

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**ESTUDO ANATÔMICO COMPARATIVO DOS
MÚSCULOS DO ANTEBRAÇO DE *Cebus libidinosus*
(Rylands et al., 2000): COMPORTAMENTO
MANIPULATÓRIO E USO DE FERRAMENTAS**

Roqueline Ametila e Glória Martins de Freitas Aversi-Ferreira

Tecnóloga em Gastronomia

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**ESTUDO ANATÔMICO COMPARATIVO DOS
MÚSCULOS DO ANTEBRAÇO DE *Cebus libidinosus*
(Rylands et al., 2000): COMPORTAMENTO
MANIPULATÓRIO E USO DE FERRAMENTAS**

Roqueline Ametila e Glória Martins de Freitas Aversi-Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Frederico Ozanam Carneiro e Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Tales Alexandre Aversi-Ferreira

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina Veterinária – UFU, como parte das
exigências para obtenção do título de mestre
em Ciências Veterinárias (Saúde Animal).

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL

Setembro de 2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

A953e
2011

Aversi-Ferreira, Roqueline Ametila e Glória Martins de Freitas, 1980-

Estudo anatômico comparativo dos músculos do antebraço de *Cebus libidinosus* (Rylands et al., 2000) : comportamento manipulatório e uso de ferramentas / Roqueline Ametila e Glória Martins de Freitas Aversi-Ferreira. – 2011.

42 f. : il.

Orientador: Frederico Ozanam Carneiro e Silva.

Co-orientador: Tales Alexandre Aversi-Ferreira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Anatomia veterinária - Teses. 3. Macaco Anatomia - Teses. I. Silva, Frederico Ozanam Carneiro e. II. Aversi-Ferreira, Tales Alexandre, 1970- .III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. IV. Título.

CDU: 619

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, **Roque Salves de Freitas** e **Berenice Martins de Freitas**, por me aceitarem como filha, por zelar por minha saúde, por proporcionar minha educação formal, mas principalmente, a moral e por me amarem intensamente.*

*Aos meus irmãos, **Leonardo**, **Leandro** e **Lessandro**, pelo companheirismo e por estarem sempre dispostos a me ajudar.*

*Ao meu esposo **Tales** pela compreensão, apoio e amizade.*

*Ao meu filho **Emmanuel**, por ser o motivo da minha vontade de crescer e de ser um ser humano melhor.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **DEUS**, pelo amor infinito demonstrado em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. **Frederico Ozanam Carneiro e Silva**, pelos ensinamentos, pelo respeito e pela confiança, que tornaram possível a realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. **Tales Alexandre Aversi-Ferreira** por toda ajuda e por todas as orientações necessárias para a construção e sucesso deste trabalho.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia**, representando todos aqueles que trabalham para manter a qualidade do programa e para incentivar o estudo e a produção científica.

Aos **meus colegas** do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, pela vivência e troca de experiências.

A todos os **estagiários e pesquisadores do Necop** (Laboratório de Neurociências e Comportamento de Primatas) da Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão, pelo companheirismo e trabalho em conjunto.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| ABREVIATURAS..... | v |
| RESUMO..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| I. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| II. REVISÃO DA LITERATURA..... | 3 |
| II. a. <i>Cebus ssp</i> | 3 |
| II. b. Comportamento e Cognição | 5 |
| II. c. Generalidades sobre sistema muscular | 6 |
| III. MATERIAL E MÉTODOS..... | 9 |
| IV- RESULTADOS..... | 14 |
| V. DISCUSSÃO..... | 21 |
| VI. CONCLUSÕES..... | 28 |
| VII. REFERÊNCIAS..... | 29 |

ABREVIATURAS

MVM: Macacos do Velho Mundo

MNV: Macacos do Novo Mundo

IAC / CAI: Índice Anatômico Comparativo

NECOP: Laboratório de Neurociência e Comportamento de Primatas

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

COEP – UFG: Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Goiás

COBEA: Colégio Brasileiro de Experimentação Animal

FR: Frequencia relativa

N: Número total das espécies da amostra

nv: Número de indivíduos que apresentam variação do padrão normal

MPF: Média ponderada das frequências

P: Peso

Ce: *Cebus*

Ch: Chimpanzés

B: Babuínos

GIAC / GCAI: Índice Anatomico Comparativo do Grupo

**ESTUDO ANATÔMICO COMPARATIVO DOS MÚSCULOS DO ANTEBRAÇO
DE *Cebus libidinosus* (Rylands et al., 2000): COMPORTAMENTO
MANIPULATÓRIO E USO DE FERRAMENTAS**

RESUMO - O presente estudo descreve os músculos flexores e extensores do antebraço de *Cebus libidinosus* e os compara com os de humanos, de chimpanzés e de babuínos. Os dados são apresentados em índices quantitativos anatômicos por similaridade. Os músculos do antebraço do macaco-prego mostraram semelhanças importantes com os chimpanzés e os seres humanos, especialmente aqueles que agem sobre o movimento do polegar e permitem certo grau de independência das estruturas da mão, embora a sua configuração não permita um verdadeiro polegar oponente. As características dos músculos do antebraço do *Cebus* corroboram a convergência evolutiva para um comportamento adaptativo (usar a ferramenta) entre o gênero *Cebus* e pongídeos.

Palavras-chave: Antebraço, comportamento, macaco-prego, morfologia, músculos, uso de ferramentas.

**COMPARATIVE ANATOMICAL ANALYSES OF THE FOREARM MUSCLES
OF *Cebus libidinosus* (Rylands et al. 2000): MANIPULATORY BEHAVIOR
AND TOOL USE**

ABSTRACT - The present study describes the flexor and extensor muscles in *Cebus libidinosus*' forearm and compare them with those from humans, chimpanzees and baboons. The data is presented in quantitative anatomical indices for similarity. The capuchin forearm muscles showed important similarities with chimpanzees and humans, specially those that act on thumb motion and allow certain degree of independence from other hand structures, even though their configuration does not enable a true opposable thumb. The characteristics of *Cebus*' forearm muscles corroborate the evolutionary convergence towards an adaptive behavior (tool use) between *Cebus* genus and apes.

Keywords: Forearm, behavior, capuchin monkey, morphology, muscles, tool use.

I. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, vários estudos comportamentais têm-se centrado na capacidade do macaco-prego usar ferramentas. Em seu sentido mais estrito, o uso de ferramentas só é encontrado em alguns macacos do Velho Mundo (MVM) e nos pongídeos. A única exceção entre os macacos do Novo Mundo (MNM) são os macacos-pregos, que têm sido observados utilizando ferramentas, tanto no cativeiro como na natureza (PARKER; GIBSON, 1977); (WAGA et al., 2006). Tais estudos têm relatado que o *Cebus* é capaz de lidar com pedras para abrir cocos, de usar palitos para puxar o alimento para fora de um tubo ou para extrair o melão através dos orifícios de uma caixa (WESTERGAARD; FRAGASZY, 1987); (VISALBERGHI et al., 1995); (OTTONI et al., 2001). Recentemente, macacos-prego silvestres foram observados "pescando" cupins usando galhos, uma atividade até então vista apenas em chimpanzés (SOUTO et al., 2011). Tais comportamentos complexos são dependentes da capacidade versátil de agarrar (CHRISTEL; FRAGASZY, 2000); (SPINOZZI et al., 2004). Assim, o *Cebus* tem demonstrado uma grande variedade de estratégias de apreensão e de manipulação, comparável aos chimpanzés e seres humanos (POUYDEBAT et al., 2009); (POUYDEBAT et al., 2011).

A habilidade e a destreza manual e conseqüentemente a capacidade de usar ferramentas estão associadas com o desenvolvimento da inteligência e cultura dos primatas (BYRNE, 2000); (ROTH; DICKE, 2005). Este comportamento adaptativo, portanto, denota uma convergência evolutiva importante, especialmente entre os macacos-prego e os chimpanzés. O uso de ferramentas pelo *Cebus* parece também estar dependente de outras convergências neurológicas, cognitivas e morfológicas (POUYDEBAT et al., 2009); (PERRY, 2011). Nesse sentido, o *Cebus* permanece como um importante modelo para testar hipóteses sobre a evolução da cognição dos primatas.

A análise anatômica comparativa dos primatas pode produzir conhecimentos importantes sobre o comportamento e filogenia. Mais especificamente, a anatomia do antebraço é crucial para compreender os comportamentos de manipulação da mão. Embora muitos estudos têm-se centrado na avaliação comparativa do comportamento do uso de ferramentas do macaco-prego (CHRISTEL; FRAGASZY, 2000); (SPINOZZI et al., 2004), a literatura sobre a motricidade do seu antebraço é escassa. Os primeiros estudos indicaram que apertos precisos não foram possíveis em *Cebus* devido à falta de articulação selar na mão e, portanto, a habilidade de usar ferramentas não foi relacionada com a mobilidade do polegar (NAPIER, 1962); (NAPIER, 1980). Outros estudos comportamentais, entretanto, relataram que este gênero pode aduzir o polegar em direção ao dedo indicador favorecendo a flexão da articulação interfalângica e não a articulação metacarpofalângica, o que gerou a expressão “oponibilidade lateral” (CHRISTEL; FRAGASZY, 2000). No entanto, ainda não há confirmação anatômica destes resultados.

O objetivo deste estudo foi investigar os músculos flexores do antebraço de *Cebus libidinosus* (RYLANDS et al., 2000). Caracterizar origem, inserção, ramificação arterial e inervação de cada músculo para proporcionar uma compreensão anatômica da destreza manual observada em *Cebus*. Comparar as observações anatômicas com os músculos semelhantes encontrados em humanos (STANDRING, 2008) e em chimpanzés e babuínos (SWINDLER; WOOD, 1973). O grau de semelhança anatômica entre os músculos do antebraço nessas espécies comparou-se utilizando o Índice Anatômico Comparativo (IAC) (AVERSI-FERREIRA, 2009).

II. REVISÃO DE LITERATURA

II. a. *Cebus ssp.*

Os macacos que compõe o gênero *Cebus* são os mais utilizados em pesquisas dentre os neotropicais devido as suas peculiaridades como alto índice de encefalização, cognição, similaridade com a espécie humana, manuseio de instrumentos e uma ampla distribuição geográfica desses animais (indicando uma alta capacidade adaptativa) (PEREIRA-DE-PAULA et al., 2010); (AVERSI-FERREIRA et al., 2007).

As fêmeas da espécie *Cebus apella* são um bom modelo experimental para estudos que envolvem a reprodução, visto que possuem grandes similaridades com os humanos e porque também têm ciclo menstrual (DOMINGUES; CALDAS-BUSSIÈRE, 2006).

Além dessas pesquisas que estão no campo da saúde, há outras que envolvem ecologia, fisiologia, morfologia, etologia, memória e bioquímica (SILVA; FERREIRA, 2002); (AVERSI-FERREIRA et al., 2005); (AVERSI-FERREIRA, 2010); (PEREIRA-DE-PAULA et al., 2010).

Esses estudos são de grande importância para que se caracterizem as espécies de símios que ocorrem em grande abundância no continente sul-americano. As pesquisas relacionadas com morfologia são recentes para o gênero *Cebus*, mas são essenciais para compreender a taxonomia e evolução, fazer estudos comparativos e, principalmente, são fundamentais na conservação desses animais (PRADO, 2010).

A infra-ordem *Platyrrhini* que abrange os macacos do Novo Mundo (neotropicais) representa o táxon com maior número de espécies dentre os primatas (IUGHETTI, 2008). O *Cebus libidinosus* pertence à família *Cebidae* e

ao gênero *Cebus* que possui a classificação bastante confusa e que vem sofrendo grandes modificações ao longo do tempo (RYLANDS et al., 2000).

As denominações das espécies do gênero *Cebus* foram criadas por Erxleben em 1777 e foram se modificando com o tempo devido a análises mais específicas como morfologia, padrão de coloração dos pelos, dimorfismo sexual, presença ou ausência de topete, dentre outras características (SILVA, 2001). Baseando-se em fatores filogenéticos, comportamentais, biogeográficos, morfológicos, moleculares e citogenéticos, Rylands et al. (2000) fizeram um análise profunda com a finalidade de elucidar as questões taxonômicas deste gênero.

Com essa nova reforma taxonômica, a espécie que antes era denominada de *Cebus apella libidinosus* por ser considerada como subespécie de *Cebus apella* (SILVA, 2008), passou a ser denominada de *Cebus libinidonus* devido às peculiaridades dessa espécie como, por exemplo, as características sexuais e comportamentais (RYLANDS et al., 2000).

O primata *Cebus libidinosus* (*C. libidinosus*) é encontrado principalmente em florestas tropicais e subtropicais (AVERSI-FERREIRA et al., 2005); (AVERSI-FERREIRA et al., 2007). Os principais locais habitados por esse primata são Colômbia, Venezuela, e grande parte dos estados do Brasil, como Nordeste e região Central (FRAGASZY et al., 2004); (LOPES, 2004).

Esse primata caracteriza-se por possuir um porte médio, pêlos de cor preta e várias matizes de castanho. Os pêlos da cabeça formam topetes que se assemelham a cristas ou chifres e possuem coloração negra. (SILVA, 2001); (AVERSI-FERREIRA et al., 2007); (SILVA, 2008). As pernas são um pouco mais longas que os braços, os dedos possuem tamanho médio e são levemente diferenciados. A cauda se caracteriza por ter o terço distal preênsil, o que facilita na locomoção sendo fundamental para a vida arborícola e também possui a função de sustentar o corpo quando o animal está em posição bípede (AVERSI-FERREIRA et al., 2007). O peso dos indivíduos adultos varia entre 2,8 a 4,5 Kg (DOMINGUES; CALDAS-BUSSIÈRE, 2006).

Esses animais passam grande parte do tempo no dossel das árvores, usam os membros torácicos para agarrar e os membros pélvicos para impulsão. Eles descem ao solo principalmente para forragear (PEREIRA-DE-PAULA et al., 2010).

O seu hábito alimentar consiste predominantemente de frutos, mas em épocas de escassez, eles recorrem a fontes alternativas como folhas, néctar e raramente insetos. A habilidade de manipular os alimentos permite que eles consigam explorar fontes de alimentos que não são acessíveis a outras espécies de primatas (SABBATIN et al., 2008).

O *Cebus libidinosus* é popularmente conhecido como macaco-prego devido ao formato da glândula peniana que possui uma coroa proeminente, que se assemelha a um prego (SILVA; FERREIRA, 2002). Até a fase de amadurecimento sexual a aparência da genitália externa pode causar confusão, porque as fêmeas possuem clitóris bastante desenvolvido e que assemelha-se a glândula do macho (FRAGASZY et al., 2004).

II. b. Comportamento e Cognição

Os *C. libidinosus* vivem em grupos que variam de seis a 30 indivíduos. O grupo é composto por um ou dois machos dominantes (MARQUES, 2008). Ao atingirem a maturidade sexual, os machos deixam o grupo de origem e migram para outros grupos, enquanto que as fêmeas permanecem (COLLAÇO, 2008).

O estudo desses primatas são de grande interesse por parte da comunidade científica devido às altas particularidades cerebrais e flexibilidade comportamental e cognitiva. Sendo dotado de grande cognição, esses primatas desenvolveram grande habilidade motora que pode ser observado no manuseio de ferramentas para obtenção de alimentos e diversão. Eles utilizam as mãos principalmente para alimentação, higiene e também para a locomoção (AVERSI-FERREIRA et al., 2010).

Eles possuem um estilo manipulativo extrativista, e o comportamento de utilizar ferramentas não é compartilhado com outras espécies de macacos do Novo Mundo (VISALBERGHI et al., 1995). Essa característica só era conhecida em chimpanzés o que torna o estudo do *C. libidinosus* bastante interessante (VISALBERGHI et al., 1995). Utilizam ferramentas para quebrar os frutos e sementes, extrair polpa e alcançar alimentos distantes. Além disso, as ferramentas também podem ser usadas para cavar, investigar e até como uma forma de defesa (EMIDIO, 2010).

Os *C. libidinosus* apresentam uma forma rudimentar de cultura que foi comprovado em diversos trabalhos (RESENDE; OTTONI, 2002); (EMIDIO, 2010). Dessa forma são capazes de selecionar as ferramentas mais adequadas para quebrar sementes e preferem quebrá-las em locais onde há depressões para reduzir os custos energéticos no ato da quebra. Quando fazem o uso de bigornas, selecionam a parte que obterá mais sucesso na quebra (FRAGASZY et al., 2010). Esses eventos são consequências de processos cognitivos que provavelmente se desenvolveram por meio de mudanças evolutivas na área pré-frontal desse primatas.

Em relação a comportamento, memória, índice de encefalização e uso de ferramentas, o *C. libidinosus* está próximo aos chimpanzés. E estudos anatômicos comparativos já realizados confirmam esses dados (AVERSI-FERREIRA et al., 2005); (AVERSI-FERREIRA et al., 2007); (MARIN et al., 2009).

II. c. Generalidades sobre sistema muscular

Os músculos fazem parte do aparelho locomotor e são as alavancas que agem nos ossos tendo como elementos móveis as juntas (Standring, 2008).

Os músculos são tão importantes para os estudos dos vertebrados, que a sucessão de mudança de ambientes durante a evolução está associada diretamente às mutações que levaram à criação dos tetrápodos e nestes as

especializações para os membros envolvem suporte do peso do corpo e o movimento (STORER, 2002).

Existem algumas divisões dos grupos musculares encontrados nos vertebrados de acordo com Torrey (1978), tendo os peixes como base primordial. A mais clara os separam em músculos axiais que estão associados ao esqueleto axial; músculos apendiculares, associados aos membros e as cinturas dos membros; os músculos tegumentares, associados de algum modo ao tegumento; os músculos do olho, associados ao movimento dos olhos e são, na maioria dos indivíduos das várias espécies das classes dos vertebrados, em número de seis; e os músculos branquioméricos, que apresentam origem diferente dos miótomos que originam os outros músculos citados, então sua distinção está associada à origem embrionária.

Os músculos apendiculares apresentam, de modo geral, as divisões em músculos extensores que estão localizados no compartimento dorsal dos membros, e músculos flexores que se situam no compartimento ventral dos membros. Há exceções como os músculos supinador e os pronadores que não têm função primordial de fletir ou estender alguma parte dos membros.

Os músculos apendiculares que agem nos membros tornam-se muito complexos nos seres humanos, bípedes, cujo membro inferior é quase que para suportar o peso e o membro superior apresenta características únicas associadas às habilidades manuais.

Disso resulta que uma análise geral dos músculos e suas modificações ocorridas nas classes não devem fazer que se esqueça de detalhes de grande importância para que o ápice da manifestação do potente cérebro do ser humano seja executado pela mais perfeita máquina mecânica conhecida, a mão humana.

Assim afirma-se, pois que os membros dos mamíferos apresentam quase os mesmos músculos derivados dos vertebrados mais simples, mas esses músculos nos seres humanos e no membro superior tornam-se mais individualizados, mais delicados e com um controle neural muito maior (TORREY, 1978). Estudos recentes sobre músculos de primatas indicam que mesmo que um cérebro potente fosse possível ser usado por um primata não

humano, de modo algum, determinados movimentos finos esses últimos poderiam realizar, pois faltam os instrumentos adequados para tal fim, quais sejam músculos com origem, inserção, parte carnosa e tendões adequados (AVERSI-FERREIRA et al., 2010).

III. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito espécimes adultos de macaco-prego (*Cebus libidinosus*), sete machos e uma fêmea, com peso de um a três quilogramas. Nenhum animal foi morto para os fins deste estudo: quatro deles sofreram mortes acidentais em seu habitat e incorporados à coleção anatômica do Laboratório de Neurociência e Comportamento de Primatas (NECOP) da Universidade Federal de Goiás, Catalão-Goiás em 2005 para os cuidados do NECOP. O restante deles pertencia ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e doados para a Universidade Federal de Goiás na década de 1970. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê Institucional de Ética da Universidade Federal de Goiás (COEP-UFG 81/2008, a autorização do IBAMA número 15275).

Todos os procedimentos envolvendo os animais foram realizados em conformidade com as diretrizes do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

Para realizar as observações anatômicas que compõem o presente trabalho, as amostras foram tricotomizadas e preparadas como se segue: (1) receberam uma injeção de látex 601-A (Dupont do Brasil S.A.) corado em vermelho Wandalor diluído em hidróxido de amônio na aorta abdominal, entre a altura do nível da 12^a vértebra torácica e primeiras lombares, a fim de facilitar a visualização de pequenas artérias, (2) foram mantidas em água à temperatura ambiente por 10-12 h, e então (3) receberam uma perfusão de formol a 10% com 5% de glicerina, através da veia femoral esquerda para a fixação. Os macacos foram preservados em formol a 10% em caixas fechadas e opacas para evitar a penetração da luz e a evaporação de formaldeído.

A dissecação dos antebraços foi feita com ênfase nos músculos e registrada com uma câmera fotográfica digital. Dissecados ambos antímeros dos oito espécimes de *Cebus libidinosus*. A nomenclatura dos músculos do antebraço obedece, sempre que possível, a mesma usada na anatomia humana (Comissão Federativa de Terminologia Anatômica, 1998)

(SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA, 2001). Quando não encontrado paralelo, os músculos foram nomeados de acordo com os padrões de nomenclatura internacional da Nomina Anatomica Humana. Os dados coletados foram analisados e comparados com os padrões descritos por chimpanzé, humano e babuíno.

Com base em Aversi-Ferreira (2009), utilizou-se um método comparativo simples e não-paramétrico para duas espécies diferentes associadas em conceitos anatômicos de normalidade e de variação em variáveis nominais. A frequência relativa (FR) foi definida como:

$$FR = (N - nv) / N;$$

onde N é o número total de espécimes da amostra e nv é o número de indivíduos que apresentam variação do padrão normal.

Quando mais de um parâmetro (localização, nervos, vasos sanguíneos, a origem e a inserção de um músculo) foi necessário, eles estavam associados a um determinado valor ponderado em relação ao seu grau de relevância na análise comparativa. Parâmetros com menor variação atribuiu-se um valor superior. Portanto, a inervação, origem e inserção, e vascularização foram atribuídos pesos 3, 2, 1, respectivamente.

A Média Ponderada das Frequências (MPF) foi calculada usando os valores de FR:

$$MPF = [(FR_1 \cdot P_1) + (FR_2 \cdot P_2) + (FR_3 \cdot P_3)] / P_1 + P_2 + P_3$$

Onde FR_1 é a frequência da inervação muscular e P_1 é 3; FR_2 é a frequência da origem muscular e P_2 é 2, FR_3 é a frequência da vascularização muscular e P_3 é 1.

Para considerar a proximidade entre as estruturas estudadas, a diferença entre as médias de frequência relativa ou Índice de Anatômico Comparativo (IAC) é calculado entre amostras de diferentes espécies:

$$IAC = |MPFi - MPFij|;$$

onde os índices i e ii representam amostras 1 e 2.

A partir das equações citadas, seguem-se que os valores próximos de zero do IAC determinam maior similaridade entre as amostras que eles

representam, enquanto que um IAC mais próximo de um, significa maior divergência entre as amostras. Mais especificamente, o IAC com valor zero indica alta similaridade entre as estruturas analisadas, 0~0,200 como estruturas semelhantes, 0,200~0,650 como pouco semelhantes, a partir de 0650 até 1000 como desiguais.

Para os fins do presente trabalho, o *Cebus* foi primeiramente escolhido como referência para comparação com a morfologia de chimpanzé, humano e babuíno, embora elas também tenham sido analisadas entre si.

Por exemplo, em relação ao músculo flexor radial do carpo, a FR era de 1 para todos os parâmetros em amostras de *Cebus* e FR = 0 foi marcado para a ausência de parâmetros em outras espécies.

Então,

$$MPF_{Ce}=[(1x3)+(1x2)+(1x2)+(1x1)]/8=1,000;$$

$$MPF_H=[(1x3)+(1x2)+(1x2)+(0x1)]/8=0,875;$$

$$MPF_{Ch}=[(1x3)+(1x2)+(0x2)+(1x1)]/8=0,750;$$

$$MPF_B=[(1x3)+(1x2)+(1x2)+(1x1)]/8=1,000;$$

Onde os índices Ce, H, Ch e B representa, respectivamente, *Cebus*, humanos, chimpanzés e babuínos. No fim, o primeiro parâmetro é a inervação, o segundo é a origem muscular, o terceiro é a inserção do músculo, e o quarto é a vascularização (tabela 1). Note que a vascularização é a única diferença entre *Cebus* e humanos enquanto a inserção difere entre *Cebus* e chimpanzés e não foram observadas diferenças entre *Cebus* e babuínos neste músculo.

A partir desses valores, o IAC é calculado,

$$IAC_{Ce-H}= |1,000-0,875|=0.125;$$

$$IAC_{Ce-Ch}= |1,000-0,750|=0.250;$$

$$IAC_{Ce-B}= |1,000-1,000|=0.000.$$

Os IAC calculados indicam que os músculos flexores radial do carpo de *Cebus* e babuínos são muito semelhantes, *Cebus* e humanos são semelhantes, e *Cebus* e chimpanzés são estruturas pouco semelhante, de acordo com os parâmetros adotados.

Um caso especial é o músculo palmar longo que está ausente em 10% da população humana (STANDRING, 2008) e que apresenta muitas variações. Para calcular o FR, os mesmos valores ponderados foram utilizados, mas eles foram ajustados por uma redução de 10% a inervação e vascularização. O ajuste da origem e inserção foi fixado em queda de 50% pois Standring (2008) observou que as variações neste músculo encontrou-se principalmente em sua origem e inserção.

Outro parâmetro importante a ser calculado é o “Grupo IAC” (GIAC) para estruturas, tais como os músculos superficiais e profundos do antebraço, que combina o somatório das FR dos músculos individuais ou a média da soma do IAC de espécies não utilizadas como padrão. Para calcular o GIAC utilizou-se a seguinte equação:

$$GCAI_{Ce-H} = \left| \sum_{i=1}^n \frac{RF_{Ce}}{n} - \sum_{i=1}^n \frac{RF_H}{n} \right| =$$

$$\left| \frac{1+1+1+1+1}{5} - \frac{1+0,575+0,875+0,625+0,625}{5} \right| = \left| \frac{5}{5} - \frac{3,7}{5} \right| = |1,00 - 0,74| = 0,26$$

or,

$$\frac{\sum_{i=1}^5 CAI_H}{n} = \frac{0,0 + 0,425 + 0,125 + 0,375 + 0,375}{5} = 0,26$$

$$GCAI_{Ce-Ch} = \left| \sum_{i=1}^n \frac{RF_{Ce}}{n} - \sum_{i=1}^n \frac{RF_{Ch}}{n} \right| =$$

$$\left| \frac{1+1+1+1+1}{5} - \frac{1+1+0,750+0,625+0,625}{5} \right| = \left| \frac{5}{5} - \frac{4}{5} \right| = |1,00 - 0,80| = 0,20$$

or,

$$\frac{\sum_{i=1}^5 CAI_{Ch}}{n} = \frac{0,0 + 0,0 + 0,250 + 0,375 + 0,375}{5} = 0,20$$

$$GCAI_{Ce-B} = \left| \sum_{i=1}^n \frac{RF_{Ce}}{n} - \sum_{i=1}^n \frac{RF_B}{n} \right| =$$

$$\left| \frac{1+1+1+1+1}{5} - \frac{1+1+1+1+1}{5} \right| = \left| \frac{5}{5} - \frac{5}{5} \right| = |1,00 - 1,00| = 0,00$$

or,

$$\frac{\sum_{i=1}^5 CAI_B}{n} = \frac{0,0 + 0,0 + 0,00 + 0,00 + 0,00}{5} = 0,00$$

O GIAC calculado anteriormente mostra que o grupo de músculos superficiais do antebraço de *Cebus* é muito semelhantes aos babuínos, semelhantes aos chimpanzés, e de certa forma pouco semelhante aos seres humanos.

IV. RESULTADOS

Os resultados desse estudo estão discriminados nas tabelas e figuras abaixo.

Tabela 1. Análise comparativa dos músculos flexores superficiais do antebraço entre *Cebus libidinosus* (C.l.), humanos (*Homo*), chimpanzés (*Pan*) e babuínos (*Papio*).

| Músculos | Características | <i>Cebus libidinosus</i> | <i>Homo</i> | <i>Pan</i> | <i>Papio</i> |
|------------------------------|-----------------|---|---|--|--|
| Flexor ulnar do carpo | Origem | Epicôndilo medial do úmero e olécrano | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Oso pisiforme | | | |
| | Inervação | Nervo ulnar | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar | | | |
| Palmar longo | Origem | Epicôndilo medial do úmero | Variável, pode estar ausente. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.425 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Aponeurose palmar | | | |
| | Inervação | Nervo mediano | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar | | | |
| Flexor radial do carpo | Origem | Epicôndilo medial do úmero | Similar ao <i>C.l.</i> Vascularizado pela artéria radial IAC=0.125 | Dupla inserção nos metacarpos II e III. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.250 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Base do metacarpo II | | | |
| | Inervação | Nervo mediano | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar | | | |
| Flexor superficial dos dedos | Origem | Cabeça do úmero – epicôndilo medial do úmero; Cabeça do rádio – face anterior do rádio. | Três cabeças de origem – umeral, radial e ulnar. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.375 | Alta similaridade com <i>Homo</i> Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.375 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Falanges medias do II ao V dedos. | | | |
| | Inervação | Nervo mediano | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar e ramos da artéria radial. | | | |
| Pronador redondo | Origem | Epicôndilo medial do úmero | Duas cabeças de origem, umeral e ulnar. Pouco | Alta similaridade com <i>Homo</i> . Pouco semelhante ao | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Porção pósterolateral do rádio | | | |
| | Inervação | Nervo mediano | | | |

| | | | | | |
|---------------------------------|----------------|---------------|---|-------------------------|-------------------------------|
| | Vascularização | Artéria ulnar | semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.375 | <i>C.l.</i> IAC=0.375 | |
| Grupo dos flexores superficiais | | | Pouco semelhante GIAC =0.26 | Semelhante GIAC=0.20 | Alta similaridade GIAC=0.0 |

Tabela 2. Análise comparativa dos músculos flexores profundos do antebraço entre *Cebus libidinosus* (*C.l.*), humanos (*Homo*), chimpanzés (*Pan*) e babuínos (*Papio*).

| Músculos | Características | <i>Cebus libidinosus</i> | <i>Homo</i> | <i>Pan</i> | <i>Papio</i> |
|------------------------------|-----------------|---|--|---|--|
| Pronador quadrado | Origem | Porção interna anterolateral do terço distal da ulna. | Inervado pelo nervo mediano. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.375 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Borda ântero-medial do terço distal do rádio. | | | |
| | Inervação | Nervo ulnar | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar | | | |
| Flexor profundo dos dedos | Origem | Porção proximal da face anterior da ulna | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Não incluído o tendão do dedo indicador. Semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.0625 | Tendões da cabeça radial para I, II e III dedos; e da cabeça ulnar para o III, IV e V dedos; associados com o flexor superficial dos dedos. Para essa proposta considerou IAC inexistente. Diferente do <i>C.l.</i> IAC=1.00 |
| | Inserção | Base das II a V falanges distais | | | |
| | Inervação | Nervo ulnar | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar | | | |
| Flexor longo do polegar | Origem | Epicôndilo medial da face anterolateral do rádio. | Também origina-se da parte adjacente da membrana interóssea. Semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.125 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Unido ao ventre do músculo flexor profundo dos dedos. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.250 |
| | Inserção | Falange distal do I dedo e um tendão para a II falange distal . | | | |
| | Inervação | Nervo mediano | | | |
| | Vascularização | Artéria ulnar | | | |
| Grupo dos flexores profundos | | | Semelhante GIAC=0.167 | Semelhante GIAC=0.020 | Pouco semelhante GIAC=0.417 |

Tabela 3. Análise comparativa dos músculos extensores do antebraço entre *Cebus libidinosus* (*C.l.*), humanos (*Homo*), chimpanzés (*Pan*) e babuínos (*Papio*).

| Músculos | Características | <i>Cebus libidinosus</i> | <i>Homo</i> | <i>Pan</i> | <i>Papio</i> |
|--------------------------------|-----------------|---|--|---|--|
| Grupo radial | | | | | |
| Braquiorradial | Origem | Porção látero-distal do úmero na crista supracondilar. | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Processo estilóide do rádio | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |
| | Vascularização | Artéria radial | | | |
| Extensor longo radial do carpo | Origem | Porção látero-distal do úmero na crista supracondilar | Sem ventre unido aos demais músculos. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.22 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Face dorsal da base do II metacarpo no seu lado radial | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |
| | Vascularização | Artéria radial | | | |
| Extensor curto radial do carpo | Origem | Epicôndilo lateral do úmero | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Face dorsal da base do II metacarpo | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |
| | Vascularização | Artéria radial | | | |
| Supinador | Origem | Epicôndilo lateral do úmero | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Porção media na face anterior do rádio | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |
| | Vascularização | Artéria radial | | | |
| Grupo superficial | | | | | |
| Extensor comum dos dedos | Origem | Epicôndilo lateral do úmero | Menor variação em relação à distribuição dos tendões para os dedos. Pouco similar ao <i>C.l.</i> IAC=0.22 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Aponeurose dorsal da segunda à quinta falanges proximal | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |
| | Vascularização | Artéria radial | | | |
| Extensor próprio do V dedo | Origem | Epicôndilo lateral do úmero | Apenas uma inserção do tendão no dedo mínimo. | Ventre bem destacado. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0C.l. |
| | Inserção | Dorso das falanges distais dos IV e V dedos | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------|----------------|---|--|---|--|
| | Vascularização | Artéria radial | Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.22 | IAC=0.22 | |
| Grupo ulnar | | | | | |
| Extensor ulnar do carpo | Origem | Epicôndilo lateral do úmero | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Metacarpo do V dedo | | | |
| | Inervação | Nervo radial | | | |
| | Vascularização | Artéria interóssea posterior | | | |
| Grupo profundo | | | | | |
| Extensor longo do polegar | Origem | Face posterior no terço médio da ulna e membrana interóssea | Única inserção na falange distal do polegar. Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> IAC=0.250 | Descrito como derivado do primitivo músculo extensor comum Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> CAI=0.22 | Similar ao <i>Pan.</i> Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> CAI=0.22 |
| | Inserção | Bases das falanges proximal e distal do I dedo | | | |
| | Inervação | Nervo interósseo posterior | | | |
| | Vascularização | Artéria interóssea posterior | | | |
| Extensor próprio do indicador | Origem | Face posterior da ulna e membrana interóssea | Tendão isolado para o dedo indicador Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> CAI=0.22 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 |
| | Inserção | Dorso das falanges proximais dos II, III e IV dedos | | | |
| | Inervação | Nervo interósseo posterior | | | |
| | Vascularização | Artéria interóssea posterior | | | |
| Abdutor longo do polegar | Origem | Face posterior da ulna rádio e membrana interóssea | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Dupla inserção no trapézio e na base do primeiro metacarpo Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> CAI=0.250 | Semelhante ao <i>Pan.</i> Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> CAI=0.250 |
| | Inserção | Base do I metacarpo na face lateral | | | |
| | Inervação | Nervo interósseo posterior | | | |
| | Vascularização | Artéria interóssea posterior | | | |
| Extensor curto do polegar | Origem | Terço proximal do rádio e membrana interóssea | Inserção simples na falange distal do polegar Pouco semelhante ao <i>C.l.</i> CAI=0.250 | Alta similaridade com <i>C.l.</i> IAC=0.0 | Ausente. Diferente do <i>C.l.</i> CAI=1.0 |
| | Inserção | Cápsula articular da articulação trapézio-metacarpo e na base desse último osso | | | |
| | Inervação | Nervo interósseo posterior | | | |
| | Vascularização | Artéria interóssea posterior | | | |

| | | | |
|----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Grupo extensor | Semelhante GIAC=0.12 5 | Semelhante GIAC=0.06 3 | Semelhante GIAC=0.13 4 |
|----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|

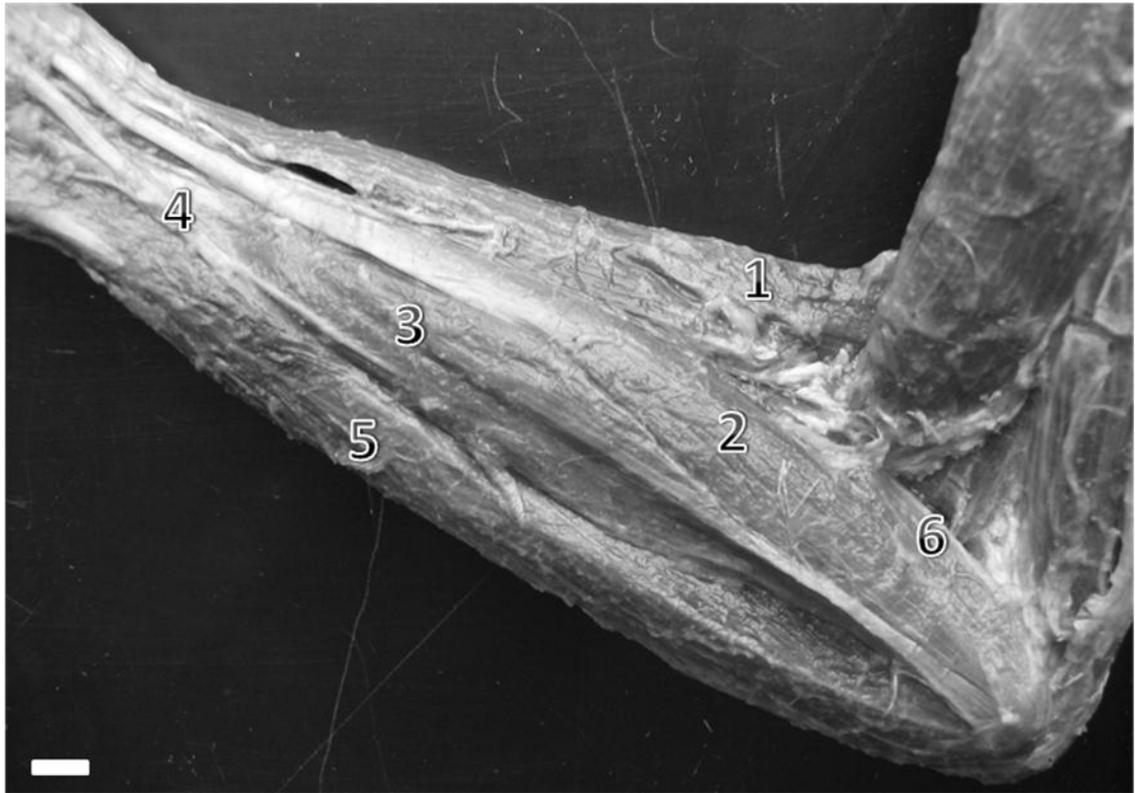


Figura 1. Fotografia anterior do antebraço direito de um *C. libidinosus*. Músculos 1). braquiorradial, 2) flexor radial do carpo, 3) flexor superficial dos dedos, 4) palmar longo, 5) flexor ulnar do carpo, e 6) pronador redondo. (barra=1,2cm).

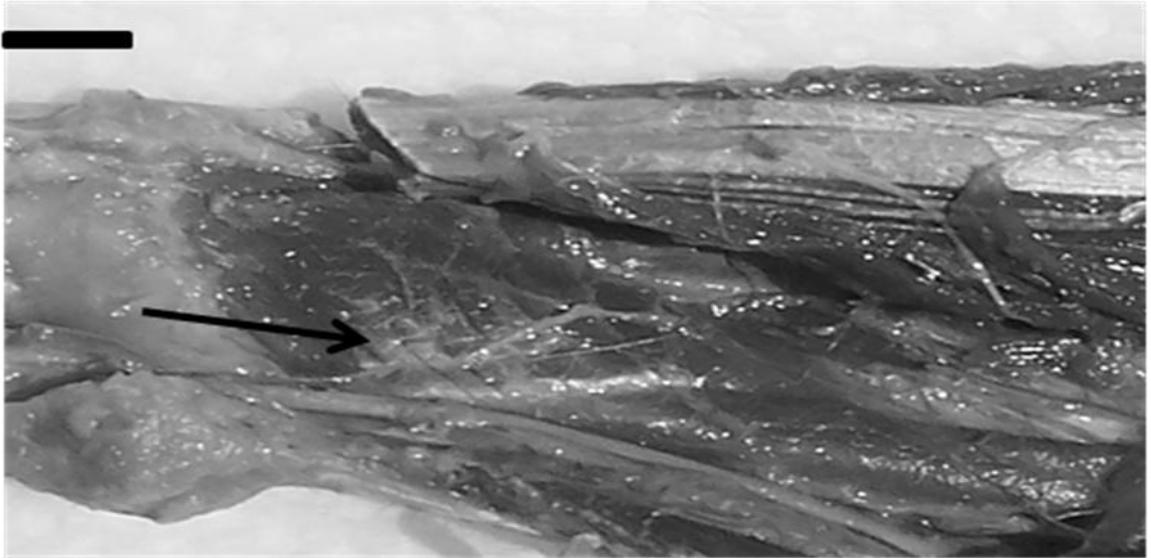


Figura 2. Fotografia ântero-medial do antebraço direito de um *C. libidinosus*. A seta indica o músculo pronador quadrado. (bar=0,5cm).



Figura 3. Fotografia anterior do antebraço esquerdo de um *C. libidinosus*. A seta indica o tendão de inserção do músculo flexor longo do polegar. Músculos 1) flexor profundo dos dedos e, 2) flexor longo do polegar. (bar=0,7cm).

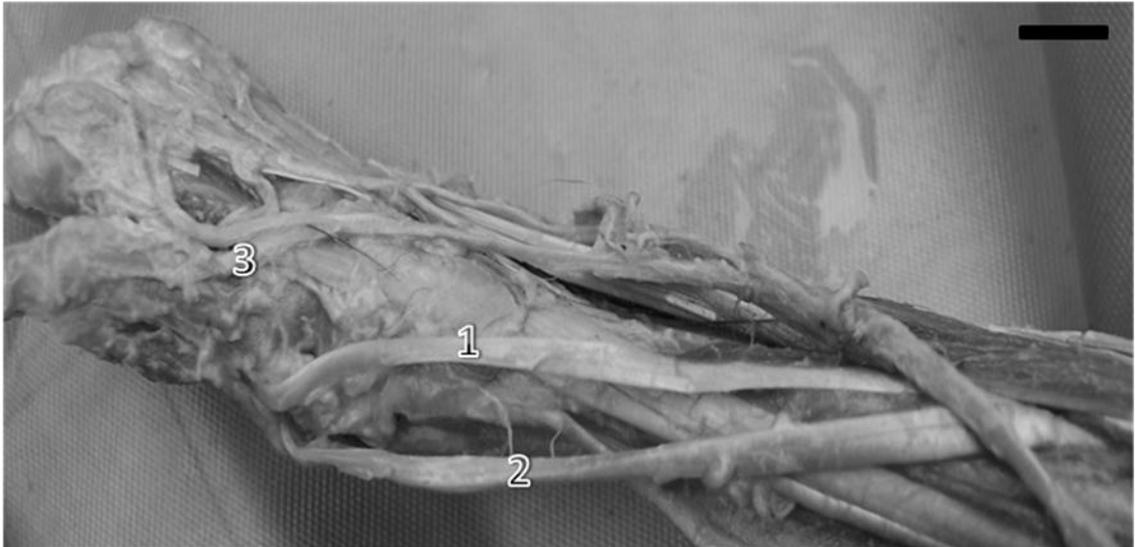


Figura 4. Fotografia lateral do antebraço direito de um *C. libidinosus*. Tendões dos músculos 1) extensor curto do polegar, 2) abdutor longo do polegar, 3) extensor longo do polegar. (Bar=1,2).

V. DISCUSSÃO

Não há equivalências quanto à inserção e ação do músculo braquiorradial entre *Cebus libidinosus*, humanos, chimpanzés e babuínos. A forma do músculo braquiorradial em *Cebus* está mais próximo da forma em babuínos, descrito por Swindler e Wood (1973) como plana e pontiaguda. No *Cebus*, mais do que nas outras espécies, o músculo braquiorradial é mais proeminente, proporcionalmente, com origem maior, mais amplo e carnoso no úmero com um pequeno tendão de inserção.

Pela análise das posições de origem e inserção do músculo braquiorradial em *Cebus* pode-se concluir sua ação agonística na flexão da articulação do cotovelo, semi pronação e supinação e, por seu comprimento, pode-se inferir que sua principal ação é restrita a primeira parte do movimento de flexão da articulação do cotovelo. Esses movimentos são importantes para as atividades nas árvores, justificando assim o grande diâmetro do músculo braquiorradial no *Cebus* à semelhança deste no babuíno.

O músculo extensor radial longo do carpo tem a forma semelhante nos chimpanzés, babuínos e humanos. Em babuínos e chimpanzés, por conseguinte, o ventre muscular não se diferenciou do extensor radial longo do carpo e do extensor radial curto do carpo (SWINDLER; WOOD, 1973); (CHAMPNEYS, 1871).

A origem, a inserção, a ação, a vascularização e a inervação do músculo extensor radial longo do carpo entre *Cebus libidinosus*, e seres humanos, babuínos, chimpanzés e gorilas, são semelhantes. Em relação à fusão do ventre muscular entre o extensor longo radial do carpo e do extensor curto radial do carpo, há uma maior semelhança entre o *Cebus* e os primatas do Velho Mundo e disparidade em relação a estes últimos com os humanos.

Cebus libidinosus e seres humanos têm equivalentes padrões de inervação e vascularização do músculo extensor radial curto do carpo, uma vez

que o nervo interósseo posterior é um ramo do nervo radial e a artéria recorrente radial é também um ramo da artéria radial. Os movimentos desse músculo são idênticos aos movimentos do extensor radial longo do carpo.

Nos primatas do Velho Mundo, principalmente os chimpanzés e babuínos, os músculos extensores comuns dos dedos não têm a parte carnosa individualizada, os tendões passam sob o ligamento dorsal do carpo e há muita variação na distribuição dos tendões dos dedos II ao V (SWINDLER; WOOD, 1973).

Os seres humanos, chimpanzés, babuínos e *Cebus libidinosus* têm padrões de equivalência de origem, inserção, vascularização e inervação do músculo extensor comum dos dedos, embora haja uma divisão clara na parte carnosa do ventre do músculo em humanos, em detrimento de outros primatas estudados. Não há nenhuma ramificação acentuada e inserções multidirecionais no tendão deste músculo para os dedos nos seres humanos, como ocorre com outros primatas.

O hábito arborícola que é comum aos *Cebus* e aos outros primatas prioriza os músculos compactos e fortes. Nos estudos etológicos a ação diferenciada dos movimentos dos dedos não é observada no *Cebus*, seus movimentos são gerais e agem em conjunto na abertura e fechamento da mão. As ações individuais dos dedos requerem um grande número de sinapses neuromusculares (MACHADO, 1993) e músculos individualizados.

No *Cebus*, os tendões de inserção dos músculos extensores comuns dos dedos são multidirecionais, estes tendões se dividem em quatro, na porção proximal da mão e, distalmente, após a aponeurose dorsal que se bifurcam para mais de um dedo, portanto uma ação individualizada neurocomportamental é improvável, ou, se não impossível. Ações como a extensão dos dedos III, II e IV como ocorre em seres humanos, não ocorrerá em *Cebus*, por razões puramente anatômicas.

Em chimpanzés, segundo Swindler e Wood (1973), a presença do músculo extensor próprio do indicador, semelhante ao que ocorre em

humanos, afirmam que esse músculo não está individualizado em babuínos, mas faz parte do grupo extensor primitivo comum.

A ação isolada do músculo extensor próprio do indicador sobre o dedo II não irá ocorrer em *Cebus*, porque seu tendão único, após a parte carnosa, distalmente, se separa em dois tendões que se bifurcam, criando quatro tendões para inseri-los nos dedos II, III e IV, desta maneira a ação do músculo em questão irá criar o movimento de três dedos. Em *Cebus*, o dedo III recebe um número maior de tendões e, por dedução, deve possuir maior força efetiva na extensão que os outros dedos. Devido à forma e organização dos tendões do músculo se poderia propor a existência de um músculo "extensor profundo dos dedos", pois, por causa do aspecto evolutivo da existência de um extensor do dedo indicador e pela ausência de um tendão do dedo mínimo, mantivemos o nome de extensor próprio do indicador de acordo com a Nomina Anatômica Humana.

Em babuínos, o músculo extensor próprio do V dedo tem uma origem comum com o músculo extensor comum dos dedos, no epicôndilo lateral do úmero e na fáscia que cobre o terço proximal do rádio, mas em chimpanzés a separação é evidente (CHAMPNEYS, 1871).

O músculo extensor próprio do quinto dedo em *Cebus* é mais semelhante aos de humanos e de chimpanzés quanto à separação do ventre muscular em relação ao músculo extensor comum dos dedos, mas difere em babuínos, em que há fusão dos ventres entre estes músculos (SWINDLER; WOOD, 1973). Entretanto, o tendão de inserção do músculo extensor próprio do quinto dedo é multidirecional, pois a ação desse músculo sobre o dedo V não vai ocorrer de modo isolado, mas a sua contração cria um movimento no dedo IV. Então, torna-se evidente, por mais de um fato, a ação generalizada do músculo extensor comum dos dedos em *Cebus*, tal como ocorre em outros primatas, mas não em humanos.

Swindler e Wood (1973) afirmam a existência do músculo extensor ulnar do carpo como uma estrutura bem definida e lateralmente situada no centro da

massa carnosa formada pelo músculo extensor comum dos dedos, nos chimpanzés e babuínos.

Swindler e Wood (1973) relatam que o músculo supinador, nos chimpanzés e babuínos, é profundo aos músculos extensores, sua origem é semelhante ao de humanos, inserido na face lateral do osso rádio, e innervado pelo nervo radial, o que cruza como em seres humanos.

Swindler e Wood (1973) mencionam o músculo adutor longo do polegar como um músculo grande e profundo fazendo parte do grupo extensor do antebraço de babuínos e chimpanzés, e seu tendão distal divide a inserção no osso trapézio e no primeiro osso metacárpico.

Swindler e Wood (1973) mencionam a presença do músculo extensor curto do polegar, músculo longo em babuínos e chimpanzés como os derivados do músculo extensor comum primitivo.

Os músculos extensor ulnar do carpo, supinador, abductor longo do polegar e o extensor curto do polegar são individualizados nos seres humanos, chimpanzés, babuínos e *Cebus* e há semelhanças presentes quanto a origem, inserção, forma, inervação e vascularização.

Nos *Cebus* há dois pontos de inserção do tendão do músculo extensor curto do polegar, que estão nas bases das falanges proximal e distal do polegar.

Nos chimpanzés, Swindler e Wood (1973) mencionam que o músculo extensor curto do polegar começa diferente do extensor curto do polegar, eles não mencionam a sua inserção e citam que ele não existe em babuínos.

O *Cebus*, em relação aos outros primatas, possui uma inserção inédita para o músculo extensor curto do polegar que está na articulação trapézio-metacarpo e base desse último. Essa inserção, por dedução, permite a extensão do I dedo, mas ajuda também na abdução da mão. A existência desse músculo em *Cebus* confirma a maior semelhança deste com os chimpanzés e os seres humanos, em detrimento dos babuínos que não têm

esse músculo Swindler e Wood (1973), apesar da diferença na inserção em relação aos seres humanos.

A força muscular no polegar parece ser aumentada pela ação conjunta dos músculos abductor longo do polegar e do extensor curto do polegar agindo na base do primeiro metacarpo, portanto, a extensão do I dedo não parece estar prejudicada devido às duas inserções do músculo extensor curto do polegar.

Pelos dados encontrados, é possível perceber que os músculos do antebraço responsáveis pelos movimentos mais delicados das mãos são idênticos em humanos, chimpanzés, babuínos e *Cebus*, portanto, os músculos mais especializados que geram os movimentos mais delicados e específicos, como o músculo extensor curto do polegar, do dedo mínimo e do indicador, são comuns em humanos, chimpanzés e *Cebus*, sendo estes os primatas que têm um maior índice de encefalização entre as espécies estudadas (PAIVA, 1998), não existindo em babuínos.

É importante considerar que as inserções dos músculos extensores específicos em chimpanzés e *Cebus* são distintas nos seres humanos. Este fato corrobora com os estudos de Aversi-Ferreira *et al.* (2005), como a predominância da força muscular no *Cebus*, tão necessária para a sobrevivência associada ao hábito arborícola em relação à habilidade manual elevada em humano.

O *Cebus* é mencionado como cognitivo e muito habilidoso, apresentando uma capacidade imensa de manipulação de ferramentas para obtenção de alimentos e divisão do trabalho, e essas atividades são observadas em cativeiro, assim como na liberdade, de acordo com Breseida e Ottoni (2001) e também Resende e Ottoni (2002), semelhante ao dos chimpanzés.

As conclusões sobre os músculos extensores colocam o *Cebus* mais perto dos humanos e chimpanzés que dos babuínos, devido à separação dos músculos e dos tendões extensores. Hartmann e Straus Jr (1932) mencionam que o grupo de músculos extensores da articulação do cotovelo de primatas é

derivado de um músculo extensor primitivo comum com os tendões enviado para polegar, dedo mínimo, indicador e a outros dedos, sem distinção, no ventre muscular. Os babuínos, com exceção feita a partir do músculo extensor curto do polegar, não apresentam diferenças de extensor próprio do indicador, extensor próprio do quinto dedo e do extensor curto do polegar.

Esses dados são relevantes para a correlação filogenética e evolutiva e corroboram com a ideia de associação entre habilidades manuais e cognitivas na evolução dos primatas. A semelhança anatômica entre *Cebus* e chimpanzés demonstra que esses animais evoluíram de forma convergente, quanto aos aspectos da habilidade manual principalmente devido às semelhanças na estrutura muscular dos músculos que agem mais especificamente nos dedos, como o músculo extensor profundo do antebraço. Tais dados podem ser estabelecidos, também, para a igualdade entre os relatórios da encefalização do chimpanzé e *Cebus* (PAIVA, 1998).

Aversi-Ferreira et al. (2005) citaram que os músculos flexores profundos do antebraço privilegiam a força e não a habilidade manual, em ordem, outro estudo realizado por Aversi-Ferreira et al. (2006) relatam que os músculos flexores superficiais do antebraço são mais semelhantes aos seres humanos e outros primatas (chimpanzés, gibão e orangotangos), mas especificamente para os músculos do ombro e do braço (AVERSI-FERREIRA et al., 2007), é mais semelhante ao babuíno. Interessante é que os músculos do antebraço em *Cebus* são mais semelhantes aos chimpanzés e seres humanos, supostamente porque agem na mão, e isso justifica a habilidade manual para ambos os primatas, mas os músculos para a locomoção dos membros torácicos são mais similares aos do babuíno

Estes dados indicam um aspecto importante na evolução dos *Cebus*, pois parece ter ocorrido divergência e convergência no membro torácico concomitantemente; isto é, convergência para o uso de ferramentas, idêntico ao do chimpanzé, mas divergentes para a locomoção; e convergência para a locomoção entre babuíno e *Cebus*, mas divergência entre ambos em relação ao uso a ferramentas.

A evolução dos primatas foi dividida há cerca 30 milhões de anos (BYRNE, 2000), em primatas do Novo Mundo e Velho Mundo, separando os ancestrais dos *Cebus*, o que corrobora a hipótese da evolução divergente e convergente citada anteriormente. De fato, em termos gerais, pode-se dizer que o *Cebus* é um híbrido entre chimpanzés e babuínos, pois possui a habilidade manual e cognição similar aos chimpanzés, e locomoção sobre o solo idêntico ao babuíno, dados estes justificados pelos músculos estudados.

VI – CONCLUSÕES

Os dados anatômicos da musculatura do antebraço compilados no presente estudo apoiam as habilidades comportamentais como a apreensão e a manipulação observadas neste gênero. A morfologia muscular e a diferenciação desses músculos, em macacos-prego, estão em consonância com os índices de encefalização e as altas habilidades cognitivas. Estes resultados corroboram ainda mais a convergência evolutiva em direção a um comportamento adaptativo (usar a ferramenta) entre o gênero *Cebus* e *Pongídeos*.

VII. REFERÊNCIAS

AVERSI-FERREIRA, T. A. et al.. Anatomical study of the deep muscles of the forearm of the *Cebus apella* (Linnaeus, 1766). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 3, p.297-301, jul./set. 2005.

AVERSI-FERREIRA, T. A. et al.. Comparative study of the superficial muscles of the forearm of the *Cebus* and *Homo*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n.1, p.139-144, jan./april. 2006.

AVERSI-FERREIRA, T. A. et al.. Anatomy of the shoulder and arm muscles of *Cebus libidinosus*. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, São Paulo, v.24, n.2, p.63-74. 2007.

AVERSI-FERREIRA, T. A.. A new statistical method for comparative anatomy. **International Journal of Morphology**, Temuco, v.27, n.4, p.1051-1058. 2009.

AVERSI-FERREIRA, T. A. et al.. Comparative anatomical study of the forearm extensor muscles of *Cebus libidinosus* (Rylands et al., 2000); Primates, Cebidae), modern humans, and others Primates, with comments on Primates evolution, phylogeny and manipulatory behavior. **The Anatomical Record**, New York, v. 293, n. 12, p.2056-2070, dez. 2010.

BRESEIDA, D. R.; OTTONI, E. B.. Observational learning in the manipulation of a problem-box by tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Revista de Etologia**, São Paulo, v.3, n.1, p.3-13, 2001.

BYRNE, R. W.. Evolution of Primate Cognition. **Cognitive Science**, Indiana, v.24, n.3, p.543-570, feb. 2000.

CHAMPNEYS, F.. On the muscles and nerves of a chimpanzee and a *Cynocephalus anubis*. **Journal of Anatomy and Physiology**, v.6, p.176-211, 1871

CHRISTEL, M.; FRAGASZY, D. M.. Manual function in *Cebus apella*: Digital mobility, preshaping, and endurance in repetitive grasping. **International Journal of Primatology**, v.21, p.697-719, 2000.

COLLAÇO, B. J. R.. **Hierarquia de dominância durante a obtenção de alimento em *Cebus Apella* e *Cebus libidinosus* em cativeiro**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Fisiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

DOMINGUES, S. F. C.; CALDAS-BUSSIÈRE, H. C.. Fisiologia e biotécnicas de reprodução desenvolvidas em fêmeas de primatas neotropicais importantes para a pesquisa biomédica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.1/2, p.57-71, jan./jun. 2006.

EMIDIO, R. A.. **Otimização no uso de martelos e bigornas para quebrar sementes por macacos prego (*Cebus flavius* e *C. libidinosus*) no Bioma Caatinga**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

FRAGASZY, D. et al.. Bearded capuchin monkeys' and a human's efficiency at cracking palm nuts with stone tools: field experiments. **Animal Behaviour**, v. 79, n.2, p. 321–332, 2010.

FRAGASZI, D. M.; VISALBERGHI, E.; FIDGAN, L. M.. **The Complete Capuchin**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

HARTMANN, C. G.; STRAUS JUNIOR, W. L.. The muscular system. In: HARTMANN, C. G.; STRAUS JUNIOR, W.L.. **The anatomy of the rhesus monkeys**. Nova York: Editora, 1932. p. 89-175.

IUGHETTI, C. G.. **Evolução cromossômica: estudo da variabilidade cariotípica em *Platyrrhini* e das homeologias e *Sinténias* com**

cromossomos humanos. 2008. 149 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LOPES, R. J.. Gênio da selva. **Scientific American Brasil**, v.27, p.25-32, 2004.

MACHADO, A. B. M.. **Neuroanatomia Funcional.** Rio De Janeiro: Ateneu, 1993.

MARIN, K. A.. et al.. Anatomy of the forearm and hand of *Cebus libidinosus* (Rylands, 2000). **International Journal of Morphology**, Temuco, v.27, n.3, p.635-642, 2009.

MARQUES, K. L. S.. **Associação de emissões vocais de macacos-prego (*Cebus apella*, Primate, Cebidae) a contextos comportamentais em cativeiro.** 2008. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

NAPIER, J. R.. The evolution of the hand. **Scientific American**, v.12, p.49–55, 1962.

NAPIER, J. R.. **Hands.** Princeton: Princeton University Press. 1980.

OTTONI, E. B. et al.. Tool use, social structure, and information transfer in capuchin monkeys. **Advances in Ethology**, Berlin, v.36, p.234–34, 2001.

PAIVA, M. J. A. F. D. **Causas e consequências da encefalização nos homínídeos.** 1998. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 1998. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/www.antr/áreas/paleontologia/encefa/textos/html>>.

Acesso em: 18 jun. 2010.

PARKER, S. T.; GIBSON, K. R.. Object manipulation, tool use and sensorimotor intelligence as feeding adaptations in cebus monkeys and great apes. **Journal of Human Evolution**, v.6, n.7, p.623-64,1977.

PEREIRA-DE-PAULA, J.. Anatomical study of the main sulci and gyri of the *Cebus libidinosus* (Rylands, 2000) brain. **Revista Neurobiologia**, Recife, v.73, n.2, p.65-78, 2010.

PERRY, S.. Social traditions and social learning in capuchin monkeys (*Cebus*). **Philosophical Transactions of the Royal Academy of Society of London. Series B, Biological Sciences**, London, v.366, n.1567, p.988-996, 2011.

POUYDEBAT, E. et al.. Biomechanical study of grasping according to the volume of the object: Human versus non-human primates. **Journal of Biomechanics**, v.42, n.3, p.266-272, dec. 2009.

POUYDEBAT, E. et al.. Diversity of grip in adults and young humans and chimpanzees (*Pan troglodytes*). **Behavioural Brain Research**, v.218, n.1, p.21-28, mar. 2011.

PRADO, Y. C. L.. **Análise anatomo-funcional dos músculos do antebraço e a citoarquitetura do neocórtex occipital de *Cebus libidinosus***. 2010. 86 f. Dissertação (Doutorado) -Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.

RESENDE, B. D.; OTTONI, E. B.. Brincadeira e aprendizagem do uso de ferramentas em macacos-prego (*Cebus apella*). **Estudos de Psicologia**, v.7, n.1, p.173-80,2002.

ROTH G.; DICKE, U.. Evolution of the brain and intelligence. **Trends in Cognitive Sciences**, v.9, n. 5, p.250-257, may. 2005.

RYLANDS, A. B. et al.. An assessment of the diversity of new world primates. **Neotropical Primates**, v.8, p.61-93, jan. 2000.

SABBATIN, G. et al.. Behavioral flexibility of a group of bearded capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the National Park of Brasília (Brazil): consequences of cohabitation with visitors. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, v. 68, p. 685-693, 2008.

SILVA, J. S.. **Especiação nos macaco-prego e caiararas, gênero *Cebus* ERXLEBEN, 1777 (Primates, Cebidae)**. 2001. Tese (Doutorado) – Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2001.

SILVA, R. A.; FERREIRA, J. R.. Morfologia da artéria cerebelar superior do macaco-prego (*Cebus apella* L.; 1976). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.3, p.687-95, 2006.

SILVA, E. D. R.. **Escolha de alvos coespecíficos na observação do uso de ferramentas por macacos-prego (*Cebus libidinosus*) selvagens**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. **Terminologia Anatômica Internacional da Federative Committee on Anatomical Terminology - FCAT (Comissão Federativa de Terminologia Anatômica - CFTA)**. São Paulo: Manole, 2001. 248 p.

SOUTO, A. et al.. Critically endangered blonde capuchins fish for termites and use new techniques to accomplish the task. **Biology Letters**, DOI:10.1098.

SPINOZZI, G.; TRUPPA, V.; LAGANÀ, T.. Grasping behavior in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*): Grip types and manual laterality for picking up a small food item. **Journal of Physical Anthropology**, v.125, p.30-41, 2004.

STANDRING, S.. **Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice**. London: Churchill Livingstone, 2008.

STORER, T. I.; USINGER, R. L.. **Zoologia Geral**. 6. ed. São Paulo: Nacional, 2002. 816 p.

SWINDLER, D. R.; WOOD, C. D.. Superior member. In: SWINDLER, D. R.; WOOD, C. D.. **An atlas of primate gross anatomy**. Washington: University Of Washington Press, 1973. p. 148-155.

TORREY, T. W.. **Morfogénesis de los Vertebrados**. México: Editorial Limusa, 1978. 576 p.

VISALBERGHI, E.; FRAGAZSY, D. M.; SAVAGERUMBAUGH, S.. Performance in a tool-using task by common chimpanzee (*Pan troglodytes*), bonobo (*Pan paniscus*), an orangutan (*Pongo pygmaeus*) and capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, v.109, n.1, p.52-60, mar.1995.

WAGA, I. C. et al.. Spontaneous tool use by wild capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the cerrado. **Folia Primatologica**, Basel, v.77, n.5, p.337-344, 2006.

WESTERGAARD, G. C.; FRAGASZY, D. M.. The manufacture and use of tools by capuchin monkeys (*Cebus apella*). **Journal of Comparative Psychology**, v.101, n.2, p.159-168,1987.