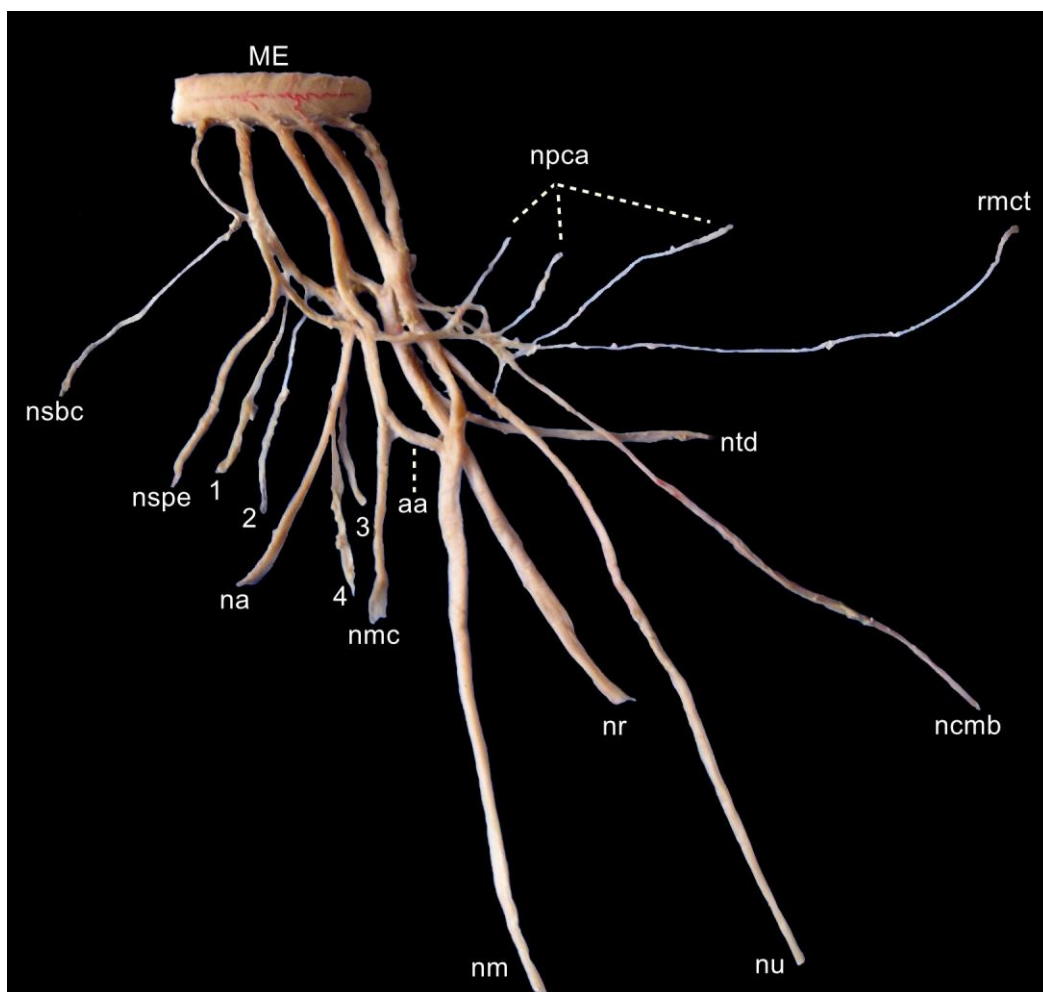


Figura 12 – Fotomacrografia dos nervos do plexo braquial direito do macaco rhesus fora do animal. **ME** – medula espinhal, **nsbc** – nervo subclávio, **nspe** – nervo supraescapular, **1, 2, 3, 4** – nervos subescapulares, **na** – nervo axilar, **nmc** – nervo

musculocutâneo, **aa** – alça axilar, **nm** – nervo mediano, **nr** – nervo radial, **nu** – nervo ulnar, **ncmb** – nervo cutâneo medial do braço, **ntd** – nervo toracodorsal, **npca** – nervo peitoral caudal, **rmct** – ramo para o músculo cutâneo do tronco.

6. DISCUSSÃO

Os animais utilizados no presente estudo submetidos ao exame de raios-x simples apresentaram sete vértebras cervicais, assim como, Getty (1986) cita para os mamíferos domésticos, sendo o número de ramos espinhais cervicais iguais a oito. Dessa maneira, o primeiro ramo espinhal cervical emerge cranialmente à vértebra respectiva e o último, oitavo ramo cervical, caudalmente a sétima vértebra cervical. Todavia, alguns mamíferos silvestres apresentam variação no número de vértebras cervicais, podendo ser citados o peixe-boi (*Trichechus sp.*), preguiça de dois dedos (*Choloepus sp.*) e preguiça de três dedos (*Bradypus*).

Em preguiça de dois dedos, pode haver variações entre cinco ou seis vértebras (*Choloepus hofmanni*) e seis ou sete vértebras (*Choloepus didactylus*). Em preguiça de três-dedos (*Bradypus sp.*), esta variação ocorre entre oito ou nove vértebras cervicais (HAUTIER et al., 2010; VARELA-LASHERAS et al., 2011).

6.1 Origem do plexo braquial

No total de 20 plexos dissecados em *Macaca mulatta*, em 11, sua formação derivou das conexões entre os ramos ventrais dos 4 últimos nervos espinhais cervicais (C5, C6, C7, C8) e o primeiro torácico (T1). Este resultado assemelha-se com os encontrados em outros primatas como o gálago (*Galago senegalensis*) (KANAGASUNTHERAM; MAHRAN, 1960), macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*) (MIZUNO 1969a), babuínos (*Papio ursinus*) (BOOTH et al., 1997), macaco barrigudo (*Lagothrix lagothricha*) (CRUZ; ADAMI, 2010), no próprio macaco rhesus (LU et al., 2013) e no homem (SPENCE, 1991).

Recentemente em estudos realizados em macaco de cheiro (*Saimiri sciureus*) (ARAÚJO et al., 2012) descreveram que os ramos ventrais espinhais que contribuíram para a formação do plexo foram derivados de C4, C5, C6, C7, C8, T1 o que difere do observado por (MIZUNO, 1969a) em estudo com a mesma espécie, no qual, observou a contribuição de C5 a T1.

Na presente investigação, em 5 plexos foi observada a configuração de C4 a T2, corroborando em parte com os resultados encontrados por Ribeiro et al. (2005) para o gênero *Cebus*. Além disso, observou-se a configuração de C5 a T2 e C6 a T2.

Em relação à participação de C4 na constituição do plexo braquial, esta ocorrência foi descrita no Homem (HERRINGHAM, 1886; KERR, 1918), e em primatas não humanos, como gorila, chimpanzé e orangotango (HEPBURN, 1891), macaco barrigudo (ROBERTSON, 1944), macaco prego (RIBEIRO, 2005) e macaco de cheiro (ARAÚJO, 2012). Tal participação caracteriza o plexo como pré-fixado, como observado em macacos do novo mundo (SUGIYAMA, 1965, HILL, 1972). Essa variação se dá durante o processo evolutivo, no qual o plexo braquial desloca-se cranialmente, atingindo C4 nos símios e C3 em humanos (PARADA et al., 1989).

Carpenter (1978) e Moura et al. (2007) sugerem que as mudanças na origem do plexo se devem a variações na posição de inserção dos membros em relação ao neuro-eixo. Essa informação parece ser mais razoável, já que a origem em ramos mais craniais não é característica exclusiva de espécies mais recentes, pois, a presença de C4 na formação do plexo braquial foi descrita em monotremados (KOIZUMI; SAKAI, 1997), bicho preguiça (AMORIM JÚNIOR et al., 2003), capivaras (FIORETTO et al., 2003) e catetos (MOURA et al., 2007).

A constituição do plexo a partir de C6 foi encontrada em um único espécime, diante disso, acreditamos que tal configuração se reflete a mais uma variação da anatomia do plexo, pois tal descrição não é comum em primatas. Todavia, Souza-Junior et al. (2014) observaram em *Cerdocyon thous* que o plexo teve início em C6 em todos os cadáveres analisados. Allam et al. (1952) observaram que esta também foi a formação mais frequente do plexo braquial em cães domésticos correspondendo a 58,62% de 58 plexos dissecados.

Allam et al. (1952), discutem ainda que esta configuração de formação do plexo braquial, praticamente restrita a quatro ramos ventrais espinhais (C6 a T1), estaria associada à uma certa limitação de movimentos acompanhada pela ausência de clavículas e por mudanças adaptativas concomitantes nos músculos da região do ombro. Entretanto na presente pesquisa, o espécime no qual a origem de seu plexo teve início em C6, teve contribuição de T2, sendo constituído de cinco ramos ventrais espinhais.

A participação de T2 na formação do plexo braquial observada nesta pesquisa, assemelha-se aos resultados obtidos em *Saimiri* (MIZUNO, 1969a) e *Cebus* (RIBEIRO et al., 2005).

Kerr (1918) observou a participação de T2 em 37 dos 175 plexos dissecados em humano, diferentemente do observado por Cunningham (1877) *apud* Kerr (1918) que encontrou em 73% dos casos, acreditando que a participação de T2 na formação do plexo está influenciada pelo tamanho do nervo intercostobraquial. Entretanto, segundo Kerr (1918) não há relação entre T2 e o nervo intercostobraquial e sim, uma simples variação anatômica. No presente estudo, acreditamos que esse aspecto também caracteriza uma variação anatômica, já que não verificamos conexão entre eles. A presença de T2 na constituição do plexo o caracteriza como pós-fixado.

No que se refere à contribuição dos ramos espinhais para a formação do plexo, observamos neste estudo que C6 e C7 foram os ramos que mais contribuíram para a formação dos nervos resultantes para a musculatura intrínseca e extrínseca. Souza-Junior et al. (2014) observaram em *C. Thous* que as raízes que mais contribuíram para a formação dos nervos foram provenientes de C7, C8, possivelmente, esta diferença deve-se ao fato de que as origens do plexo descritas em carnívoros, bem como, a posição dos membros torácicos em relação ao neuroeixo, estão ligeiramente voltadas caudalmente quando comparadas aos descritos em primatas e outros mamíferos.

Uma assimetria em relação a origem do plexo foi observada em um espécime, no qual, no antímero esquerdo a origem foi a partir de C4 e no antímero direito a partir de C5.

Quando consideramos os nervos resultantes, observamos variações mais frequentes entre os antímeros de um mesmo animal, semelhante ao observado na capivara por Fioretto et al. (2003) e por Souza-Júnior et al. (2014) em cachorro-domato.

De acordo com Jonhson et al. (2010), as variações na arquitetura neural do plexo braquial são mais regra do que exceção. Uysal et al. (2003) em estudo com 200 plexos de fetos humanos observaram que apenas 46,5% detinham uma organização considerada típica, enquanto 53,5% demonstraram uma variação significativa em relação ao padrão mais esperado.

6.2 Troncos nervosos

Em todos os animais analisados neste estudo, os ramos espinhais ventrais formaram três troncos nervosos: tronco cranial, tronco médio e tronco caudal, sendo que

os ramos de C5 e C6 se uniram para a formação do tronco cranial, C7 para o tronco médio e C8 e T1 se uniram formando o tronco caudal.

Da mesma forma, em gálago (*Galago senegalensis*) (KANAGASUNTHERAM; MAHRAN, 1960), guenon (*Cercopithecus*) (HILL, 1966), gorila (*Gorilla sp.*), orangotango (*Pongo sp.*) (KOIZUMI; SAKAI, 1995), babuíno (*Papio ursinus*) (BOOTH et al., 1997), macaco gibão (*Hylobates sp.*) (OLIVEIRA et al., 2003), macaco prego (*Cebus apella*) (RIBEIRO et al., 2005), macaco barrigudo (*Lagothrix lagotricha*) (CRUZ; ADAMI, 2010), e até mesmo no humano (NARAHASHI et al., 2005), o plexo braquial é constituído por apenas três troncos: cranial formado por C5 e C6 (ocasionalmente com participação de C4), médio (C7) e caudal formado por C8 e T1 (ocasionalmente com participação de T2).

Entretanto, Araújo et al. (2012) relataram em estudo feito com 4 espécimes de *S. sciureus*, sendo dois machos e duas fêmeas, que os ramos ventrais espinhais formaram quatro troncos, o primeiro (cranial) formado pelos nervos espinhais de C4, o segundo (médio-cranial) por C5 e C6, o terceiro (médio-caudal) por C7 e C8, e o quarto (caudal) originado em T1. Tal estudo difere dos resultados obtidos por Mizuno (1969a), pois nesta mesma espécie, o autor descreveu a formação de três troncos a partir da união dos ramos ventrais espinhais de C5 a T1.

Em nosso estudo observamos que do tronco cranial partiram os nervos subclávio, supraescapular e subescapular, contribuindo também para a formação dos nervos axilar, musculocutâneo, mediano, torácico longo e peitoral cranial. De modo geral, este comportamento também foi descrito em Gálago (KANAGASUNTHERAM; MAHRAN, 1960), Chimpanzé (*Pan sp.*) (CHAMPNEYS, 1975), babuínos (*Papio ursinus*) (BOOTH et al., 1997), e em macaco barrigudo (*Lagothrix sp.*) (CRUZ; ADAMI, 2010) e parcialmente semelhante ao descrito por Ribeiro et al. (2002) em *C. apella* e se consideramos os dois troncos mais craniais por Araújo et al. (2012) em *S. sciureus*.

O tronco médio foi composto efetivamente de C7, fato também observado em guenon (*Cercopithecus*) (HILL, 1966), macaca (*Macacus cyclopsis*) (SUGIYAMA, 1965); macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*) (MIZUNO, 1969a), orangotango (*Pongo sp.*) e gorila (*Gorilla sp.*) (KOIZUMI; SAKAI, 1995). Porém, em relação aos nervos resultantes do tronco médio observamos as contribuições de C6 e C8. A partir de C7 verificamos a formação dos nervos axilar, musculocutâneo, terceiros e quartos subescapulares, mediano, torácico longo com contribuições de C6. Além disso, houve a

formação dos nervos radial, mediano, toracodorsal com contribuições de C8 e, parte do peitoral cranial e caudal emergindo diretamente deste tronco.

O tronco caudal foi formado predominantemente por C8 e T1, embora, em 8 plexos da amostra, encontramos a participação de T2, no qual, enviou um pequeno ramo que se uniu a raiz espinhal ventral de T1, semelhante ao encontrado em macaca (*Macacus cyclopsis*) (SUGIYAMA, 1965), macaco prego (*Cebus apella*) (RIBEIRO, 2005),

Do tronco caudal partiram os nervos ulnar, cutâneo medial do braço, parte do peitoral cranial e do peitoral caudal e em apenas um espécime foi encontrado o nervo toracodorsal partindo deste tronco. Também foi observado o nervo cutâneo medial do antebraço partindo deste tronco em um único espécime.

A formação do nervo ulnar a partir deste tronco corrobora com os resultados descritos para babuínos (BOOTH et al. 1997), macaca (SUGIYAMA, 1965), macaco prego (RIBEIRO et al. 2005), macaco barrigudo (CRUZ; ADAMI, 2010), macaco-de-cheiro (ARAÚJO et al. 2012).

Na presente investigação também partindo do tronco caudal, observamos o nervo cutâneo medial do braço, entretanto, nos trabalhos supracitados os autores relatam a formação do nervo cutâneo medial do antebraço, que neste estudo foi observado em apenas um espécime.

6.3 Nervos resultantes

O nervo supraescapular foi derivado em sua maioria dos ramos ventrais de C5 e C6 em 65% dos plexos, em 20% foi derivado de C6 e apenas 15% foi derivado de C4, C5, C6. A participação de C5 e C6 na formação deste nervo, é descrita em chimpanzé (*Pan sp.*) e orangotango (*Pongo sp.*) (HEPBURN, 1891), gálgalo (*Galago senegalensis*) (KANAGASUNTHERAM; MAHRAN, 1960), babuíno (*Papio ursinus*) (BOOTH et al., 1997), *Lagothrix lagotricha* (CRUZ; ADAMI, 2010) e *S. sciureus* (ARAÚJO et al., 2012). Em 20% foi derivado de C6, estando de acordo em parte com a descrição de Hill (1972), que relatou somente a contribuição de C6 em Macaca.

Em 15 % da amostra o nervo supraescapular se originou de C4, C5 e C6, em estudo com *C. apella*, Ribero et al. (2005) observaram em 7,98% de sua amostra, no antímero esquerdo, a participação de C4 na formação deste nervo.

Não foram observadas variações no trajeto e na inervação dos músculos supra e infraespinhosos semelhante à observação em *P. ursinus* (BOOTH et al., 1997), *S.*

sciureus (ARAÚJO et al., 2012). Entretanto em *Lagothrix* (CRUZ; ADAMI, 2010) foi observado que o nervo supraescapular forneceu ramos para o músculo deltóide.

Os nervos subescapulares variaram em número de três a quatro sendo que o primeiro e segundo nn. subescapulares em 100% dos plexos foram originados de C6. O terceiro subescapular em 20% dos plexos originou-se de C6, contudo, nos outros 80% plexos analisados, originou-se de C6 e C7. O quarto subescapular foi originado em C6 e C7, em apenas um antímero dissecado este nervo não foi encontrado. Em gorila, chimpanzé e orangotango (HEPBURN, 1891) o número variou de 3 a 5.

Riberio et al. (2005) constataram que em *C. apella* este número variou de 1 a 3. Muito embora, Cruz; Adami (2010) não mencionaram a frequência ou o número de nn. subescapulares em *Lagothrix lagotricha*, reforçam a semelhança no território de inervação.

Em nossas observações os nn. subescapulares inervaram os mm. subescapular e redondo maior, semelhante ao observado no *C. apella* (RIBEIRO et al., 2005) e no *Lagothrix* (CRUZ; ADAMI, 2010). Entretanto, nas observações feitas por Araújo et al. (2012) em *S. sciureus* os nn. subescapulares não inervaram o músculo redondo maior.

O nervo axilar em 100% dos plexos formou-se a partir das raízes ventrais de C6 e C7. Ribeiro et al. (2005) observaram no *Cebus apella* que o nervo axilar foi derivado de C6 e C7 em 60% no antímero direito e 20% no antímero esquerdo, no entanto, estes autores também observaram a formação do nervo axilar a partir de C5, C6 e C7.

Hepburn (1891) descreveu que chimpanzé, gorila e orangotango possuem a mesma formação observada em humanos, ou seja, com a participação de C5, C6 e C7. Robertson (1944) descreveu para *Lagothrix sp.* uma origem ainda mais ampla envolvendo C5 até C8.

No homem o n. axilar se originou das raízes ventrais de C5, C6 e C7 (KERR, 1918) e na maioria dos primatas não humanos: *Cebus* (HILL, 1960), *Cebus*, *Ateles* e *Macaca* em El-Assy (1966); Champneys (1975) em chimpanzé e Anubis; Booth (1991) em Vervet e Booth et al. (1997) em *Papio ursinus*. Em seu trajeto o nervo axilar inervou os mm. redondo maior, redondo menor e deltoide. Tais resultados também foram descritos em macaco barrigudo (CRUZ; ADAMI, 2010) e macaco-de-cheiro (ARAÚJO et al., 2012).

Em nossas análises, verificamos que o nervo musculocutâneo originou-se de C5, C6 e C7 em 20%, de C6 e C7 em 80%. El-Assy (1966) em macaca afirmou que é

possível a participação de C4 na formação do n. musculocutâneo, enquanto Kerr (1918) no homem descreve-o originando-se de C5, C6, C7.

Em primatas não humanos Sherrington (1898) *apud* Hill (1957), Hill (1960) para *Saimiri*, El-Assy (1966) para o *Lemur* e *Ateles*, Booth (1991) para macaco vervet (*Chlorocebus sp.*) e Booth et al. (1997) para *Papio ursinus* são unânimes ao citarem C5, C6, C7 como os ramos que constituem este nervo. Porém, Ribeiro et al. (2005) em estudo com *Cebus*, reconheceram que este nervo pode ser composto por dois ou três ramos, sendo estes, os mesmos encontrados em nossas dissecções. Em seu trajeto, emitiu ramos para os mm. coracobraquial, bíceps braquial e braquial. Este padrão de inervação foi semelhante ao relatado por Cruz e Adami (2010) em *Lagothrix lagotricha*; entretanto para Araújo et al. (2012) em estudo com *Saimiri*, este nervo não supriu o m. braquial. Nos plexos estudados foram observados a alça axilar para o nervo mediano, estrutura que é comumente observada em diversas espécies de mamíferos (BOOTH et al., 1997; RIBEIRO et al., 2005; CRUZ; ADAMI, 2010).

O nervo mediano formou-se a partir das raízes ventrais de C6 a T1 em 60% dos plexos e de C6 a T2 em 40%. Vários autores concordam que este nervo possui ampla contribuição dos diferentes ramos espinhais como verificado em nossas análises.

No Homem, Kerr (1918) identificou as raízes C6 a T1, enquanto Warwick e Williams (1995) consideram de C5 a T2. Em primatas não humanos, Hill (1957), em *Hapalidae* encontrou de C6 a T1; Hill (1960), em *Cebus*, C6 a T1, Booth (1991) observou em macaco Vervet C8 a T1. Por outro lado, em animais não primatas, Getty (1986) descreve para o cão, equino e ruminante uma origem em C8, T1 e T2. Recentemente, Souza-Júnior et al. (2014) o nervo mediano em *C. thous* foi originado a partir de C8 e T1 em 70% e em 30% foi originado de C7, C8 e T1.

Sendo assim, por meio de nossos resultados para o n. mediano, podemos constatar uma origem deslocada cranialmente em relação aos demais mamíferos não primatas. Para Carvalho-Barros (2002) a migração cranial de origem de nervos e limites de plexos pode ser uma marca da evolução.

Em todos os espécimes, o nervo mediano recebeu um ramo (alça axilar) do nervo musculocutâneo condizente com o observado por Booth et al. (1997) em *P. ursinus* e por Cruz e Adami (2010) em *Lagothrix lagotricha*. No seu trajeto inervou os mm. pronador redondo e flexores do carpo em ambos os antímeros. Este achado se assemelha ao de Araújo et al. (2012) em *S. sciureus*, entretanto, os autores não mencionaram a inervação do m pronador redondo. No entanto para Cruz e Adami

(2010) este nervo supriu o músculo braquial e partes do bíceps e tríceps braquial. Na presente investigação esses músculos não foram inervados pelo nervo mediano.

O nervo radial em todos os plexos originou-se da união das raízes ventrais de C7 e C8. De acordo com Ribeiro et al. (2005) no *Cebus* o nervo radial se originou das raízes ventrais de C6 a C8 apresentando variadas combinações nos antímeros sem apresentar um padrão.

A literatura apresenta uma grande diversidade de combinações, tanto para o homem como para outros animais. Assim, em seres humanos Herringham (1886) observou a combinação de ramos de C5, C6, C7 e C8, mas para Warwick e Willians (1995) apenas C5 e C6 participaram.

Em primatas não humanos, Hepburn (1891) em gorila, chimpanzé e orangotango e Hartman (1933) em rhesus, observaram a participação de C5, C6, C7 e C8. Em babuínos (*P. ursinus*) o nervo radial se formou pela confluência das raízes ventrais dos nervos C5, C6, C7, C8 e T1 (BOOTH et al., 1997).

Em seu trajeto localizou-se dorso-caudalmente ao nervo mediano e acompanhou-o até o terço médio da face medial do braço, no qual, emitiu ramos para o m. tensor da fáscia do antebraço e também para o m. tríceps braquial. Em seguida, contornou caudalmente a diáfise umeral e surgiu na face lateral do membro após ter inervado o m. âncone e as cabeças acessória e lateral do tríceps braquial.

Resultados semelhantes foram observados por Cruz e Adami (2010) em estudo com *Lagothrix lagotricha*, entretanto os autores não encontraram inervação para o músculo âncone. O território de inervação descrito na presente investigação também foi descrito por Araújo et al. (2012) em *Saimiri sciureus*.

A literatura registra um deslocamento caudal deste nervo para não primatas, onde normalmente constitui-se em sua maior parte do tronco caudal. Assim, Getty (1986) mostra C7, C8 e T1, em ruminantes e o predomínio de C8 com rara participação de C7 no equino. Em estudo com *Cerdocyon thous*, Souza-Júnior et al. (2014) descreve um predomínio de C7, C8 e T1, mas observou também em 20% a participação exclusiva de C8 e T1 na formação deste nervo.

Na presente pesquisa o nervo ulnar de *Macaca mulatta* derivou das raízes ventrais de C8 e T1 em 100% dos plexos observados, representando em todos os casos a continuação caudal do tronco caudal, cujo ramo cranial constitui uma raiz para o n. mediano. Estes resultados corroboram com os dados disponíveis na literatura, pois, Warwick e Willians (1995) no Homem e Brooks (1883) *apud* El-Assy (1966) em

Macaca, Robertson (1944) em *Lagothrix*, Hill (1960) no *Cebus*, El-Assy (1966) em *Lemur*, *Pan* e *Gorila*; Hill (1972) em *Ateles*, *Brachyteles* e *Lagothrix*, observaram que o n. ulnar tem sua origem das raízes de C8 e T1, podendo haver a participação de C7 e T2 e raramente de C6. De acordo com Araújo et al. (2012) este nervo pode ser originado de um único ramo espinhal ventral.

Após originar-se exclusivamente do tronco caudal transitou sobre a epífise distal do úmero suprindo os mm. flexores do carpo. O mesmo território de inervação foi verificado por Araújo et al. (2012) em *Saimiri sciures*

O nervo subclávio foi originado a partir das raízes ventrais de C5 em 13 plexos (65%), em 5 plexos (25%) foi oriundo de C4 e C5 e em apenas em um espécime (10%) este nervo teve origem nas raízes ventrais de C5 e C6. Em todos os animais inervou somente o m. subclávio. Estes achados se assemelham aos obtidos por Kerr (1918) em humanos ainda que com frequências diferentes. No Rhesus, Hartman (1932) verificou as mesmas origens, embora, não mencione a frequência. De acordo com Araújo et al. (2012) em estudo com *S. sciureus* o nervo subclávio se originou apenas dos ramos ventrais de C4.

O nervo torácico longo foi resultado da combinação das raízes ventrais de C6 e C7 em 65%, das raízes de C6, C7 e C8 em 10%, exclusivamente de C7 em 20% e em apenas um espécime, em seu antímero esquerdo (5%), foi oriundo das raízes de C7 e C8. Estes achados se assemelham em parte aos obtidos por Hill (1957) em *Hapalidae*, El-Assy (1966) em *Lemur (Lemur sp.)*, Hill (1966) na *Macaca (Macacus cyclopsis)*, no qual, apresentaram a maior frequência de origem a partir das raízes ventrais de C6 e C7.

De acordo com Champneys (1975) em Chimpanzés o nervo torácico longo se originou com contribuição das raízes de C5, C6 e C7 diferente do caracterizado por El-Assy (1966) que cita ser a partir de C5 a T1 em *Cebus* e C6 a T1 em *M. Cyclopsis*. Entretanto, Ribeiro et al. (2005) observaram também em *Cebus*, a formação do nervo a partir das ramos ventrais de C5 e C6 com pequena participação de C7.

Em macaco barrigudo (*Lagothrix sp.*) Cruz e Adami (2010) observaram apenas os ramos ventrais de C7 na formação do nervo, diferindo de outros primatas já estudados, embora essa formação representou 20% de nossa amostra.

O nervo torácico longo apresentou-se horizontalmente na face lateral da porção ventral do m. serrátil ventral, conforme descrito em outros primatas (HEPBURN, 1891; HILL, 1972; BOOTH et al., 1997; RIBEIRO et al, 2005; CRUZ; ADAMI, 2010).

O nervo toracodorsal teve suas fibras derivadas das raízes ventrais de C7 e C8 em 85%, de C8, T1 e T2 em 10% e apenas no antímero esquerdo de um espécime 5%, foi originado de C8 e T1.

De modo geral, o nervo toracodorsal apresentou uma origem mais caudal no plexo. Booth et al. (1997) descreveram para babuíno (*Papio ursinus*) que este nervo teve contribuições dos ramos ventrais de C5 a T1, diferente do observado por Ribeiro et al. (2005) no macaco prego (*Cebus apella*) cujo nervo teve sua origem a partir dos ramos ventrais de C6, C7 e C8 com predomínio de C8. Em mamíferos não primatas, também encontramos a grande contribuição de C8 com participação de C7 e T1 no cão e C7 e C8 em bovino (GETTY, 1986). Inseriu-se no músculo grande dorsal, suprindo-o, conforme observado por Booth et al. (1997) em babuíno (*Papio ursinus*), Ribeiro et al. (2005) no macaco prego (*Cebus apella*) e Souza-Junior et al. (2014) em *C. thous*.

O nervo cutâneo medial do braço em 60% das análises foi oriundo das raízes ventrais de C8 e T1 e em 40% este nervo teve sua formação constituída das raízes de C8, T1 e T2. Deste modo, em todos os espécimes deste estudo, o nervo foi originado exclusivamente do tronco caudal.

Ribeiro et al. (2005), Cruz e Adami (2010) e Araújo et al. (2012) verificaram apenas um único nervo cutâneo a se originar no plexo, o n. cutâneo medial do antebraço. Todavia, verificamos este nervo em apenas um espécime (10%), no qual, originou-se diretamente do tronco caudal, distal ao nervo cutâneo medial do braço nos dois antímeros. Em 09 animais (90%) foi encontrado apenas o nervo cutâneo medial do braço se originando do tronco caudal.

Além da presença do nervo cutâneo medial do braço, um ramo para o m. cutâneo do tronco foi encontrado partindo dos nervos peitorais (tronco caudal do plexo); esse ramo não foi observado por El- Assy (1966) em *Lemur sp.*, *Pan sp.* e *Gorila sp.*, Booth et al. (1997) em *Papio ursinus*, Ribeiro et al. (2005) em *Cebus apella*, Cruz e Adami (2010) em *Lagothrix lagotricha*, Araújo et al. (2012) em *Saimiri sciureus*.

Assim sendo, e de acordo como se mostram as descrições do plexo braquial, deve-se ter precaução e critérios com base na Nomina anatômica ao utilizar termos para descrição dos nervos do plexo.

O nervo cutâneo medial do braço seguiu paralelamente ao nervo ulnar até o terço médio do braço, inervando a pele da face medial do braço.

O nervo cutâneo medial do antebraço, observado em apenas um animal, seguiu paralelo ao n. ulnar e cutâneo medial do braço até o terço proximal do antebraço,

inervando a pele da face medial deste. Quanto sua origem e território de inervação, tal achado, concordam com Warwick e Willians (1995) em humano, El- Assy (1966) em *Lemur*, *Pan* e *Gorila*, Ribeiro et al. (2005) em *Cebus*, Cruz e Adami (2010) em *Lagothrix* e Araújo et al. (2012) *Saimiri*.

Os nervos peitorais descritos em primatas não humanos não apresentam uma terminologia homogênea. Alguns autores como El-Assy (1966) faz menção a nn. torácicos anteriores, Ribeiro et al. 2005 e Cruz e Adami, 2010 descrevem nervo peitoral menor e peitoral maior. Entretanto, neste trabalho, seguimos a terminologia adotada no International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (2012).

Os nervos que se inserem no músculo peitoral superficial são chamados de nn. peitorais craniais, e os que se inserem no músculo peitoral profundo são chamados de nn. peitorais caudais (INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMECLATURE, 2012).

Os nn. peitorais craniais tiveram sua origem variando desde C6 até T2: em 20% teve sua origem em C6, em 40% C6 e C7, em 10% C7, C8 e T1 e em 30% C7, C8, T1, T2. Sua inserção na musculatura variou nas porções descendente e transversa do músculo peitoral superficial. Foi observada em suas origens, a contribuição dos três troncos nervosos. Em chimpanzé (*Pan sp.*), orangotango (*Pongo sp.*), gibão (*Hylobates sp.*) e gorila (*Gorilla sp.*), originaram-se dos troncos cranial e médio e seguiram para os músculos peitoral cranial e caudal (CHAMPNEYS, 1975; HEPBURN, 1891). Booth et al. (1997) observaram em babuíno (*Papio ursinus*) que sua origem foi do tronco médio com contribuição do n. torácico longo, direcionando-se para os músculos subclávio, peitorais craniais e caudais. Em nossa pesquisa, o n. peitoral caudal, teve sua origem com participação dos troncos médio e caudal, sendo que, em 60% foi observada a formação em C7, C8 e T1, em 40% em C7, C8, T1 e T2.

Ainda, para o n. peitoral caudal, foi originado um ramo para o m. cutâneo do tronco em 30% da amostra, tal descrição não foi observada por El- Assy (1966) em *Lemur sp.*, *Pan sp.* e *Gorila sp.*, Booth et al. (1997) em *Papio ursinus*, Ribeiro et al (2005) em *Cebus apella*, Cruz e Adami (2010) em *Lagothrix lagotricha*, Araújo et al. (2012) em *Saimiri sciureus*.

7. CONCLUSÕES

O plexo braquial de *Macaca mulatta* foi originado em sua maioria pelos ramos espinhais ventrais de C5 a T1, com frequência variável foi observada as participações de C4 e T2 em sua constituição.

Independente da configuração apresentada, estas raízes ventrais espinhais convergiram para a formação de três troncos: um cranial, um médio e um caudal.

O plexo do macaco rhesus foi constituído de 17 nervos que se distribuíram pela musculatura intrínseca, extrínseca e cutânea do membro torácico, no qual, sua origem e trajeto apresentaram semelhança a outros primatas inclusive ao Homem.

Os dados descritos neste estudo contribuem para a anatomia comparada de primatas e com informações para a pesquisa aplicada, servindo como base para procedimentos clínico-cirúrgicos em que venha a se utilizar esta espécie como modelo experimental, além de contribuir com informações que podem ser úteis para o manejo e sanidade destes animais em biotérios e criatórios.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM JÚNIOR, A. A.; AMORIM M. J. A. A. L.; SILVA, D. R.; PIMENTEL, D. S.; ARAÚJO F. P.; ALVIM, M. M. S. Origem do plexo braquial no bicho-preguiça (*Bradypus variegatus* Shinz,1825). **International Journal of Morphology**, v. 21, p. 357-362, 2003.

ALLAM, M. W.; LEE, D. G.; NULSEN, F. E.; FORTUNE, E. A. The anatomy of the braquial plexus of the dog. **Anatomical Records.**, v. 1, n. 114, p. 173-180, 1952.

ANDRADE, A.; ANDRADE, M.C.R.; MARINHO, A.M.; FERREIRA FILHO, J. **Biologia, Manejo e Medicina de Primatas não humanos na pesquisa biomédica**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2010. 472 p

ANDRADE, M. C. R.; RIBEIRO, C. T.; SILVA, V. F.; MOLINARO, E. M. M.; GONÇALVES, M. A. B.; MARQUES, M. A. P.; CABELLO, P. H.; LEITE, J. P. G. Biologic data of *Macaca mulatta*, *Macaca fascicularis* and *Saimiri sciureus* used for research at the Fiocruz Primate Center. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99 n. 6, p. 581-589, 2004.

ARAÚJO, E. B.; LIMA, A. R.; PINHEIRO, L. L.; MUNIZ, J. A. P. C.; IMBELONI, A.; BRANCO, E. Origem e distribuição do plexo braquial de *Saimiri sciureus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 12, p.1351-1354, 2012.

AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil**. São Paulo: Terra brasilis, 2011.

BERENDT, R. F. Simian model for the evaluation of immunity to influenza. **Infection and Immunity**, v. 9, p. 101-105, 1974.

BLANEY JR., J. E.; SATHE, N. S.; HANSON, C. T.; FIRESTONE, C. Y.; MURPHY B. R.; WHITEHEAD, S. S. Vaccine candidates for dengue virus type 1 (DEN 1) generated by replacement of the structural genes of rDEN4 and rDEN4Delta30 with those of DEN 1. **Virology Journal**, v. 28, p. 23, 2007.

BONECINI-ALMEIDA, M. G.; GALVÃO-CASTRO, B; PESSOA, M. H. R.; PIRMEZ, C.; LARANJA, F. Experimental Chagas' disease in rhesus monkeys I. Clinical, parasitological, hematological and anatomo-pathological studies in the acute and indeterminate phase of the disease. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 85, p. 163-171, 1990.

BOOTH, K. K. The brachial plexus in the vervet monkey. (*Cercopithecus pygerythrus*), **Journal of Medical Primatology**, v. 20, n.1, p. 23-28, 1991.

BOOTH, K. K.; AMORIM, M. J. A. A. L.; SILVA, D. R.; PIMENTEL, D. S.; ARAÚJO, F. P.; ALVIM, M. M. S. The brachial plexus in the Chacma baboon (*Papio ursinus*). **Journal of Medical Primatology**, v. 26, p. 196-203, 1997.

CARPENTER M. B. 1978. **Neuroanatomia Humana**. 7^a ed. Interamericana, Rio de Janeiro. 770p.

CARVALHO-BARROS, R. A. Estudo Anatômico dos plexos lombar, sacral e coccígeo do macaco *Cebus apella* - origem, composição e nervos resultantes. 2002. f. 146. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, em São Paulo, 2002.

CHAMPNEYS, F. On the muscles and of a Chimpanzee (*Troglodytes niger*) and a (*Cynocephalus anubis*). **Journal of Anatomy and Physiology**, v. 6, p. 176-211, 1975.

COHEN, B. J.; LOEW, F. M. Laboratory animal medicine historical perspectives. In: FOX, J. G.; COHEN, B. J.; LOEW, F. M. **Laboratory Animal Medicine**. New York: Academic Press, New York, 1984.

CRUZ, G. A. M.; ADAMI, M. Anatomia do plexo braquial de macaco-barrigudo (*Lagothrix lagothricha*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, p. 881-886, 2010.

DANGELO, J.G; FATTINI, C. A. **Anatomia Básica dos Sistemas Orgânicos**. 2ed. editora Atheneu, 1997.

DANIEL, M. D.; DESROSIERS, R. C.; LETVIN, N. L.; KING, N. W.; SCHMIDT, D. K.; SEHGAL, P.; HUNT, R. D. Simian models for Aids. **Cancer detection and Prevention**, v. 1, p. 501-507, 1987.

EL-ASSY, Y. S. Beiträge zur Morphologie des periphren Nerven systems der Primaten. **Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch**, v. 108, p. 476-567, 1966.

FAGUNDES, D. J.; TAHA, M. O. Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente. **Acta Cirúrgica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 1, 2004.

FAN, J.; LIANG, X.; HORTON, M. S.; PERRY, H. C.; CITRON, M. P.; HEIDECKER, G. J.; FU, T. M. JOYCE, J.; PRZYSIECKI, C. T.; KELLER, P. M.; GARSKY, V. M.; IONESCU, R.; RIPPEON, Y.; SHI, L.; CHASTAIN, M. A.; CONDRA, J. H.; DAVIES, M. E.; LIAO, J.; EMINI, E. A.; SHIVER, J. W. Preclinical study of influenza virus A M2 peptide conjugate vaccines in mice, ferrets, and rhesus monkeys. **Vaccine**, v. 13, p. 2993-3003, 2004

FAZAN, V. P. S.; AMADEU, A. D. S.; CALEFFI, A. L.; RODRIGUES FILHO, O. A. Brachial plexus variations in its formation and main branches. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 18, supl. 5, p. 14-18, 2003.

FERRARI, S. F.; LOPES, M. A. A new species of marmoset, genus *Callithrix* Erxleben 1977 (*Callitrichidae*, *Primates*) from Western Brazilian Amazonia. **Goeldiana Zoologia**, v. 12, p. 1-3, 1992.

FIORETTO, E. T.; CASTRO, M. F. S.; GUIDI, W. L.; MAINARDI, R.; SOUZA, R. R.; RIBEIRO, A. A. C. M. Gross anatomic organization of the capybara's (*Hydrochaeris hydrochaeris*) brachial plexus. **Anatomia, Histologia, Embriologia.**, v. 32, p. 169-174, 2003

FULLER, D. H.; SHIPLEY, T.; ALLEN, T. M.; FULLER, J. T.; WU, M. S.; HORTON, H.; WILSON, N.; WIDERA, G.; WATKINS, D. I. Immunogenicity of hybrid DNA vaccines expressing hepatitis B core particles carrying human and simian

immunodeficiency virus epitopes in mice and rhesus macaques. **Virology**, v. 364, p. 245-255, 2007.

GALLER, R.; MARCHEVSKY, R. S.; CARIDE, E.; ALMEIDA, L. F. C.; YAMAMURA, A. M. Y.; JABOR, A. V.; MOTTA, M. C. A.; BONALDO, M. C.; COUTINHO, E. S. F.; FREIRE, M. S. Attenuation and immunogenicity of recombinant yellow fever 17D-dengue type 2 virus for rhesus monkeys. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, p. 1835-1846, 2005.

GETTY, R.; SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Sisson/Grossman anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. 2 v.

GIBBS, R. A. et al. Genome sequence of the Brown Norway rat yields insights into mammalian evolution. **Nature**, v. 428, p. 493-521, 2004.

GROVES, C. Order Primates. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Manual Species of the World: a taxonomic and geographic reference**. 2. ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1993.

GROVES, C. **Primate taxonomy**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2001.

HARTMAN, C. G. A. W. **The anatomy of the Rhesus monkey (Macaca mulatta)**. New York: Hafner Publishing Co.; 1933.

HAUTIER, L.; WEISBECKER, V.; SÁNCHEZ-VILLAGRA, M.R.; GOSWAMI, A.; ASHER, R. J. Skeletal development in sloths and the evolution of mammalian vertebral patterning. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 107, n. 44, p. 18903-18908, 2010

HÉRODIN, F.; THULLIER, P.; GARIN, D.; DROUET, M. Nonhuman primates are relevant models for research in hematology, immunology and virology. **European Cytokine Network**, v. 16, p. 104-116, 2005.

HERRINGHAM, W. P. The minute anatomy of the brachial plexus. **Proceedings of Royal Society, London**, v. 41, p. 423-441, 1886.

HEPBURN, D. The comparative anatomy of the muscles and nerves of the superior and inferior extremities of the anthropoid apes Part I. **Journal of Anatomy and Physiology**, p. 149-185, 1891.

HILL, W. C. O. **Primates: Comparative anatomy and taxonomy II - Haplorhini - Tarsoidea**. Edinburgh at the University Press, 1955.

HILL, W. C. O. **Primates: Comparative anatomy and taxonomy III – Pithecoidea – Platyrrhini – Hapalidae**, 1957.

HILL, W. C. O. **Primates: Comparative anatomy and taxonomy IV Cebidae - Part A**. Edinburgh at the University Press, 1960.

HILL, W. C. O. **Primates: Comparative anatomy and taxonomy VI - Catarrhini - Cercopithecidae - Cercopithecinae**. Edinburgh at the University Press, 1966.

HILL, W. C. O. **Primates: Comparative anatomy and taxonomy V Cebidae - Part B**. Edinburgh at the University Press, 1972.

HILL, B. F. **The rhesus monkey (*Macaca mulatta*): history, management and scientific investigation**. Charles River Dig, v. 16, p. 1-7, 1977.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nomina Anatomica veterinaria**. 5ed. New York, 2012.

JOHNSON, E. O.; VEKRIS, M.; DEMESTICHA, T.; SOUCACOS, P. N. Neuroanatomy of the brachial plexus: normal and variant anatomy of its formation. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 32, p. 291-297, 2010.

KANAGASUNTHERAM, R.; MAHRAN, Z. Y. Observations on the nervous system of the lesser bush baby (*Galago senegalensis senegalensis*). **Journal of Anatomy**, v. 94, n. 4, p. 512-527, 1960.

KAVANAUGH, M. A review of the international primate trade. In: MACK, D.; MITTERMEYER, R. A. **The International Primate Trade**, v. 1, p. 49-89. Traffic (USA). The World Wildlife Fund – US. Primate Program, and the IUCN/SSC Primate specialist Group, Washington, DC, 1984.

KERR, A. T. The brachial plexus of nerves in man, the variations in its formation and branches. **American Journal of Anatomy**, v. 23, p. 285-395, 1918

KOIZUMI, M.; SAKAI, T. The nerve supply to coracobrachialis in apes. **Journal of Anatomy**, v. 186, n. 2, p. 395-403, 1995.

KOIZUMI M. & SAKAI T. On the morphology of the brachial plexus of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) and the echidna (*Tachyglossus aculeatus*). **Journal of Anatomy**, v. 190, p. 447-455, 1997.

KUMAR, S.; HEDGES, S. B. A molecular timescale for vertebrate evolution. **Nature**, v. 392, p. 917-920, 1998.

LIMA, M. R. Avaliação do fenótipo e estágio de ativação celular em primatas não humanos (*Macaca fascicularis* e *Macaca mulatta*) mantidos em cativeiro como base para estudo pré-clínico de vacinas, 2008. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas, Fundação Oswaldo Cruz.

LOEB, J. M.; HENDEE, W. R.; SMITH, S. J.; SCHWARTZ, R. Human vs. animal rights. **Journal of American Medical Association**, v. 262, p. 2716-2720, 1989.

LU Q, GU L, JIANG L, QIN B, FU G, LI X, YANG J, HUANG X, YANG Y, ZHU Q, LIU X, ZHU J. The upper brachial plexus defect model in rhesus monkeys: a cadaveric feasibility study. **Neuroreport**, v. 24, p. 884–888, 2013

MacDONALD, D. **All the world's animals primates**. New York: Toorstars Books Inc., 1985.

McMURRAY, D. N. A nonhuman primate model for preclinical testing of new tuberculosis vaccines. **Clinical Infectious Diseases**, v. 30 Supl 3, p. 210-212, 2000.

MEIRELLES, C. M. M. et al. Electrophoretic polymorphisms and their taxonomic implications in *Callitrichim* (Primates, Platyrrhini). **Biochemistry Genetic**, v. 36, p. 229-244, 1998.

MENESES, M. S. **Neuroanatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 360 p.

MIZUNO, N. The brachial plexus in the Squirrel Monkey (*Saimiri sciureus*). **Primates**, v. 10, p. 37-40, 1969a.

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. **Anatomia orientada para a clínica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 1023 p.

MOURA, C. E. B.; ALBUQUERQUE, J. F. G.; MAGALHÃES, M. S.; SILVA, N. B.; OLIVEIRA, M. F.; PAPA, P. C. Análise comparativa da origem do plexo braquial de catetos (*Tayassu tajacu*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 27, n. 9, p. 357-362, 2007.

MORRIS, R.; MORRIS, D. **"Men and Apes"**. London: Hutchinson, 1966.

MUELLER, Y. M.; DO, D. H.; ALTORK, S. R.; ARTLETT, C. M.; GRACELY, E. J.; KATSETOS, C. D.; LEGIDO, A.; VILLINGER, F.; ALTMAN, J. D.; BROWN, C. R.; LEWIS, M. G.; KATSIKIS, P. D. IL-15 Treatment during acute Simian Immunodeficiency Virus (SIV) infection increases viral set point and accelerates disease progression despite the induction of stronger SIV-specific CD8+ T Cell responses. **Journal of immunology**, v. 180, p. 350-360, 2008.

NAGAMACHI, C. Y., PIECZARKA, J. C.; MUNIZ, J. A. P. C.; BARROS, R. M. S.; MATTEVI, M. S. Proposed Chromosomal phylogeny for the South American Primates of the callitrichidae family (Platyrrhini). **American Journal of Primatology**, v. 49, p. 133-152, 1999.

NARAHASHI, E.; CALDANA, W. C. I.; ZONER, C.; HONDA, E.; CAPORRINO, F. A.; MINE F.; YAMADA, V. L.; AMARAL D. T.; NATOUR J.; FERNANDES, A. R. C. Diagnóstico por imagem do plexo braquial. **Revista Brasileira de Reumatologia.**, v. 45, n. 4, p. 245-249, 2005.

NAPIER, J. P.; NAPIER, P. H. Evolutionary aspects of primate locomotion. **American Journal of Physiology and Anthropology.**, v. 27, p. 333-341, 1967.

NATORI, M. Craniometrical variations among Eastern Brazilian marmosets and their systematic relationship. **Primates**, v. 35, p. 167-176, 1994.

OLIVEIRA, M. F.; MOURA, C. E. B; MIGLINO, M. A.; ASSIS NETO, A. C.; COSTA, W. P.; BENEDICTO, H.; PEREIRA, F. T. V; AMBRÓSIO, C. E. Anatomia do plexo Braquial de cervos do pantanal (*Manzana sp.*) **International Journal of Morphology**, v. 21, n. 1, p. 55, 2003.

PARADA H., PINEDA U.H., LAGUNAS E.M. & VIDAL H.A. Variaciones anatómicas de las ramas raquídeas que constituyen los troncos de origen del plexo braquial. **Anales de Anatomia Normal**, v. 7, p. 32-36, 1989.

PATERSON, A. M. The limb plexuses of mammals. **Journal of Anatomy and Physiology**, v. 21, p. 611-634, 1887.

PORROZZI, R.; TEVA, A.; AMARAL, V. F.; SANTOS DA COSTA, M. V.; GRIMALD, G. Cross-immunity experiments between different species or strains of Leishmania in rhesus macaques (*Macaca mulatta*). **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 71, p. 297-305, 2004.

PRASADA RAO, P. V. V.; CHAUDHARY, S. C. Communication of the musculocutaneous nerve with median nerve. **The East African Medical Journal**, v. 77, n. 9, p. 498-503, 2000.

RIBEIRO, R. A. Estudo anatômico do plexo braquial do macaco *Cebus Apella*: origem, composição e nervos resultantes. 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

RIBEIRO, A. R.; PRADA, I. L. S.; BARROS, R. A. C.; SILVA, D. C. O. Origem do plexo braquial do macaco *Cebus apella*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, p. 143-149, 2005

ROBERTSON, D. F. Anatomy of the south American Woolly monkey (*Lagothrix*) part 1, **The forelimb zoologica**, v. 29, p. 169-192, 1944.

SAEED, M.; RUFAl, A. A. Median and musculocutaneous nerves: variant formation and distribution. **Clinical Anatomy**, v. 16, p. 453-457, 2003.

SOUZA-JUNIOR, P.; CARVALHO, N. C.; MATTOS, K.; SANTOS, A. L. Q. Origens e ramificações do plexo braquial no cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 10, 2014.

SPENCE, A. P. **Anatomia humana básica**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1991. 713 p.

SUD, M.; SHARMA, A. Absence of musculocutaneous nerve and the innervation of coracobrachialis, biceps brachii and brachialis from the median nerve. **Journal of the Anatomical Society of India**. v. 49, n. 2, p. 176-177, 2000.

SUGIYAMA, T. On the plexus brachialis of *Macacus Cyclops*. **Acta Medica Nagasakiensia**, v. 9, n. 3, p. 65-68, 1965.

SWINDLER, D. R.; WOOD, C. D. **An atlas of primates gross anatomy - Robert E. Krieger Publishing company Malabar, Florida**, p. 138, 1982.

TESTUT, L.; LATARJET, A. **Tratado de anatomia humana**. 4 v. V. III, Barcelona, Salvat, 1893.

TIMMINS, R. J.; RICHARDSON, M.; CHHANGANI, A.; YONGCHENG, L. The IUCN Red List of Threatened Species, 2008. Disponível em: < <http://maps.iucnredlist.org> > Acesso em: 05 Jan. 2016.

RYLANDS, A. B.; RODRIGUES-LUNA, E. Na assesment of the diversity of new world primates. **Neotropical Primates**, v. 8, p. 61-93, 2000.

SCOTT, R. M., NISALAK, A., ECKELS, K. H., TINGPALAPONG, M., HARRISON, V. R., GOULD, D. J., CHAPPLE, F. E.; RUSSELL, P. K. Dengue-2 vaccine: viremia and immune responses in rhesus monkeys. **Infection and Immunity**, v. 27, p. 181-186, 1980.

URBANOWICZ, Z.; ZALUSKA, S. Origin of the brachial plexus in Macacus Rhesus. **Folia Morph Warsz**, v. 24, p. 24-35, 1965.

UYSAL, I. I.; SEKER, M.; KARABULUT, A. K.; BUYUKMUMCU, M.; ZIYLAN, T. Brachial plexus variations in human fetuses. **Neurosurgery**, v. 53, p. 676-684, 2003

VAN ROOSMALEN, M. G. M.; VAN ROOSMALEN, T.; MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B. Two new species of marmosets. Genus *Callithrix* Erxleben 1977 (*Callitrichidae*, Primates) from the tapajós/ Madeira interfluvium South Central Amazonia, Brazil. **Neotropical Primates**, v. 8, p. 11-18, 2000.

VARELA-LASHERAS, I.; BAKKER, A. J.; MIJE, S. D.; METZ, J. A. J.; ALPHEN, J.; GALIS, F. Breaking evolutionary and pleiotropic constraints in mammals: On sloths, manatees and homeotic mutations. **EvoDevo**, London, v. 2, n.11, p. 1-27, 2011.

WARWICK, R.; WILLIAMS, P. L. **Gray anatomia**. 37. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v.1, p. 975-983, 1995.

WIENER, A. S.; SOCHA, W. W.; MOOR-JANKOWSKI, J. Homologues of the human ABO blood groups in apes and monkeys. **Haematologia**, v. 8, p. 195-216, 1974.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Manual Species of the World: a taxonomic and geographic reference**. 2. ed. Washington: Smithsonian Institute Press, 1993.

WINCOSIN NATIONAL PRIMATE RESEARCH CENTER. Site. Disponível em: <www.pin.primate.wisc.edu>. Acesso em: 05 Jan. 2015