

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**ANATOMIA ÓSSEA E MUSCULAR DA CINTURA PEITORAL,
ESTILOPÓDIO E ZEUGOPÓDIO DO *Caiman latirostris* (DAUDIN, 1802)
(CROCODYLIA: ALLIGATORIDAE)**

**MARILUCE FERREIRA ROMÃO
EDUCADORA FÍSICA**

**UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL
DEZEMBRO DE 2010**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

**ANATOMIA ÓSSEA E MUSCULAR DA CINTURA PEITORAL,
ESTILOPÓDIO E ZEUGOPÓDIO DO *Caiman latirostris* (DAUDIN, 1802)
(CROCODYLIA: ALLIGATORIDAE)**

MARILUCE FERREIRA ROMÃO

Orientador: Professor Dr. André Luiz Quagliatto Santos

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

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL
DEZEMBRO DE 2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R766a Romão, Mariluce Ferreira, 1974-
Anatomia óssea e muscular da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *Caiman latirostris* (DAUDIN, 1802) (Crocodylia: Alligatoridae) [manuscrito] / Mariluce Ferreira Romão. - 2010.
35 f. : il.

Orientador: André Luiz Quagliatto Santos.

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

Inclui bibliografia.

1. Anatomia veterinária - Teses. 2. Jacaré - Anatomia - Teses. I. Santos, André Luiz Quagliatto. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 591.4

CONFIE SEMPRE

“Não percas a tua fé entre as sombras do mundo, ainda que os teus pés estejam sangrando, segue para frente, erguendo-a por luz celeste, acima de ti mesmo. Crê e trabalha. Esforça-te no bem, e espera com paciência. Tudo passa e tudo se renova na terra, mas o que vem do céu permanecerá. De todos os infelizes os mais desditosos são os que perderam a confiança em Deus e em si mesmos, porque o maior infortúnio é sofrer a privação da fé, e prosseguir vivendo. Eleva, pois, o teu olhar e caminha. Luta e serve. Aprende e adianta-te. Brilha a alvorada além da noite. Hoje, é possível que a tempestade te amarfane o coração e te atormente o ideal, aguilhoando-te com a aflição, ou ameaçando-te com a morte. Não te esqueças, porém, de que amanhã será outro dia”.

Francisco Cândido Xavier

**Dedico sobretudo a Deus, e ao apoio
inconteste do meu esposo e filha.**

AGRADECIMENTOS

A menção honrosa na obtenção de um título acadêmico, não se limita simplesmente aos resultados demonstrados e alcançados, e sim, em todo o caminho percorrido, considerando cada percalço, subsídios e pessoas envolvidas.

Ao professor Dr. Zenon Silva, agradeço, incomensuravelmente, o conhecimento compartilhado, e por ter sido o grande idealizador e motivador do meu ingresso ao Mestrado, ressaltando não só o grande amigo que inevitavelmente tornara-se, como também, o orgulho de fazer parte da sua “escola” e referenciá-lo como “Mestre”.

Ao professor, Dr. André Luiz Quagliatto Santos, que tão, gentilmente, recebeu-me como orientada, sem fazer nenhuma distinção à minha formação acadêmica, acreditando, que cada um pode contribuir mediante pleno domínio na sua área de atuação. Não poderia deixar de citar a presteza em todas as solicitações, e a simplicidade nas resoluções em cada situação que pudesse parecer complexa, os meus sinceros agradecimentos!

Ao professor, Dr. Frederico, Dra. Daniela, e Dra. Roseâmely, agradeço a participação na avaliação, e, por conseguinte, contribuição ao nosso trabalho.

Ao meu esposo, Emerito Ferreira Júnior, que acreditou no meu sonho, e que por certo, se tornou nosso, jamais se deixando abalar por influências externas, valendo ressaltar a impecável atenção dispensada à nossa menina, o meu amor incondicional.

À minha filha, Camila Ferreira Romão, de quem tanto me orgulho pela graciosidade, beleza e honestidade, expresso a minha realização plena como mãe, desculpando-me pelas ausências circunstanciais, e para não fugir ao costume,

reafirmo que no mundo, não há alguém a ame, ou possa vir a amá-la, mais do que eu.

Ao meu pai, Roberto Romão das Dores, à minha mãe Maria dos Anjos Romão, e aos meus irmãos, especialmente, à minha irmã, Marilene Romão Gonçalves, extensivos aos seus familiares, o meu carinho eterno.

À minha tia, Maria Aparecida de Brito Oliveira, extensivo aos meus primos, agradeço a acolhida afetuosa, as palavras de carinho e atenção em momentos decisivos, e, contudo, pela grande representatividade do tio Gilson (*in memorian*) que eternamente amaremos.

Ao Fabiano Campos Lima, um agradecimento conspícuo, tendo em vista a minha indicação ao professor Dr. André Luiz Quagliatto Santos, para orientação no programa de Pós graduação em Ciências Veterinárias.

À equipe do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres, obrigada pela parceria e atendimento.

Aos professores da graduação, aos amigos, e a todos que de alguma forma contribuíram para a minha progressão acadêmica e profissional, o meu profundo agradecimento.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
CAPÍTULO 2: ANATOMIA ÓSSEA DA CINTURA PEITORAL, ESTILOPÓDIO E ZEUGOPÓDIO DO <i>Caiman latirostris</i> (DAUDIN, 1802) (CROCODYLIA:ALLIGATORIDAE).....	5
CAPÍTULO 3: ANATOMIA, CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA BÁSICA DA MUSCULATURA DA CINTURA PEITORAL, ESTILOPÓDIO E ZEUGOPÓDIO DO <i>Caiman latirostris</i> (DAUDIN, 1802) (CROCODYLIA:ALLIGATORIDAE).....	17

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Animalia é um reino composto por seres pluricelulares, eucariontes e heterótrofos. Possui os filos: poríferos (esponjas do mar), cnidários (anêmonas, medusas), platelmintos (vermes com o corpo achatado, planárias, tênias), nematelmintos (vermes de corpo cilíndrico, áscaris), moluscos (caracol), anelídeos (minhoca), artrópodos (moscas, aranhas), ecnodermos (estrelas do mar), e cordados (peixes, mamíferos e crocodilianos) (MARCONDES, LAMMIMOGLIA, 1994).

Os primeiros vertebrados surgiram no planeta há mais de 400 milhões de anos, a partir dos cordados primitivos, na condição de animais, que por sua vez, ainda não possuíam mandíbulas, os ciclóstomos. Logo, vieram os primeiros grupos de peixes, com mandíbulas, que apresentavam grandes carapaças, ou couraças, na cabeça, o corpo nu, e sem escamas. Tais espécies, hoje, são encontradas fossilizadas, permanecendo dois grandes grupos: um com esqueleto ósseo, e outro com arcabouço cartilaginoso. Em seguida, foram surgindo gradativamente as demais classes (POUGH, 1999).

Caracteristicamente com dois pares de membros, os tetrápodes compreendem quatro classes: anfíbios, com pele úmida, hematose cutânea intensa e com ausência de escamas externas; os répteis com pele seca, e escamas epidérmicas; as aves com penas, bico, e extremidades anteriores tipicamente aladas; bem como os mamíferos dotados de pêlos sobrepostos à pele, e filhotes amamentados pelas fêmeas, através do leite produzido pelas glândulas mamárias. Vale ressaltar que as duas primeiras classes supracitadas referenciam animais ectotérmicos, e as duas últimas, homeotermos (LEBEDEV, COATES, 1995).

Os répteis são classificados em quelônios (tartarugas, cágados e jabutis), crocodilianos (jacarés e crocodilos), e escamados (lagartos, lagartixas, camaleões e cobras). Possuem a pele desprovida de glândulas, sendo constituída por escamas (cobras e lagartos), placas córneas (crocodilos e jacarés), ou carapaças (tartarugas). O esqueleto ósseo é composto por coluna vertebral apoiando os membros, de maneira que as cobras conseguem assumir grande expansão no diâmetro corporal, no momento em que estão deglutindo uma presa, em razão da ausência do esterno, sinalizando, portanto, a presença de costelas flutuantes (STORER, 2002).

Tipicamente rastejantes, os reptilianos, entre os quais são encontrados os ápodos (sem extremidades locomotoras), e os tetrápodes (com extremidades curtas e cuja implantação não permite que o animal suporte bem o peso do seu corpo, o qual se apóia no solo). Representam o primeiro grupo de vertebrados bem sucedidos na conquista do meio terrestre, não dependendo mais da água para reprodução. Os ovos apresentam-se com casca protetora e anexos embrionários como o córion, alantóide e âmnion, garantindo aos répteis, total independência da água do meio para o desenvolvimento embrionário (FITZSIMMONS et al., 2001; MAIA, 2010).

No Brasil são encontradas seis espécies de crocodilianos: *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus palpebrosus*, *Paleosuchus trigonatus*, *Caiman crocodilus*, *Caiman yacare* e *Caiman latirostris* (SIQUEIRA, 2006).

A locomoção revela o modo de deslocamento, e, por conseguinte o comportamento de determinada espécie, nas suas necessidades diárias, com na captura de alimento, fuga, acasalamento, e busca de melhores condições de vida. A velocidade nas ações está diretamente relacionada com o apoio das extremidades dos membros na superfície de atrito, seja em ambiente terrestre, aquático ou aéreo (DENSMORE, 1983).

Em resposta à propulsão e estabilidade lateral durante a locomoção terrestre os membros resistem à força da gravidade, resposta à propulsão e estabilidade lateral, demonstrando a solicitação de economia energética, através do movimento pendular, não só em quadrúpedes, extensivo aos bípedes. Tal mecanismo é potencializado em velocidades altas, recorrendo a maiores níveis de aportes estruturais tendíneos, ligamentares, articulares e musculares (CAVAGNA et al., 1977).

Na água, o principal órgão propulsor dos crocodilianos é a cauda, que por sua vez representa estimadamente 28% do peso corporal, realizando ondulação crânio caudal. No mergulho, os membros torácicos posicionam-se verticalizados, projetados acima do nível dos ombros, direcionando a cabeça para baixo, enquanto os pelvinos agem como estabilizadores. Na terra, a propulsão é garantida pela sustentação dos membros pelvinos que assumem um papel substancial no apoio da massa corpórea, coerente ao seu direcionamento caudal, haja vista a projeção de uma cauda particularmente significativa e pesada. Os movimentos de longa distância tendem a ser evitados em razão da necessidade de interrupções para

descanso, porém ocorrem de acordo com as circunstâncias (WILLEY et al., 2004; IUCN, 2008).

Em locomoção terrestre, os crocodilianos se deslocam basicamente por caminhada alta, galope e rastejamento. A caminhada alta, utilizada em solo rígido, sugere elevação do tronco e membros abaixo do corpo, não superior a uma marcha de 2 a 3 km, geralmente lenta, passando de 5 km/h, somente, sob pressão. Nesta ocorrência, logo o animal migra para o rastejamento rápido, por não conseguir sustentar o peso do corpo durante muito tempo. O galope impulsiona os membros alternadamente ao ar, possibilitando maior velocidade, comum em fuga, considerado quatro vezes mais rápido que o rastejamento, e duas vezes mais que a caminhada alta. O rastejamento indica que o tronco esteja em contato com o solo e os membros lateralizados. Considera-se como a forma mais comum de movimentação, podendo variar de lento (5 km/h) a velocidades maiores (até 10 km/h) com pequena elevação do tronco, caso se encontrem diante de algum risco iminente (BRITTON, 2009).

REFERÊNCIAS

BRITTON, A. Locomotion. **Crocodilian Biology Data Base**, 2009. Disponível em < <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cbd-gb3.htm> > Acesso em: 03/09/09.

CAVAGNA, G. A.; HEGLUND, N. C.; TAYLOR, C. R.. Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditure. **American Journal of Physiology**, v. 233, p. 243-261, 1977.

DENSMORE, L. D. Biochemical and immunological systematics of the order Crocodilia. In: HECHT, M. K.; WALLACE, B.; PRANCE, G.H. (eds). **Evolutionary Biology**, v. 16, p. 397-465, 1983.

IUCN –SSC, Crocodile Specialist Group. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: Locomotion. **Crocodilian Biology**, 2008. Disponível em <www.iucnredlist.org> acesso em: 03/09/09.

LEBEDEV, O.A.; COATES, M. I. O esqueleto postcranial tetrápode do Devoniano curtum Tulerpeton Lebedev. **Journal de Zoologia da Linnean Society**, v.114, p.307-348, 1995.

MAIA, A. Répteis. **Serdigital**, v. 87, p.1, 2010.

MARCONDES, A. C.; LAMMIMOGLIA, D. A. **Biologia**: ciência da vida, seres vivos. São Paulo: Editora Atual, 1994.

POUGH, F. H. **A vida dos vertebrados**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 699p.

FITZSIMMONS, N; TANKSLEY, S; FORSTNER MR, L. E. E.; DAGLISH, R., GRATTEN, J.; DAVIS, S. Microsatellite markers for *Crocodylus*: New genetic tools for population genetics, mating system studies and forensics. p.51–57. In: GRIGG, G; SEEBACHER, F; FRANKLIN, C. **Crocodilian Biology and Evolution**, 2001. 446p.

SIQUEIRA, M. Genética de crocodilianos. **Biotecnologia AHG**, v. 251. 2006. Disponível em< <http://www.biotec-ahg.com.br/index.php/acervo-de-materias/biotecnologiaanimal/251-universidade-de-sao-paulo-estuda-genetica-de-crocodilianos>> Acesso em: 03/09/10.

STORER, T. I. **Zoologia Geral**. São Paulo: Companhia editora nacional, 2002. 816p.

WILLEY, J. S.; BIKNEVICIUS, A. R.; REILLY, S. M.; KATHLEEN, D.; EARLS, K. D. The tale of the tail: limb function and locomotor mechanics in *Alligator mississippiensis*. **The Journal of Experimental Biology**, v. 207, p. 553-563, 2004.

CAPÍTULO 2 - ANATOMIA ÓSSEA DA CINTURA PEITORAL, ESTILOPÓDIO E ZEUGOPÓDIO DO *Caiman latirostris* (DAUDIN, 1802) (CROCODYLIA: ALLIGATORIDAE)

RESUMO - O desenvolvimento do esqueleto torna-se melhor compreendido, mediante novas descobertas, haja vista um tecido referencialmente em dinâmico processo de formação e reabsorção. Neste estudo foi utilizado um exemplar de *Caiman latirostris*, macho, adulto juvenil (entre de 5 a 8 anos) medindo em torno de 1,50m de comprimento, pertencente ao acervo do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres, da Universidade Federal de Uberlândia, fixado em formol a 10%. Inicialmente foi realizada a retirada da pele, vísceras e musculatura associada aos ossos da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *C. latirostris*, seguida de identificações ósseas, registradas através de fotografias com câmera digital, e finalmente descritas anatomicamente. Os resultados demonstraram que o *C. latirostris* apresenta características anatômicas ósseas da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio semelhantes aos seus ancestrais, extensivas aos demais crocodilianos, visto que há similaridades comportamentais inter e intraespecíficas.

Palavras-chave: Anatomia, jacaré do papo amarelo, ossos.

**CHAPTER 2 – SKELETAL ANATOMY OF THE PECTORAL GIRDLE,
STYLOPODIUM AND ZEUGOPODIUM OF *Caiman latirostris* (DAUDIN, 1802)
(CROCODYLIA: ALLIGATORIDAE)**

ABSTRACT – The development of the skeleton can be better understood through new discoveries, using as reference tissue that is in a dynamic process of formation and resorption. This study used a young adult male specimen of *C. latirostris*, 1.50m in length, belonging to the collection of the Wild Animal Research Laboratory of the Federal University of Uberlândia, fixed in 10% formol. The specimen's skin, viscera and pectoral girdle, stylopodium and zeugopodium bone muscles were removed, and the bones were identified, recorded in photographs taken with a digital camera, and described. The findings demonstrate that the characteristics of the skeletal anatomy of the pectoral girdle, stylopodium and zeugopodium of *C. latirostris* resemble those of its ancestors and extend to the other crocodilians, since they exhibit inter- and intraspecific behavioral similarities.

Keywords: Anatomy, broad snouted caiman, bones.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do esqueleto torna-se melhor compreendido, mediante novas descobertas, haja vista um tecido referencialmente em dinâmico processo de formação e reabsorção. Os ossos podem ser formados tanto a partir de moldes de cartilagem, como da condensação do mesênquima. Uma vez constituído, o arcabouço ósseo é responsável por sustentação corporal, proteção de órgãos internos, assistência aos movimentos, hematopoiese, homeostasia mineral e armazenamento de triglicerídeos (ORTEGA et al., 2004).

A morfologia dos répteis difere notoriamente nos aspectos macro e microscópicos de outras espécies. Portanto, o conhecimento anatômico desses animais, em caráter comparativo, pode esclarecer as diferenças interespecíficas (SCHUMACHER, 1996). Vale ressaltar que a partir da reconstrução do esqueleto dos dinossauros, tornam-se possíveis inferências funcionais e comportamentais desses animais (CHINSAMY, DODSON, FARLOW, 1995).

O *Caiman latirostris*, ou jacaré do papo amarelo, é um crocodiliano da América do Sul (Brasil, Bolívia, Argentina, Uruguai, Paraguai) (VILELA, 2008), de porte mediano, com focinho caracteristicamente largo, e pode atingir até três metros, porém não é comum encontrá-lo com mais de dois (PIÑA et al., 2003; VILELA, 2008; SIMONCINI et al., 2009). Trata-se de uma espécie considerada em baixo risco de extinção a partir de 2003, pela International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 2008; BRITTON, 2009; QUEIROZ, AOYAMA, 2009).

Atividades científicas e didáticas são suplementadas com a utilização de esqueletos, em razão do fornecimento de informações seguras sobre as adaptações específicas dos vertebrados, como por exemplo, sustentação, postura e aparelho locomotor (HILDEBRAND, GOSLOW, 2006) extensivo às análises anatômicas e filogenéticas capazes de ampliar o conhecimento da biodiversidade (AURICCHIO, SALOMÃO, 2002).

Tendo em vista a descrição da anatomia óssea da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *C. latirostris*, pretendeu-se contribuir com o acervo de informações morfológicas sobre a referida espécie, extensivo às aplicações clínicas e medicina terapêutica desses animais.

MATERIAL E MÉTODO

Foi utilizado um exemplar de *Caiman latirostris*, macho, adulto juvenil (entre de 5 a 8 anos) medindo em torno de 1,50 m de comprimento, pertencente ao acervo do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres, da Universidade Federal de Uberlândia, fixado em formol a 10%.

Inicialmente foi realizada a retirada da pele, vísceras e musculatura associada aos ossos da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *C. latirostris*, seguida de identificações ósseas, registradas através de fotografias com câmera digital, e finalmente descritas anatomicamente.

RESULTADOS

CINTURA PEITORAL – Escápula e coracóide

A cintura peitoral é constituída pela escápula e coracóide e articula-se com os ossos do membro torácico.

Escápula

A escápula expandida em sentido crânio dorsal possui uma superfície articular estreita para articulação com o coracóide, projetando parte da cavidade glenóide através de uma ampliação sulcada, caracteristicamente selar, que por sua vez, articula-se com a alongada cabeça do úmero, congruente à superfície articular correspondente. Possui margens cranial, caudal, proximal e distal, de maneira que a primeira proximal apresenta-se profunda e curta e a segunda é menos acentuada e horizontal. Nas faces dorsal, cranial e caudal distal da escápula, observam-se os pontos de origem dos músculos deltóide escapular e redondo maior, respectivamente, bem como as suas áreas de fixação. Proximal à cavidade glenóide é observada uma área rugosa, na qual encontra-se fixado parte do ventre do músculo escapulo umeral e, caudalmente, em superfície abaulada, a origem do deltóide clavicular.

Coracóide

O coracóide, expandido em sentido crânio ventral, apresenta-se amplo, possuindo margens cranial, caudal, proximal e distal, de maneira que a primeira apresenta-se mais acentuada percorrendo localização média e a segunda mais rasa e horizontalizada. Apresenta diâmetros similares aos da escápula, destacando a presença de um forame conspícuo proximal à junção escapulocoracóide, bem como, uma linha vertical, na qual observa-se a fixação de origem do músculo bíceps braquial. A contribuição para formação da cavidade glenóide segue conforme descrito para a escápula. Proximal à margem medial observa-se uma considerável área rugosa, na qual se origina o músculo supracoracóide longo.

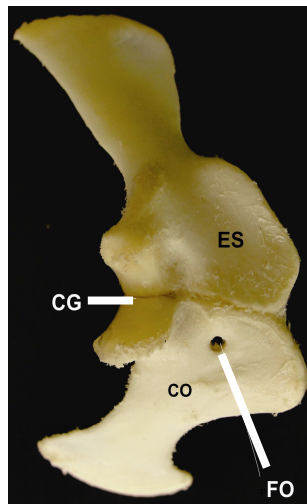


Figura 1. Fotografia da cintura peitoral do antímero direito do *Caiman latirostris*, na vista dorsal. CO, coracóide; CG, cavidade glenóide; FO, forame do coracóide; ES, escápula.

ESTILOPÓDIO – Úmero

O úmero possui características típicas de um osso longo. Trata-se de uma estrutura óssea constituída por uma diáfise encurvada, e duas epífises. A diáfise é convexa lateralmente, com concavidade medial. As duas extremidades articulares correspondem a uma epífise proximal e outra distal, respectivamente.

Na epífise proximal, uma superfície alongada articula-se com a cavidade glenóide, formando uma protuberância medial contínua com a face articular, referenciando o ponto de inserção do músculo subescapular. Proximal à superfície articular do úmero com a cavidade glenóide, encontra-se uma proeminente projeção denominada crista deltóide, na qual inserem-se cranialmente os músculos deltóide clavicular e deltóide escapular. Em vista lateral, observa-se uma elevação alongada, iniciada proximal à cabeça do úmero, até o nível cranial da crista deltóide, em localização intermédia, servindo de ponto de fixação de origem do músculo tríceps curto cranial, bem como medialmente em área proximal à articulação glenoumeral, em área triangular, e caudal à crista deltóide observa-se a inserção do músculo coracobraquial ventral.

Na epífise distal são observadas duas protuberâncias arredondadas assimétricas, conhecidas como côndilos, separados por uma pequena depressão, seguidas de seus respectivos epicôndilos cranial e caudal, articulando-se com o rádio (cranial) e a ulna (caudal).

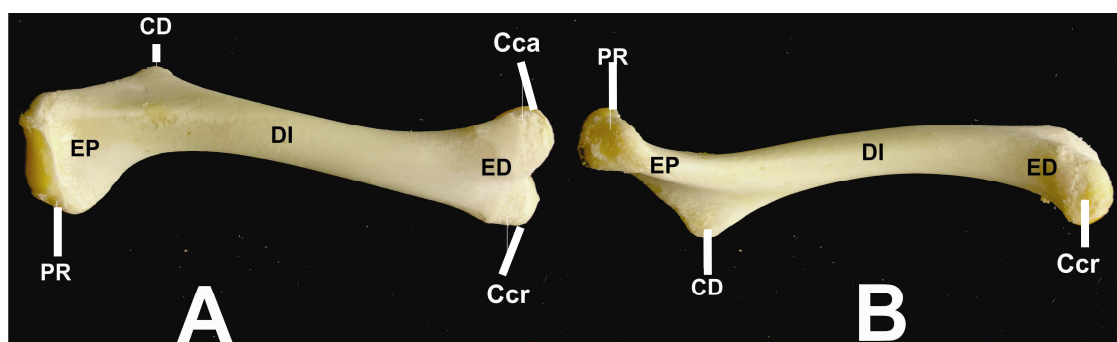


Figura 2. Fotografia do Estilopódio - Úmero do *Caiman latirostris*, na **A** Vista lateral do antímero direito, e **B** - Vista medial do antímero direito. PR, protuberância; CD, crista deltóide, EP, epífise proximal; DI, diáfise; ED, epífise distal; Cca, côndilo caudal; Ccr, côndilo cranial.

ZEUGOPÓDIO – Rádio e Ulna

Rádio

O rádio possui características típicas de um osso longo, nitidamente mais afilado que a ulna. Apresenta uma diáfise cilíndrica, bem como epífises proximal e

distal. A superfície articular proximal articula-se com o côndilo cranial do úmero, e caudalmente com a ulna. A superfície articular distal articula-se com o osso radial do carpo, e caudalmente com a ulna. A epífise proximal não possui diâmetro expansivo como a distal, sendo observada na primeira, uma discreta tuberosidade proximal destacada caudalmente, servindo de ponto de inserção para músculos umeroradial e bíceps, ao longo da diáfise, em sentido longitudinal caudal, uma margem pouco saliente, que fixa a inserção do músculo pronador redondo.

Ulna

A ulna possui características típicas de um osso longo, notoriamente mais robusta que o rádio, com diminuição no diâmetro distalmente. Apresenta uma diáfise larga e encurvada, com uma convexidade lateral, apresentando um sulco intermédio para fixação do músculo extensor radial curto do carpo. Possui epífises proximal e distal, encontrando-se a proximal articulada ao côndilo caudal do úmero, nitidamente mais espessa, bem como projeção olecraniana ampla e arredondada e, cranialmente, articula-se com o rádio. A superfície articular distal articula-se com o carpo e cranialmente, com o rádio.



Figura 3. Fotografia do Zeugopódio do *Caiman latirostris* - Vista lateral do antímero direito. RA, rádio; UL, ulna; PI, pisiforme; R, radial; U, ulnar, OL, olecrano; Tr, tuberosidade radial.

Quadro 1 – Descrição óssea da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *Caiman latirostris*.

OSSO	TIPO	LOCALIZAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Escápula	Plano	Cintura peitoral dorsal	Articula-se com o coracóide e o úmero
Coracóide	Plano	Cintura peitoral ventral	Articula-se com a escápula e o úmero
Úmero	Longo	Zeugopódio	Articula-se com a cavidade glenóide proximalmente, e com o rádio e ulna distalmente
Rádio	Longo	Estilopódio cranial	Articula-se com o úmero proximalmente, e com o carpo distalmente (cranial)
Ulna	Longo	Estilopódio caudal	Articula-se com o úmero proximalmente, e com o carpo distalmente (caudal)

DISCUSSÃO

Os membros torácicos do *C. latirostris* apresentam-se curtos, menores que os pelvinos, de acordo com Oven (1855), em descrição para os crocodilianos, sinalizando maior potencial em movimentos aquáticos em detrimento aos terrestres, e como em *Desmotosuchus haplocerus* (CASE, 1920) (AETOSSAURIA: STAGONOLEPIDIDAE), apud Small (1985).

Em *Herrerasaurus ischigualastensis* (SAURISCHIA: HERRERASAURIDAE) (REIG, 1963) demonstrado por Sereno (1993), a escápula estreita e extensa com a presença de acrômio e o coracóide curto, não apresentam similaridade, como em *C. latirostris*, porém são semelhantes em relação à cavidade glenóide selar, a cabeça umeral convexa e alongada, diferindo na protuberância medial da epífise proximal, que outrora (*H. ischigualastensis*) não foi relatada contínua com a superfície articular, caracterizando a maioria dos dinossauros (RAATH, 1977).

Há descrições da escápula e coracóide para crocodilianos como elementos separados (REESE, 1915; MOOK, 1921) parcialmente como observado neste estudo, em razão de fusão articular até o terço médio ventral em *C. latirostris*, encontrado na mesma conformação no *Caiman crocodillus*, demonstrado por Brochu (1995). Há relatos de que tais estruturas ósseas fundiam-se durante a ontogenia em pterossauros (WELLNHOFER, 1975; BENNET, 1993) e alguns dinossauros

(GALTON, 1982, ROWE, 1989; BONAPARTE et al., 1990; RAATH, 1990; ROWE, GAUTHIER, 1990; MCINTOSH, 1992; SERENO, 1994), e em *Alligator mississippiensis* (BROCHU, 1995).

A assimetria dos côndilos umerais, neste estudo, é nítida por maior expansão caudal, em razão do aumento da congruência articular com a ulna, que por sua vez, projeta um olérano largo e amplo, como em *Cryolophosaurus ellioti* (DINOSAURIA: THEROPODA) demonstrado por Smith et al. (2007), sendo observado no primeiro menor diferença na espessura em toda a extensão do rádio em relação à ulna, destacando a epífise proximal mais proeminente, com relações invertidas caudalmente, e similar ao encontrado em *Eosuchus lerichei* (DOLLO, 1907) (ALIGATORIDAE: GAVIALOIDEA) por Delfino et al. (2005).

Em conformidade com esta compilação, a ulna e o rádio de *H. ischigualastensis*, segundo Sereno (1994), e em crocodilianos por Reese (1915), apresentam margens (cranial e caudal) ao longo das respectivas diáfises, indicadoras de local para fixação da membrana interóssea, estando mais demarcada na ulna, como também, uma tuberosidade radial, bem definida.

CONCLUSÃO

O *Caiman latirostris* apresenta características anatômicas ósseas da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio semelhantes aos seus ancestrais, extensivas aos demais crocodilianos, visto que há similaridades comportamentais inter e intraespecíficas.

REFERÊNCIAS

AURICCHIO, P.; SALOMÃO, M.D.G. **Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos**. São Paulo: Aruja Instituto Pau Brasil de História Natural, 2002. 350p.

BENNETT, S. C. The ontogeny of Pteranodon and other pterosaurs. **Paleobiology**, v. 19, p. 92-106, 1993.

BONAPARTE, J. F.; NOVAS, F. E.; CORIA, R. A. Carnotaurus sastrei Bonaparte, the horned, lightly- built carnosaur from the Middle Cretaceous of Patagonia.

Contributions in Science of the Los Angeles County Museum, v. 416, p. 1-42, 1990.

BRITTON, A. *Caiman latirostris* (Daudin, 1801). **Crocodilian Biology Data Base**, 2009. Disponível em < <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cbd-gb3.htm> > acesso em: 03/09/09.

BROCHU, C. A. Heterochrony in the crocodylian sapulocoracoid. **Journal of Herpetology**, v.29, n. 3, p. 464-468, 1995.

DELFINO, M.; PIRAS, P.; SMITH, T. Anatomy and phylogeny of the gavialoid crocodylian *Eosuchus lerichei* from the Paleocene of Europe. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 50, n.3, p. 565–580, 2005.

FARLOW, J. O.; DODSON, P.; CHINSAMY, A. Dinosaur biology anal. **Review of Ecology and Systematics**, v. 26, p. 445-471, 1995.

GALTON, P. M. Juveniles of the stegosaurian dinosaur *Stegosaurus* from the Upper Jurassic of North America. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 2, p. 47-62, 1982.

HILDEBRAND, M.; GOSLOW, J.R. **Análise da estrutura dos vertebrados**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2006. 700p.

IUCN –SSC, Crocodile Specialist Group. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Locomotion. **Crocodilian Biology**, 2008. Disponível em <www.iucnredlist.org> acesso em: 03/09/09.

MCINTOSH, J. S. **Sauropoda the Dinosauria**. In: WEISHAMPEL, D. B.; DODSON, P.; AND H. OSMLSKA, H.(eds) California Press: Univ., Berkeley, 1992. 345-401p.

MOOK, C. C. Notes on the postcranial skeleton in the Crocodilia. Bull. **American Museum of Nature History**. v. 44, p. 67-100, 1921.

ORTEGA, N.; DANIELLE, J.; BEHONICK, D. J. B.; WERB, Z. Matrix remodeling during endochondral ossification. **Science Direct**, California, v.14, n.2, p.86-93, 2004.

OWEN, R. **The principal forms of the skeleton and the of teeth**. London: Lane medical library, 1855. 308p.

PIÑA, C. L.; LARRIERA, A.; CABRERA, M. R. Effect of incubation temperature of incubation period, sex ratio, hatching success, and survivorship in *Caiman latirostris* (Crocodilia – aligatoridae). **Journal of herpetology**, v. 37, n. 1, p. 199-222, 2003.

QUEIROZ, P. P. R.; AOYAMA, P. M. **List of Studies on the Alligator-de-snouted Caiman (*Caiman latirostris* - DAUDIN, 1802)**, [2009]. Disponível em<http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/csp_clat.htm> acesso em: 03/09/09.

RAATH, M. A. Morphological variation in small theropods and its meaning in systematics: Evidence from *Syntarsus rhodesiensis*. p. 91-106. In: CARPENTER, K.; CURIE, P. J. (eds.). **Dinosaur Systematics: perspectives and approaches**. New York: Cambridge Univ. Press, 1990. 318p.

RAATH, M. A. **The anatomy of the Triassic theropod *Syntarsus rhodesiensis* (Saurischia: Podokesauridae) and a consideration of its biology**. 1977, 230 f. Ph.D. Dissertation, Rhodes University, South Africa, 1977.

REESE, A. M. **The Alligator and its Allies**. New York: Putnam's Sons, 1915. 358p.

ROWE, T. A new species of the theropod dinosaur *Syntarsus* from the early jurassic kayenta formation of Arizona. **Journal Veterinary Paleontology**., v. 9, p. 125-136, 1989.

ROWE, T. A.; GAUTHIER, J. Ceratosauria. p. 151-168. In: WEISHAMPEL, D.B.; DODSON, P.; OSMLSKA, H. (eds.). **The Dinosauria**. University of California Press: Berkeley, 1990. 870p.

SCHUMACHER, J. Reptiles and Amphibians. p. 670-685. WILLIAMS, WILLKINS In: **Lumb & Jones Veterinary Anesthesia**. 3.ed. Pennsylvania: Illustrated 1996. 928p.

SERENO, P. C. The Pectoral girdle and forelimb of the basal theropod *Herrerasaurus ichigualastensis*. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 13, n. 4, p. 425-450, 1994.

SIMONCINI, M.S.; PIÑA, C. I.; SIROSKI, P. A. A clutch size of *Caiman latirostris* (crocodilia – aligatoridae), varies on a latitudinal gradient. **North-westerns Journal of Zoology**, v.5, n. 1, p.191-196, 2009.

SMALL, B. J. **The triassic thecodontian reptile desmatosuchus osteology and relationships**. Texas: Marter of artes, 1985. 83p.

SMITH, N. D.; MAKOVICKY, P. J.; HAMMER, H.; CURRIE, P. J. Osteology of *Cryolophosaurus ellioti* (Dinosauria: Theropoda) from the Early Jurassic of Antarctica and implications for early theropod evolution. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 151, p. 377-421, 2007.

VILELA, P. M. S. **Caracterização genética de crocodilianos e desenvolvimento de marcadores macrossatélites para *Paleosuchus trigonatus***. 2008. 131 f. Tese (Doutorado em ecologia aplicada) Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

WELLNHOFER, P. Die rhamphorhynchoidea (Pterosauria) der oberjura-plattenkalke sii- deutschlands. **Palaeontographica**, v. 148, p. 1-33, 1975.

**CAPÍTULO 3 - ANATOMIA, CINESIOLOGIA E BIOMECÂNICA BÁSICA DA
MUSCULATURA DA CINTURA PEITORAL, ESTILOPÓDIO E ZEUGOPÓDIO DO
Caiman latirostris (DAUDIN, 1802) (CROCODYLIA: ALLIGATORIDAE)**

RESUMO – Objetivou-se identificar os parâmetros de origem e inserção musculares da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *Caiman latirostris*, mediante abordagem anatômica, cinesiológica e biomecânica básica. Foi utilizado um exemplar de *Caiman latirostris*, macho, adulto juvenil (entre 5 a 8 anos) medindo em torno de 1,50 m de comprimento, pertencente ao acervo do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres, da Universidade Federal de Uberlândia. Foram realizados os procedimentos de dissecação, iniciados com uma incisão longitudinal, ao longo da linha mediana ventral do tronco, rebatendo-se a pele lateralmente, da região cervical até o nível torácico. Na sequência, foi realizada a individualização muscular da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio, seguida da identificação dos músculos e, por conseguinte, retirada dos membros, para melhor observação das origens e inserções musculares. No presente estudo, em caráter observacional, foi notada postura isométrica entremeando movimentos rotativos, além de grande área de secção transversa, na maioria dos músculos extensores e estabilizadores, conferindo aos mesmos, maior força, denotando inferências funcionais e organizacionais. A partir dos resultados encontrados e, devidamente documentados, torna-se possível reconhecer e predefinir o comportamento da espécie investigada, relacionando duração, direção e dimensão dos níveis de ação. Acredita-se que a ação muscular esteja associada à necessidade da espécie, e à filogenia.

Palavras - chave: Anatomia, jacaré do papo amarelo, biomecânica.

CHAPTER 3 - ANATOMY, KINESIOLOGY AND BASIC BIOMECHANICS OF THE MUSCLES OF PECTORAL GIRDLE, ESTILOPODIUM AND ZEUGOPODIUM OF THE *Caiman Latirostris* (DAUDIN, 1802) (CROCODYLIA: ALLIGATORIDAE)

ABSTRACT - The parameters of muscle origin and insertion points in the pectoral girdle, estilopodium and zeugopodium of *Caiman latirostris* were identified using a basic anatomical, kinesiological and biomechanical approach. This identification was made using a young adult male specimen of *C. latirostris*, 1.50 m in length, belonging to the collection of the Wild Animal Research Laboratory of the Federal University of Uberlândia. The specimen was dissected and the muscles of the pectoral girdle, stylopodium and zeugopodium were separated individually and identified. This required the removal of the limbs to facilitate the observation of the origins and insertion points of the muscles. In this study, whose nature was observational, isometric postures intercalated with rotary movements were found, as well as a large cross-sectional area in most of the extensor and stabilizer muscles, giving them greater strength and denoting functional and organizational inferences. Muscle activity and structural shapes may serve as indicators for basic anatomical, kinesiological and biomechanical analyses, underpinned by well known concepts widely accepted by the scientific community, as indicated in the references of this research. Based on the findings, which were duly documented, it was possible to recognize and predefine the behavior of the species under investigation, correlating the duration, direction and dimension of the levels of activity. It is believed that muscle activity is associated with the species' needs and phylogeny.

Keywords: Anatomy, broad snouted caiman, biomechanics.

INTRODUÇÃO

Os répteis foram os primeiros vertebrados a adaptarem-se a ambientes secos (STORER et al., 2005). Os crocodilianos se diferenciaram como grupo em média há 200 milhões de anos, no Triássico Superior, pertencentes à subclasse Archosauria (CARROL, 1969; WALKER, 1972).

Dentre diversas posturas adotadas pelos tetrápodes na locomoção, em algumas os membros são mantidos ao lado do corpo ocasionando movimentos intersegmentados, como salamandras e alguns lagartos (ASHLEY-ROSS, 1994; CABELGUEN et al., 2003), em outras abaixo, em relação ao corpo, como os mamíferos e aves (JENKINS, 1971; GATESY, 1990; REILLY, 2000), e ainda, crocodilianos e iguanas conseguem assumir diferentes posturas, apesar de apresentarem duração restrita nas ações. Vale ressaltar que pode haver variação intra-específica, e, portanto, posturas intermediárias (eretas, semi-eretas e rastejantes) (GATESY, 1991; REILLY, ELIAS, 1998; BLOB, BIEWENER, 2001; REILLY, BLOB, 2003).

Determinados padrões que revelam as atividades musculares dos tetrápodes inferem que sua homologia muscular, não necessariamente, tem a ação conexa prevista, ou seja, não há atribuição comum para todas as espécies, tornando compreensíveis as adaptações peculiares a cada animal, e a sua capacidade de realizar uma série de movimentos essenciais (REILLY et. al., 2005; BRITTON, 2009b). Para Meers (2003), as variações interespecíficas podem estar relacionadas mais com a função locomotora, do que com a filogenia.

O jacaré do papo amarelo, *Caiman latirostris*, é um crocodiliano da América do Sul, de porte médio, considerado em risco de extinção até 2003, e atualmente, classificado pela lista vermelha da IUCN, em baixo risco, com uma população selvagem em torno de 250.000 a 500.000 indivíduos (BRITTON, 2009a; QUEIROZ, AOYAMA 2009). Na atualidade, considera-se recuperado na natureza, pelos criadores legalizados, e devido ao interesse dos pesquisadores na conservação desta espécie, através, não só da preservação do seu meio de vida e habitat, como também da conscientização geral da população (QUEIROZ, AOYAMA, 2009). Encontrados em manguezais, ilhas e pântanos (FUSCO-COSTA et al., 2008), distribui-se geograficamente desde o nordeste do Brasil, ao extremo sudeste da Bolívia, incluindo não só, o norte da Argentina, Uruguai, Paraguai, como também, as

bacias hidrográficas dos rios Paraná e São Francisco, extensivos a pequenas bacias costeiras do leste do Brasil (BRAZAITIS et al., 1990). Na idade adulta alimenta-se de qualquer animal acessível, e a sua fisionomia oscila entre verde oliva, e um verde mais escuro com manchas pouco discrimináveis. Os jovens apresentam cor clara com manchas e pintas extremamente nítidas, e preferem os insetos na sua dieta alimentar (DIEFENBACH, 1988; QUEIROZ, AOYAMA 2009).

Estudos acerca dos membros torácicos dos crocodilianos são escassos (DODSON, 2003; LAITMAN, 2003), em detrimento ao foco nos membros pelvins, tendo em vista a sua importância no aporte locomotor terrestre, e na propulsão aquática (FARMER, CARRIER, 2000; BLOB, BIEWENER, 2001; REILLY, BLOB, 2003). Há relatos sobre a descrição do ombro e braço do *Crocodyllus Acutus* por Fürbringer (1876); antebraço do *Alligator mississippiensis*, *Caiman crocodilus* e *Crocodylus acutus* (RUDINGER, 1868), não documentos nesta compilação (LAITMAN, 2003).

Abordagens anatômicas podem ser relevantes fornecendo informações morfológicas e biológicas de determinada espécie. A descrição da anatomia muscular da cintura peitoral, zeugopódio e estilopódio do *C. Latirostris* pode contribuir para o conhecimento de aspectos anatômicos, cinesiológicos e biomecânicos básicos concernentes a esta espécie. Aspectos do comportamento locomotor destes animais parecem fornecer subsídios para o auxílio em projetos de manejo economicamente viáveis, bem como na medicina terapêutica desses animais, complementados com os dados que constam nesta compilação.

MATERIAL E MÉTODO

Foi utilizado um exemplar de *Caiman latirostris*, macho, adulto juvenil (entre de 5 a 8 anos) medindo em torno de 1,50m de comprimento, pertencente ao acervo do Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres, da Universidade Federal de Uberlândia, fixado em formol a 10%.

Foram viabilizados os procedimentos de dissecação, iniciados com uma incisão longitudinal, ao longo da linha mediana ventral do tronco, rebatendo-se a pele lateralmente, da região cervical até o nível torácico.

Na seqüência, foi realizada a individualização muscular da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *Caiman latirostris*, seguida da identificação dos músculos e, por conseguinte, retirada dos membros, para melhor observação das origens e inserções musculares.

Utilizou-se forma comparativa com as cinco espécies estudadas por Meers (2003) (*Alligator Missipiensis*, *Crocodyllus Siamensis*, *Crocodyllus Acutus*, *Osteolaemos Tetraspis*, *Gavialis Gangeticus*), acrescido de análises locomotoras do *Caiman latirostris*, determinadas através de observações em vídeo (Franzoni 2009). Os termos direcionais utilizados foram embasados na Nomina Anatômica Veterinária (2005), bem como, a nomenclatura muscular foi aplicada conforme Meers (2003).

RESULTADOS

Os resultados encontram-se registrados nos quadros subseqüentes, abordando a descrição das origens e inserções dos músculos, que atuam nos movimentos da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *C. latirostris*.

Quadro 1. Origem, inserção e ação dos músculos dorsais superficiais da cintura peitoral do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Trapézio	fáscia tóraco dorsal cranial ao úmero (nível cervical e torácico)	ao longo da margem cranial da escápula	protração cranial da escápula
Latíssimo do dorso	fáscia tóraco dorsal (contínuo com o trapézio)	distal à superfície articular proximal do úmero, cranial ao tríceps curto intermédio (tendão sobreposto ao redondo maior em área comum)	extensão forte e leve retração e elevação do úmero
Levantador da escápula	nível cervical, cranial ao redondo maior	margem cranial próxima à margem distal da escápula	rotação cranial da escápula

Quadro 2. Origem, inserção e ação dos músculos dorsais profundos da cintura peitoral do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Deltóide clavicular	superfície proximal da margem cranial da escápula	caudal ao vértice da crista deltóide do úmero	abdução do úmero, estabilização da articulação do ombro
Redondo maior	face caudal distal da escápula	distal à superfície articular proximal do úmero, cranial ao tríceps curto intermédio	elevação do úmero, e flexão da articulação glenoumeral
Deltóide escapular	face cranial distal da escápula	caudal ao vértice da crista deltóide do úmero (sobreposto perpendicularmente à inserção do deltóide escapular)	extensão do ombro
Escapulo umeral	superfície proximal da borda caudal da escápula	caudal à inserção do latíssimo do dorso e redondo maior	elevação, protração e estabilização do úmero

Quadro 3. Origem, inserção e ação dos músculos ventrais superficiais da cintura peitoral do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Peitoral	ao longo da margem esternal superficial	caudal ao bíceps na sua porção proximal	adução e retração do úmero
Costocoracóide superficial	margem esternal profunda	margem caudal, ao longo da face ventral do coracóide	rotação caudal da cintural peitoral, retração do coracóide ou da cintura toda
Supracoracóide longo	projeção proximal ventral do coracóide	distal à superfície articular proximal do úmero, considerando o posicionamento de inserção do supracoracóide intermédio e curto	extensão do ombro

Quadro 4. Origem, inserção e ação dos músculos ventrais profundos da cintura peitoral do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Costocoracóide profundo	margem esternal profunda	margem caudal, especificamente na projeção proximal ventral do coracóide	rotação caudal da cintural peitoral
Supracoracóide intermédio	projeção proximal ventral do coracóide, profundo ao supracoracóide longo	média em relação à superfície articular proximal do úmero, e portanto, entre a inserção do supracoracóide longo e curto	extensão do ombro
Supracoracóide curto	sobreposta à junção escapulocoracóidea, lateral ao intermédio	proximal à superfície articular proximal do úmero	extensão do ombro, e adução do membro anterior
Coracobraquial curto ventral	proximal à margem esternal percorrendo o coracóide	superfície média central da epífise proximal do úmero, em área ampla, cranial à crista deltóide	flexão da articulação do ombro e retração do úmero
Coracobraquial curto dorsal	superfície proximal média da escápula	proximal à superfície articular proximal do úmero, cranial em relação à inserção do coracobraquial ventral e à crista deltóide, em área restrita	estabilização da cabeça do úmero na cavidade glenóide, protração e flexão do membro anterior
Subescapular	superfície ventral da escápula em área ampla	protuberância da superfície articular proximal do úmero	estabilização da articulação glenoumeral

Quadro 5. Origem, inserção e ação dos músculos braquiais laterais do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Tríceps longo lateral	proximal, na margem caudal da escápula	olecrano	flexão do ombro, extensão do antebraço
Tríceps curto cranial	em projeção alongada na epífise proximal do úmero, até o limite com o tríceps curto intermédio, percorrendo área extensa na diáfise	olecrano	extensão do antebraço
Tríceps curto intermédio	proximal à superfície articular do úmero, percorrendo ao longo da diáfise do úmero, cranial ao tríceps curto caudal	olecrano	extensão do antebraço

Quadro 6. Origem, inserção e ação dos músculos braquiais mediais do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Tríceps longo medial	média na margem caudal da escápula com fixação com tendão duplo, e proximal na margem caudal do coracóide	olecrano	flexão do ombro, extensão do antebraço
Tríceps curto caudal	distal à superfície articular proximal do úmero, ao longo da diáfise medial do úmero	olecrano	extensão do antebraço
Tríceps longo medial acessório	aponeurose proximal do tríceps longo medial	olecrano	flexão do ombro, extensão do antebraço
Bíceps	projeção proximal da margem cranial do coracóide	tuberosidade radial	extensão do ombro e flexão do antebraço
Braquial	diáfise do úmero, em superfície alongada, cranial ao bíceps e caudal ao umeroradial	distal na tuberosidade radial	flexão do antebraço
Úmeroradial	proximal à superfície articular proximal do úmero, cranial ao braquial	tuberosidade radial	flexão do antebraço

Quadro 7. Origem, inserção e ação dos músculos laterais do antebraço – sentido crânio caudal do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Supinador	epicôndilo cranial do úmero	ao longo da diáfise cranial do rádio	supinação e flexão do antebraço
Extensor radial longo do carpo	epicôndilo cranial do úmero	borda dorsal proximal do osso radial do carpo	extensão do pulso, flexão e estabilização da articulação úmero radial
Extensor ulnar longo do carpo	epicôndilo cranial do úmero	II metacarpo	extensão do pulso
Flexor ulnar	epicôndilo cranial do úmero	diáfise caudal da ulna (longa)	flexão do antebraço, e estabilização postural
Abdutor radial	epicôndilo cranial do úmero, profundo ao supinador	terço proximal da diáfise cranial do rádio	abdução do antebraço
Extensor radial curto do carpo	Cabeça radial: terço distal da diáfise do rádio Cabeça ulnar: ao longo da diáfise medial ulnar	Cabeça radial: sobreposta à articulação radiocárpica Cabeça ulnar: sobreposta à articulação radiocárpica	extensão do pulso e adução das mãos

Quadro 8. Origem, inserção e ação dos Músculos Mediais do Antebraço – sentido crânio caudal do *Caiman latirostris*

MÚSCULO	ORIGEM	INSERÇÃO	AÇÃO
Pronador redondo	epicôndilo caudal do úmero	ao longo da diáfise caudal do rádio	pronação do antebraço, e flexão da articulação rádio umeral
Flexor ulnar do carpo	epicôndilo caudal do úmero	proeminência psiforme	flexão e abdução do carpo, estabilização da articulação de antebraço
Flexor longo dos dígitos (dividido em cabeça umeral, ulnar observáveis)	- - -	- - -	pequeno grau de flexão e estabilização das articulações proximais
Flexor digital longo - cabeça umeral	epicôndilo caudal do úmero, caudal ao pronador redondo	tendão central flexor, proximal ao carpo na superfície média palmar	flexão da mão
flexor digital longo - cabeça ulnar	diáfise da ulna, profundo à cabeça umeral deste grupo	tendão central flexor, proximal ao carpo na superfície média palmar	flexão da mão
Pronador quadrado	ao longo da diáfise cranial da ulna	ao longo da diáfise caudal do rádio, em área intercalada com o pronador redondo	pronação e estabilização do antebraço

Representações esquemáticas de origem e inserção dos músculos da cintura peitoral, estilopódio e zeugopódio do *Caiman latirostris* (verde: origem; amarelo: inserção), representados nos ossos do exemplar utilizado no presente estudo.

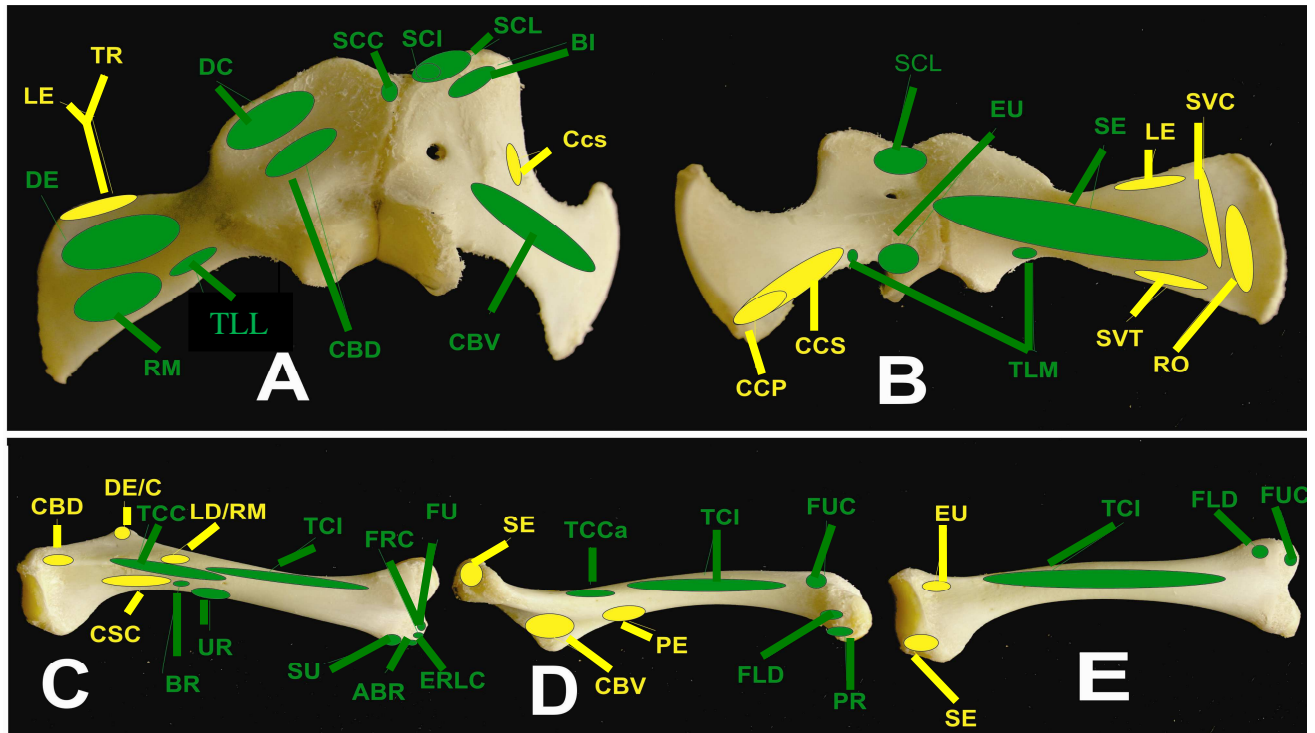


Figura 1. Fotografia representativa de origem e inserção nas vistas dorsal **(A)** e ventral **(B)** da cintura peitoral do *Caiman latirostris* - verde: origem; amarelo: inserção. DE; deltóide clavicular; LE, levantador da escápula; TR, trapézio; DC; deltóide clavicular; RM, redondo maior, EU, escapuloumeral; CBD, corobraquial dorsal; CBV; coracobraquial ventral; PE, peitoral; SCC, supracoracóide curto; SCI, supracoracóide intermédio; SCL, supracoracóide longo; BI, bíceps; Ccs, COSTOCORACÓIDES; CCP; costocoracóide profundo; CCS, costocoracóide superficial; EU, escapuloumeral; TLM, tríceps longo medial; TLL, tríceps longo lateral; SVT, serrátil ventral torácico; RO, rombóide; SVC, serrátil ventral cervical; SE, subescapular. Fotografia representativa de origem e inserção nas vistas látero-lateral **(C)**, medial **(D)** e lateral **(E)**, do úmero direito do *Caiman latirostris* - verde: origem; amarelo: inserção. CBD, coraco braquial dorsal; DE/C; deltóide escapular e clavicular; LD/RM, latíssimo do dorso e redondo maior; CSC, complexo supra coracóide; UR, úmero radial; TCC, tríceps curto cranial; TCI, tríceps curto intermédio; SU, supinador; ABR, abdutor radial; ERLC, extensor radial longo do carpo; ERC, extensor radial curto do carpo; FU, flexor ulnar.

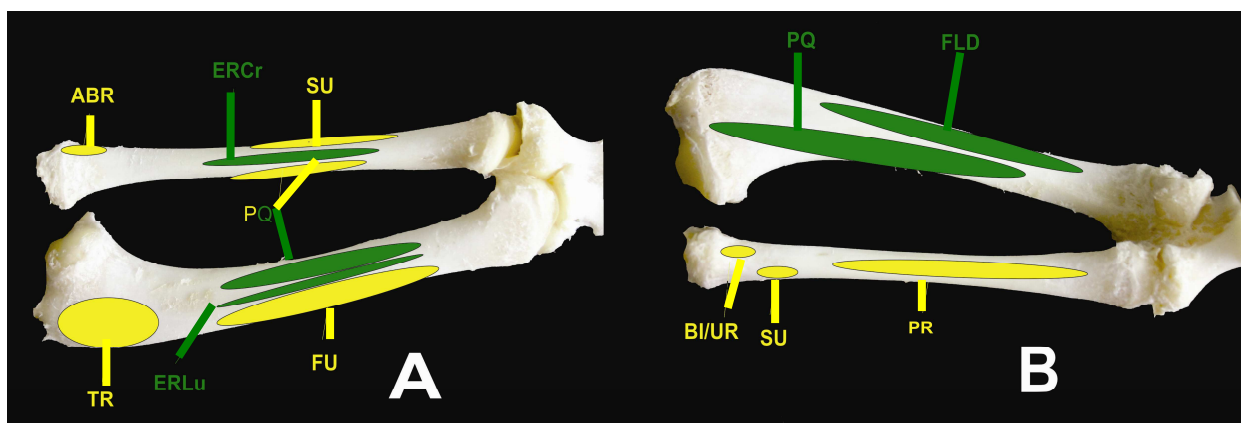


Figura 2. Fotografia representativa de origem e inserção nas vistas lateral **(A)** e medial **(B)** do estilopódio do *Caiman latirostris* verde: origem; amarelo: inserção. ABR, abdutor radial; SU, supinador; PQ, pronador quadrado; TR, tríceps; BI, bíceps, UR, úmero radial; FLD, flexor longo dos dedos cabeça umeral; PR, pronador redondo, ECR, extensor radial curto do carpo, cabeça radial; Eu, Extensor ulnar do carpo, PR, pronador redondo.

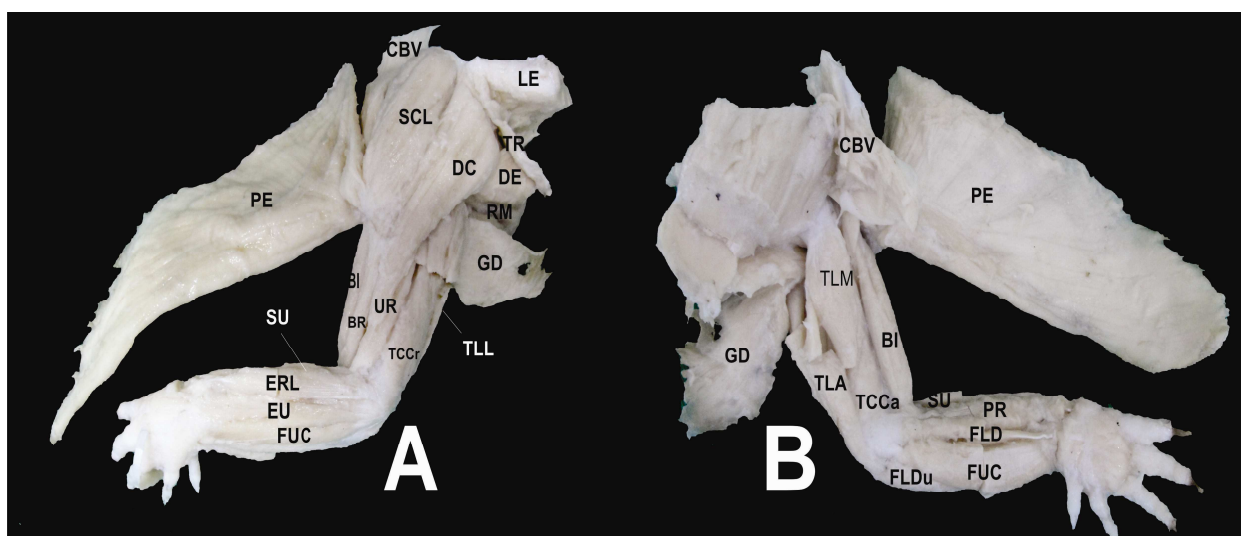


Figura 3. Fotografia do membro torácico esquerdo do *Caiman latirostris* na vista lateral **(A)** PE, peitoral; SCL, supra-coracóide longo; DE, deltóide escapular; DC, deltóide claviclar; LE, levantador da escápula; TR, trapézio; LD, latíssimo do dorso; TLL, tríceps longo lateral; TCCr, tríceps curto cranial; UR, úmero radial; BR, braquial; BI, bíceps; SU, supinador, ERL, extensor radial longo do carpo; EU, extensor ulnar; FUC, flexor ulnar do carpo. Fotografia representativa do membro torácico esquerdo do *Caiman latirostris* na vista medial **(B)** PE, peitoral; TLM, tríceps longo medial; TLA, tríceps longo acessório; TCCa, tríceps curto caudal, BI, bíceps; SU, supinador; PR, pronador redondo; FLD, flexor longo dos dedos; FUC, flexor longo da carpo (cabeça umeral); FLDu, flexor longo do carpo cabeça ulnar.

DISCUSSÃO

A inserção proximal do músculo na extremidade óssea sinaliza maior incursão até a superfície distal do osso, bem como, rapidez no movimento. Entretanto, na ocorrência inversa, observa-se atividade lenta e menos extensa, apesar de conferir níveis tensionais satisfatórios, sendo a primeira forma, comumente encontrada nos membros (CLAIR, 1981), observados na maioria dos músculos do estilopódio e zeugopódio em *C. latirostris*.

No presente estudo, em caráter observacional, foi notada postura isométrica entre movimentos rotativos, além de grande área de secção transversa, na maioria dos músculos extensores e estabilizadores, conferindo aos mesmos, maior força, denotando inferências funcionais e organizacionais. Tal constatação está de acordo com a afirmação de Hildebrand e Goslow (2006), discorrendo que “[...] a força máxima que um músculo pode exercer, é igual à força de contração de uma de suas fibras, multiplicada pelo número total de fibras [...]”(p. 176). O membro torácico dos crocodilianos apresenta considerável predominância de musculatura, ativamente, extensora, tanto para a articulação do ombro, como para o antebraço, permanecendo em extensão, a maior parte do tempo.

Em observação aos pontos de origem e inserção dos músculos do estilopódio e zeugopódio em *C. latorostris*, e seguindo os trâmites da formação de alavancas, conjectura-se que sejam formadas alavancas interpotentes no referido segmento, representando uma alavanca de velocidade com perda gradual de força. Seus pontos referenciais relacionam a existência da potência entre o fulcro e a resistência. Porém, a literatura afirma que nos quadrúpedes são formadas alavancas de equilíbrio ou relativa neutralidade, relacionando forças em direções distintas em torno de um eixo, considerada comum em relação aos músculos extensores. Seus pontos referenciais relacionam a existência de um fulcro entre o ponto de aplicação de força e a resistência (TORTORA, GRABOWSKI, 2002; HILDEBRAND, GOSLOW, 2006).

Vale ressaltar que, somente existe vantagem real mecânica, quando a distância entre o fulcro e o ponto de aplicação de força (braço de ação) é maior do que a distância entre o fulcro e a resistência (braço de resistência) (TORTORA, GRABOWSKI, 2002; HILDEBRAND, GOSLOW, 2006).

Foi observada uma suposta vantagem mecânica na articulação do ombro dos três exemplares de *C. latirostris* em relação ao *Alligator mississippiensis*, *Crocodylus siamensis*, *Crocodylus acutus*, *Osteolaemus tetraspis* e, *Gavialis gangeticus* (MEERS, 2003), para o complexo supracoracóide. Este apresenta inserção, observada em vista lateral, no úmero, em posições proximal (supracoracóide lateral), média (supracoracóide intermédio) e distal (supracoracóide longo), outrora observada nas espécies acima citadas, todos no vértice da mesma estrutura. Pressupõe-se maior força para o músculo supracoracóide longo, em detrimento aos demais componentes do grupo em *C. latirostris*, devido à maior espessura do diâmetro transversal, diferente das demais espécies, que apresentaram menor número de fibras musculares agrupadas neste músculo.

Neste estudo, as inserções do músculo deltóide foram observadas caudais ao vértice da crista deltóide, outrora encontrado no ápice da própria crista, estando o tendão do deltóide clavicular sobreposto perpendicularmente, ao do deltóide escapular. O músculo deltóide clavicular apresentou fibras extensivas ao músculo úmero radial, nas mediações do septo intermuscular entre o músculo úmero radial e o músculo braquial, diferente de duas espécies de *A. mississippiensis*, descritas por Meers (2003), apresentando a extensibilidade de fibras ao septo intermuscular entre o úmero radial e o braquial.

Os músculos redondo maior e peitoral foram encontrados em *C. latirostris*, apresentando maior distância longitudinal ao eixo de movimento em relação ao *A. mississippiensis*, *C. siamensis*, *C. acutus*, *O. tetraspis* e *G. gangeticus* (MEERS, 2003), além de maior suposta vantagem mecânica, melhor mobilidade, levando em consideração a distância da inserção ao eixo de movimento, referenciando a articulação do ombro.

O grupo tríceps foi observado composto por seis músculos, sendo o músculo tríceps longo medial “acessório”, originado no tendão do tríceps longo medial, como em um exemplar de *A. mississippiensis*, e um *C. acutus*, nas pesquisas de Meers (2003), mediante afirmação de fato pouco comum. Em *C. latirostris* foi encontrado um arco tendíneo unindo o osso coracóide e a escápula, sendo notado um tendão duplo nitidamente fundido na fixação da escápula, projetando o tendão do tríceps longo medial, assim como acontece nas últimas espécies citadas antes do *C. latirostris*, mediante afirmação referente a características típicas de espécies predominantemente aquáticas, segundo o último Meers (2003). Todas as inserções

dos tríceps, neste estudo, foram indicadas no olecrano sem distinção de localização, pois observou-se a formação de um largo tendão comum ao grupo. Portanto, a organização segue de acordo com a localização de cada um, em sentido crânio – caudal.

Em observação dinâmica do rastejamento na locomoção do *C. latirostris* através de vídeo (FRANZONI, 2009), foi possível constatar que na propulsão cranial, em primeira instância, são solicitados os músculos flexores do ombro (coracobraquial curto ventral e coracobraquial curto dorsal; tríceps longo acessório, tríceps longo medial e tríceps longo lateral), em ação curta acompanhado de protração (latíssimo do dorso, coracobraquial curto dorsal, escapuloumerar e trapézio), e rotação caudal escapular (costocoracóides superficial e profundo), e, concomitante, extensão do antebraço (tríceps curto cranial, caudal e intermédio). Na recuperação do movimento, o ombro retorna à posição de origem, em extensão (ou em hiperextensão), acionando os músculos extensores (latíssimo do dorso, complexo supracoracóide, deltóide escapular e bíceps) e estabilizadores do ombro (deltóide clavicular e subscapular), ocorrendo retração (coracobraquial curto ventral e peitoral) e rotação cranial da escápula (levantador da escápula) seguido de relativa flexão do antebraço (bíceps, umeroradial, braquial, supinador e extensor radial longo do carpo), durante esta ação. Em situação de deslocamento lateral, o músculo deltóide escapular que, na ocasião anterior, atuou na protração, é solicitado na condição de abdutor do ombro, portanto, agindo duplamente, e, o peitoral, em deslocamento medial, antes retrator, é solicitado como adutor do ombro (MEERS, 2003; OBSERVAÇÃO PESSOAL).

Na caminhada alta e no galope estima-se que as ações tensionais em *C. latirostris*, por se tratar de um animal de porte médio, sejam elevadas em duas e quatro vezes respectivamente, em consequência de maior dispêndio energético e pouca capacidade aeróbia, conforme a IUCN (2008) e Queiroz e Aoyama (2009). As taxas metabólicas que regulam o processo bioquímico, pelo qual a matéria e a energia são transformadas, encontram-se diretamente relacionadas à temperatura do organismo, e por essa razão, um animal ectotérmico, considerado de porte mediano como *C. latirostris*, demonstra ações dependentes das condições climáticas (estação do ano), ambientais (habitat, ameaças), idade e peso (TIMM, 2006).

A articulação do braço de *C. latirostris* encontra-se envolta por tecidos delicados e inserções ligamentares, com ação mediadora das direções rotacionais

do ombro. Tanto nos *Caiman*, como nas aves, a superfície articular da cavidade glenóide e da cabeça do úmero são alongadas, permitindo três graus de movimentos mais restritos em relação aos humanos, que apresentam uma congruência articular notadamente esferóide e estruturas ligamentares frouxas, portanto, com maior amplitude (JENKINS, 1993). No movimento cíclico, o *C. latirostris* demonstra ações bem definidas, comuns à sua ordem, não havendo variedade de deslocamentos, predominando protração e retração do ombro, bem como adução e abdução, devido ao direcionamento e forma de suas superfícies articulares, de acordo com as afirmações de Carpenter (2002). Em ações bruscas, que exigem força e potência, como corrida, caça e movimentos característicos dos répteis, os músculos extensores são fortemente requisitados, haja vista a extensão articular observada nos estágios intermediários dos movimentos e nas alavancas.

O fato dos crocodilianos possuírem membros relativamente curtos sinaliza, que em ocasião de pressão ou necessidade, podem apresentar desempenho veloz, porém, em breve espaço de tempo (IUCN, 2008). A musculatura espessa pressupõe fibras musculares com poucas mitocôndrias e mioglobina, uma vez indicadores de metabolismo glicolítico, indicando fibras fásicas de contração rápida, passíveis de fadiga (Hildebrand e Goslow, 2006). A não utilização de oxigênio como aporte energético em atividades extenuantes, trata-se de uma característica fisiológica destes animais (IUCN, 2008). Possivelmente a capacidade aeróbia restrita tanto dos crocodilianos, como dos anfíbios, aconteça, devido à condição ectotérmica, diferente da endotermia aviária (evolutiva), e adaptações a temperaturas baixas, podendo ser fator predisponente à limitação da atividade mecânica nestas espécies, inferindo-se observacionalmente em *C. latirostris* por apresentar tais características (REILLY et al., 2006; TIMM, 2006).

A cabeça carpal do músculo flexor longo dos dedos não foi identificada separadamente nesta pesquisa, em nenhum dos exemplares, como no *Alligator mississippiensis*, *Crocodylus siamensis*, *Crocodylus acutus*, *Osteolaemus tetraspi* e, *Gavialis gangeticus*, observados por Meers (2003), havendo a possibilidade de estar fundida à cabeça ulnar do mesmo grupo.

CONCLUSÃO

O *Caiman latirostris* enquadra-se nas descrições de crocodilianos que possuem características conspícuas, e específicas de espécies predominantemente aquáticas. As diferenças de inserção muscular aposicionais podem sinalizar alteração na amplitude de movimento, bem como fixação em progressão longitudinal ocasionam alterações nos braços de força.

A atividade muscular e suas formas estruturais podem ser indicadores de análises anatômicas, cinesiológicas e biomecânicas básicas, endossados por conceitos consagrados pelo universo científico, como consta nas referências desta pesquisa. A partir dos resultados encontrados torna-se possível reconhecer e predefinir o comportamento da espécie investigada, relacionando duração, direção e dimensão dos níveis de ação. Acredita-se que a ação muscular esteja associada à necessidade da espécie e à filogenia.

REFERÊNCIAS

ASHLEY-ROSS, M. A.. Hindlimb kinematics during terrestrial locomotion in a salamander (*Dicamptodon tenebrosus*). **Journal of Experimental Biology**, v. 193, p. 255–283, 1994.

BERNARDES, A. T.; MACHADO, A. B. M.; RYLANDS, A. B. Fauna brasileira ameaçada de extinção. **Fundação Biodiversitas para a Conservação da Diversidade Biológica**, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1990. 65p.

BLOB, R. W.; BIEWENER, A. A. Mechanics of limb bone loading during terrestrial locomotion in the green iguana (*iguana iguana*) and *American alligator* (*Alligator mississippiensis*). **Journal of Experimental Biology**, v. 204, p. 1099–1122, 2001.

BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBELO, C. A summary report of the cites central south american *Caiman* study. Phase I: Brazil. p. 100-115. In: Crocodiles. Proc. 9th Work. Meet. Croc. Spec. Group. IUCN. **The Word Conservation Union**. Glan, Switzerland. v.1, p. 399, 1990.

BRITTON, A. *Caiman latirostris* (Daudin,1801). **Crocodilian Biology Data Base**, 2009a. Disponível em< <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cbd-gb3.htm> > Acesso em: 03/09/09.

BRITTON, A. Locomotion. **Crocodilian Biology Data Base**, 2009b. Disponível em < <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cbd-gb3.htm> > Acesso em: 03/09/09.

CABELGUEN, J. M.; BOURCIER-LUCAS, C.; DUBU, R. Bimodal locomotion elicited by electrical stimulation of the midbrain in the salamander *Notophthalmus viridescens*. **The Journal of Neuroscience**. v. 23, n.6, p.2434, 2003.

CARPENTER, K. Forelimb biomechanics of nonavian theropod dinosaurs in predation senckenbergiana lethaea. **Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments**, v.82, p. 59- 76, 2002.

CARROL, R. L. Origin of reptiles. p.1-44. In: Gans C., Bellairs A.d'A. & Parsons T.S. [ed.]. Biology of the reptilian. **Academic Press**, London, v. 1, p.44, 1969.

CLAIR, L. E. Miologia Geral. P.38-46. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Intramembranosa, 1981. cap.4, p. 4. 1134p.

DIEFENBACH, C. O. C. Thermal and feeding relations of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Reptilia). **Comparative Biochemistry**, v. 89, n.2, p.149-155, 1988.

DODSON, P. The allure of *el Lagarto* - Why do dinosaur paleontologists love alligators, crocodiles, and their kin? **The Anatomical Record**, v. 274A, p.887–890, 2003.

FARMER, C. G.; CARRIER, D. R. Pelvic aspiration in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). **Journal Experimental Biology**, v. 203, p. 1679-1687, 2000.

FRANZONI, L. S. São Paulo. *Caiman latirostris*, **Jacaré do papo amarelo**: *Geochelone gigantea*, Jabuti gigante de aldabra. Produção de Vídeo (1, 37 min.) son color, 2009.

FUSCO – COSTA, R. F.; CASTELLANI, T. T.; TOMÁS, W. M. Abundância e locais de ocorrência do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*, Alligatoridae) no noroeste da Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 183-187, 2008.

GATESY, S. M. Caudofemoralis musculature the evolution of theropod locomotion. **Paleobiology**, v. 16, p. 170-186, 1990.

GATESY, S. M. Hindlimb movements of the *American alligator* (*Alligator mississippiensis*) and postural grades. **Journal of Zoology**, v. 224, p. 577-588, 1991.

HILDEBRAND, M.; GOSLOW G. **Análise da Estrutura dos Vertebrados**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2006. 700p.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON THE VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE. **Nômina anatômica veterinária**. 5th edition. Published by the Editorial Committee, Hanover, Germany, Columbia, New York, Gent, Belgium, and Sapporo, Japan, p.166.

IUCN –SSC, Crocodile Specialist Group. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Locomotion. **Crocodilian Biology**, 2008. Disponível em<www.iucnredlist.org> acesso em: 03/09/09.

JEKINS, F. A. Limb posture and locomotion in the Virginia opossum (*Didelphis virginiana*) and in other non cursorial – mammals. **Journal of Zoology**, v. 165, p.303-315, 1971.

JEKINS, F. A. The evolution of the avian shoulder joint. **American Journal Science**, v. 293A, p. 253 -267, 1993.

LAITMAN, J. T. It's not all in the hips: crocodylian forelimb anatomy and evolution. **The Anatomical Record**, v. 275B, p. 182, 2003.

MEERS, M. B. Crocodylian forelimb musculature and its relevance to archosauria. **The Anatomical Record**, v. 274A, p. 891–916, 2003.

QUEIROZ, P. P. R.; AOYAMA, P. M. M. **List of Studies on the Alligator-de-snouted Caiman (*Caiman latirostris* - DAUDIN, 1802)**, [2009]. Disponível em<http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/csp_clat.htm> acesso em: 03/09/09.

REILLY, S. M; ELIAS, J. A. Locomotion in *Alligator mississippiensis* kinematic effects of speed an posture and their relevance to the sprawling erect paradigm. **Journal of Experimental Biology**, v. 201, p. 2559-2574, 1998.

REILLY, S. M. Locomotion in the quail (*Coturnix japaonica*) the kinematics of walking and increasing speed. **Journal of Morphology**, v. 243, p. 173-185, 2000.

REILLY, S. M.; BLOB, R. W. Motor control of locomotor hindlimb posture in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). **Journal of Experimental Biology**, v. 206, p. 4327-4340, 2003.

REILLY, S. M.; MCELROY, E. J.; ODUM, R. A.; HORNYAK, V. A. Tuataras and salamanders show that walking and running mechanics are ancient features of tetrapod locomotion. **Journal of Biological Sciences**, v. 273, p. 1563-1568, 2006.

STORER, T. I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C.; NYBAKKEN, J. W. **Zoologia geral**. 6 ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional. 2005. 816p.

TIMM, L. M. Evidências dos padrões fisiológicos dos tetrápodes e seu significado ecológico. **Diálogo Canoas**, n. 9, p. 129 – 154, 2006.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. **Princípios de Anatomia Humana e Fisiologia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 2002. 1088p.

WALKER, A. D. New light on the origin of birds and crocodiles. **Nature**, v. 237, p. 257-263, 1972.