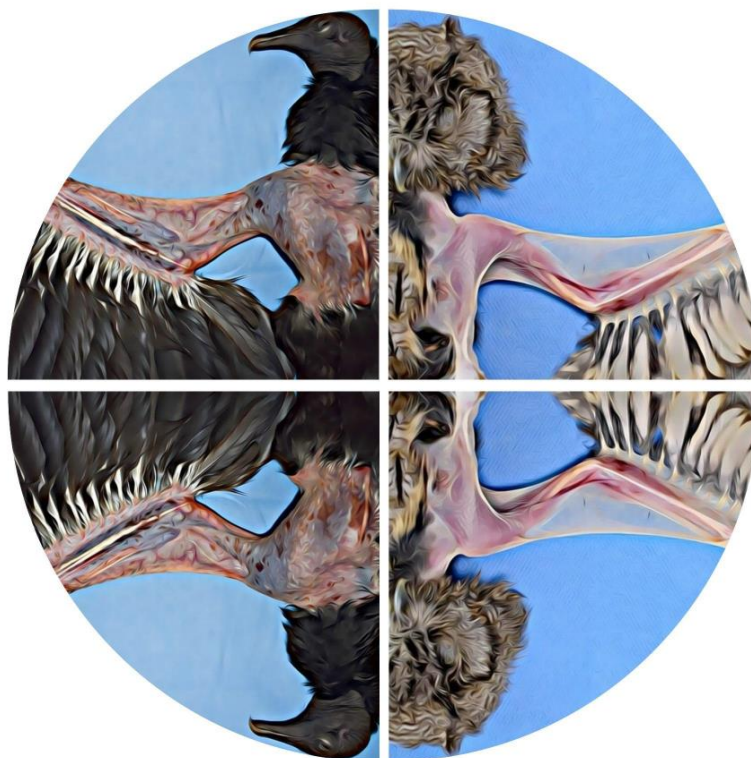




UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**Anatomia da musculatura da cintura escapular e da região umeral e
descrição da técnica de amputação do membro torácico em *Coragyps
atratus*, *Megascops choliba*, *Rupornis magnirostris* e *Theristicus caudatus***



Alexsandher Raphael Santos de Melo

Orientadora: Profa. Dra. Líria Queiroz Luz Hirano

Brasília - Distrito Federal

Fevereiro - 2024



ALEXSANDHER RAPHAEL SANTOS DE MELO

Anatomia da musculatura da cintura escapular e da região umeral e descrição da técnica de amputação do membro torácico em *Coragyps atratus*, *Megascops choliba*, *Rupornis magnirostris* e *Theristicus caudatus*

Trabalho de Conclusão de Residência apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Clínica e Cirurgia de Animais Silvestres.

Orientadora: Profa. Dra. Líria Queiroz Luz Hirano

Brasília - Distrito Federal

Fevereiro - 2024

Ma Melo, Alexsandher Raphael Santos de
 Anatomia da musculatura da cintura escapular e da região
 umeral e descrição da técnica de amputação do membro
 torácico em *Coragyps atratus*, *Megascops choliba*, *Rupornis*
 magnirostris e *Theristicus caudatus* / Alexsandher Raphael
 Santos de Melo; orientador Líria Queiroz Luz Hirano. --
 Brasília, 2024.
 35 p.

 Monografia (Especialização - Residência médica
 veterinária em clínica e cirurgia de animais silvestres) --
 Universidade de Brasília, 2024.

 1. Anatomia comparada. 2. Asa. 3. Aves. 4. Cíngulo
 peitoral. 5. Cirurgia . I. Hirano, Líria Queiroz Luz ,
 orient. II. Título.

RESUMO

As aves possuem adaptações anatômicas específicas para a locomoção aérea, incluindo ossos pneumatizados, uma cortical óssea delgada e redução do peso corporal. A cintura escapular óssea, composta por escápula, coracoide, clavícula e úmero, desempenha um papel crucial no voo ao fornecer suporte ao membro torácico e permitir movimentos amplos. Traumatismos são uma das principais causas de lesões em aves, resultando frequentemente em fraturas, especialmente no úmero. A recuperação de lesões ósseas em aves depende de vários fatores, como complexidade da fratura, exposição óssea, infecção e técnicas cirúrgicas adequadas. Em casos graves, a amputação do membro afetado pode ser necessária como uma alternativa à eutanásia em casos em que o bem-estar e qualidade de vida da ave amputada são mantidos. No entanto, há uma escassez de documentação científica sobre anatomia comparada e técnicas de amputação de asa em aves, especialmente em espécies nativas. Este estudo visa preencher essa lacuna, ao apresentar uma descrição comparativa da anatomia muscular da cintura escapular e da região umeral, bem como uma técnica de amputação de membro torácico de *Coragyps atratus*, *Megascops choliba*, *Rupornis magnirostris* e *Theristicus caudatus*.

Palavras-chave: Anatomia comparada. Asa. Aves. Cíngulo peitoral. Cirurgia

Shoulder girdle muscular anatomy and wing amputation technique in Coragyps atratus, Megascops choliba, Rupornis magnirostris, and Theristicus caudatus

ABSTRACT

Birds have specific anatomical adaptations for flight locomotion, including pneumatized and thin cortical bones, and reduced body weight. The shoulder girdle, composed of the scapula, coracoid, clavicle, and humerus, plays a crucial role in flight by providing support to wings and facilitating movements during flight. Trauma is a leading cause of injuries in birds, often resulting in fractures, especially in the humerus. Recovery from bone injuries in birds depends on various factors, such as fracture complexity, bone exposure, infection, and appropriate surgical techniques. In severe cases, amputation of the affected limb may be necessary, offering an alternative to euthanasia in cases where the bird's welfare is deemed adequate. However, there is a shortage of scientific documentation on comparative anatomy and amputation techniques in birds, especially in Brazilian species. This study aims to fill this gap by presenting a comparative description of the muscular anatomy of the shoulder girdle and humeral region, as well as a technique for thoracic limb amputation, in *Coragyps atratus*, *Megascops choliba*, *Rupornis magnirostris*, and *Theristicus caudatus*.

Keywords: Comparative anatomy. Wing. Avian. Pectoral girdle. Surgery.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 MATERIAIS E MÉTODO.....	5
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
3.1 Descrição dos músculos.....	6
3.1.1 <i>Musculus pectoralis</i>	6
3.3.2 <i>Musculus biceps brachii</i>	8
3.1.3 <i>Musculus brachialis</i>	9
3.1.4 <i>Musculus coracobrachialis cranialis</i>	10
3.1.5 <i>Musculus coracobrachialis caudalis</i>	10
3.1.6 <i>Musculus supracoracoideus</i>	11
3.1.7 <i>Musculus rhomboideus superficialis</i>	12
3.1.8 <i>Musculus rhomboideus profundus</i>	13
3.1.9 <i>Musculus latissimus dorsi pars cranialis</i>	13
3.1.10 <i>Musculus latissimus dorsi pars caudalis</i>	14
3.1.11 <i>Musculus serratus superficialis</i>	14
3.1.12 <i>Musculus scapulohumeralis cranialis</i>	15
3.1.13 <i>Musculus scapulohumeralis caudalis</i>	16
3.1.14 <i>Musculus scapulotriceps</i>	16
3.1.15 <i>Musculus humerotriceps</i>	17
3.1.16 <i>Musculus deltoideus</i>	17
3.1.17 <i>Musculus subscapularis</i>	19
3.1.18 <i>Musculus subcoracoideus</i>	20
3.2 Técnica cirúrgica de amputação de asa.....	21
4 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A classe das aves possui diversas particularidades, sobretudo direcionadas à locomoção por voo. Além da cobertura corporal por penas, a redução do peso é outra importante característica adaptativa. Em contraste com os mamíferos, as aves apresentam ossos longos pneumatizados e trabeculados, cortical delgada, redução do número total de ossos, encurtamento do tronco, fusão de segmentos da coluna vertebral e ausência de alguns dígitos (KÖNIG et al., 2016). Referente à composição óssea, há maior proporção de substâncias minerais inorgânicas, como o fosfato de cálcio, resultando em menor elasticidade e resistência, e maior rigidez e estabilidade (SMITH; MUTHUSAMI, 2020).

A cintura escapular das aves é composta pelos ossos escápula, coracoide, clavícula e úmero. Durante o voo, as escápulas fornecem suporte para a cavidade celomática, os coracoides para os membros torácicos, enquanto as clavículas atuam como molas elásticas que facilitam os movimentos (MATT et al., 2022). Além da cintura escapular, outras estruturas ósseas são essenciais para o voo, como o esterno, que funciona como base para inserção dos músculos peitorais (LOWI-MERRI et al., 2021), enquanto o úmero conecta o membro torácico à cintura escapular, sustentando as tensões aerodinâmicas (SERRANO et al., 2020).

O traumatismo é apontado como a causa mais frequente de internação, óbito e eutanásia de aves de vida livre (JOPPERT, 2007; SMITH et al., 2018). As fraturas ósseas são as consequências mais significativas do traumatismo, sendo o úmero, o osso mais frequentemente acometido em aves de rapina (COUTANT et al., 2022), e a cintura escapular, o maior foco de luxações nessa classe de pacientes (AZMANIS et al., 2014).

Diversos fatores determinam o prognóstico e o retorno à função do membro fraturado, como a complexidade da fratura, grau de exposição óssea e infecção, alinhamento do eixo ósseo durante a consolidação, qualidade da união óssea, grau de fibrose e acometimento dos tecidos adjacentes, tempo de imobilização e intervalo decorrido do trauma, bem como aplicação de técnicas de correção da fratura. Muitas vezes, o retorno à função não é possível e a amputação do membro pode ser necessária. A indicação de amputação também pode se aplicar a quadros de comprometimento nervoso e muscular severo, neoplasias, osteoartrite, neuralgia e paralisia do nervo radial (LATNEY et al., 2018). Esse procedimento cirúrgico é uma

alternativa à eutanásia quando o bem-estar da ave amputada for considerado adequado sob os cuidados humanos (AYMEN et al., 2022).

A documentação científica acerca da anatomia descritiva e comparada, além das técnicas de amputação de asa na medicina aviária é escassa, especialmente tratando-se de espécies nativas. Referente às técnicas de amputação, a maior parte das publicações são relatos de casos, com limitadas descrições cirúrgicas e de anatomia comparada entre as diferentes espécies. Foram previamente descritas técnicas para acessar os ossos coracoide e clavícula, a partir de uma abordagem ventral, além da região proximal do úmero, a partir da abordagem dorsal (OROSZ et al., 1992), entretanto, tais métodos podem não oferecer exposição suficiente para desarticulação escapuloumeral. Latney et al. (2018) descreveram uma técnica de amputação de asa a partir de uma incisão elíptica, adjacente à articulação escapuloumeral, e posterior secção da musculatura iminente, até total desarticulação do membro.

Apesar dos avanços, o conhecimento da anatomia da cintura escapular entre as espécies de aves ainda se faz necessária para a compreensão sobre as diferenças de padrão de voo e aplicação na rotina médico veterinária. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo apresentar uma descrição comparada da anatomia muscular da cintura escapular e da região umeral, bem como a técnica de amputação de membro torácico, nas espécies *Coragyps atratus*, *Megascops choliba*, *Rupornis magnirostris* e *Theristicus caudatus*.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Para o estudo, foram incluídas quatro carcaças de diferentes espécies de aves silvestres. Os animais foram encaminhados pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres do Distrito Federal (CETAS-DF) ao Setor de Animais Silvestres do Hospital Veterinário da Universidade de Brasília (HVet-UnB) para tratamento médico veterinário e os quadros evoluíram a óbito por causas que não têm relação com o presente estudo.

As carcaças foram congeladas em freezer vertical a -20°C e utilizadas em duas etapas. Na primeira etapa foi feita a descrição anatômica macroscópica da musculatura da cintura escapular e da região umeral de uma das asas. Posteriormente, foi feita a simulação e descrição do procedimento cirúrgico no outro

membro torácico, com ênfase nas principais particularidades anatômicas observadas para cada espécie.

A identificação anatômica das estruturas foi feita com base na *Nomina Anatomica Avium* (BAUMEL et al., 1993). Foram confeccionadas imagens por meio de câmera fotográfica Nikon, modelo D3400.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Descrição dos músculos

A região da cintura escapular é composta pelos músculos *M. pectoralis* (*pars sternobrachialis*, *pars costobrachialis*, *propatagialis*), *M. biceps brachii*, *M. coracobrachialis cranialis*, *M. coracobrachialis caudalis*, *M. supracoracoideus*, *M. rhomboideus superficialis*, *M. rhomboideus profundus*, *M. latissimus dorsi* (*pars cranialis* e *pars caudalis*), *M. serratus superficialis* (*pars cranialis* e *pars caudalis*), *M. scapulohumeralis cranialis*, *M. scapulohumeralis caudalis*, *M. scapulotriceps*, *M. deltoideus* (*pars major caput cranialis* e *caput caudalis*; *pars propatagialis caput cranialis* e *caput caudalis*; *pars minor*), *M. subscapularis*, *M. subcoracoideus* e *M. expansor secundariorum*.

Adicionalmente, alojados na região do osso úmero estão os músculos *M. humerotriceps* e *M. brachialis*. Por último, o músculo *M. serratus superficialis pars metapatagialis* apresenta origem nos segmentos vertebrais das costelas e inserção no trato plumário caudal ao terço médio do úmero.

3.1.1 *Musculus pectoralis*

Dentre as espécies estudadas, o *Musculus pectoralis* se destacou como o mais volumoso da cintura escapular. Três porções principais dessa musculatura puderam ser identificadas: *M. pectoralis pars sternobrachialis*, *M. pectoralis pars costobrachialis* e *M. pectoralis pars propatagialis*.

O *M. pectoralis pars sternobrachialis* (Figuras 1A-D, 2C e D e 7) apresentou origem na *carina sterni*, progredindo cranialmente até a *synostosis interclavicularis*, em que promoveu um deslocamento craniolateral, acompanhando a margem lateral da clavícula, atingindo o ombro e dirigindo-se lateralmente e paralelamente ao *M. pectoralis pars propatagialis caput cranialis*, até sobrepor ventralmente o primeiro terço do *corpus humeri* e do *M. biceps brachii*, formando uma aponeurose. A

extremidade lateral e profunda de seu ventre muscular está inserida na região distal da *crista deltopectoralis* por meio de um tendão.

O *M. pectoralis pars costobrachialis* (Figuras 1A-D, 2C e 7) apresenta origem na extremidade caudal do esterno, progressão craniolateral, não ultrapassando as articulações intercostais, e finaliza em uma inserção comum ao *M. pectoralis pars sternobrachialis*, no primeiro terço do *corpus humeri*.

O *M. pectoralis pars propatagialis caput cranialis* (Figuras 1A-D) sobrepõe a articulação do ombro, originando-se na extremidade proximal da clavícula e deslocando-se lateralmente, em íntimo contato com a porção torácica cranial do *M. pectoralis* e com o *M. deltoideus pars propatagialis caput cranialis*. Deslocando-se lateralmente, seu ventre muscular dá origem a um longo tendão, que corre paralelamente ao tendão do *M. deltoideus pars propatagialis caput cranialis*, formando o *ligamentum propatagiale*. Esse último, percorre a borda livre cranial da prega cutânea propatagial e se insere nos ossos carpometacarpo e álula. Há relatos de uma segunda porção, o *M. pectoralis pars propatagialis caput cranialis* (CANOVA *et al.*, 2015), entretanto, esta foi observada somente em *T. caudatus* (Figura 1C).

Em ema-de-dorso-branco (*Rhea americana albescens*), o *M. pectoralis* é pouco desenvolvido por se tratar de uma espécie de ave que não voa. Tem origem na superfície craniolateral do coracoide, sem qualquer relação com o esterno ou com as costelas. O *M. pectoralis pars propatagialis*, assim como o *ligamentum propatagiale*, está ausente (LO COCO *et al.*, 2022).

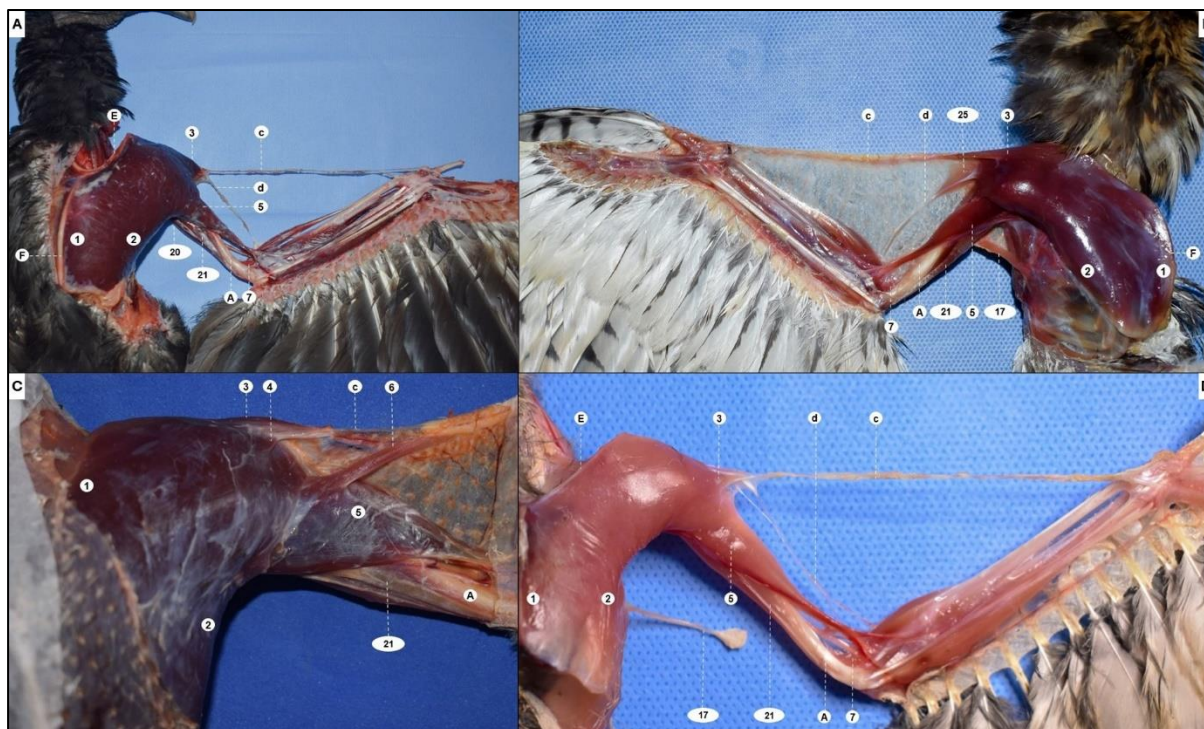


Figura 1. Anatomia muscular superficial da região ventral do ombro e braço esquerdo de *C. atratus* (A), direito de *R. magnirostris* (B) e esquerdo de *T. caudatus* (C) e *M. choliba* (D). Legenda: (1) *M. pectoralis pars sternobrachialis*; (2) *M. pectoralis pars costobrachialis*; (3) *M. pectoralis pars propatagialis caput cranialis*; (4) *M. pectoralis pars propatagialis caput caudalis*; (5) *M. biceps brachii*; (6) *M. biceps brachii pars propatagialis*; (7) *M. brachialis*; (17) *M. serratus superficialis pars metapatagialis*; (20) *M. scapulotriceps*; (21) *M. humerotriceps*; (25) *M. deltoideus pars propatagialis caput caudalis*; (A) *Corpus humeri*; Clavicula (E); *Carina sterni* (F); (c) *Ligamentum propatagiale*; (d) *Ligamentum limitans cubiti*.

3.3.2 *Musculus biceps brachii*

O *M. biceps brachii* está ausente no gênero *Chaetura* (BAUMEL *et al.*, 1993) e na família *Spheniscidae* (SCHREIWEIS, 1982), mas foi descrita a sua ocorrência para a maioria das espécies de aves.

Todas as quatro espécies estudadas possuíam o *M. biceps brachii* longo, fusiforme, e que se estendia por toda superfície ventrocranial do úmero, sendo recoberto em sua região proximal e média pelos músculos *M. pectoralis pars sternobrachialis* e *M. pectoralis pars costobrachialis* (Figuras 1A-D, 2A-D, 3A-D).

Há variação entre as espécies em relação à quantidade e o local de ligação dos tendões de origem do *M. biceps brachii* (Figuras 1A-D), que geralmente se dá a partir de dois tendões planos, o mais longo ligado ao *processus acrocoracoideus* do osso coracoide, e o mais curto, à *incisura capitis humeri* do úmero (RAZMADZE; PANYUTINA; ZELENKOV, 2018). Em *C. atratus* e *T. caudatus*, notou-se a presença de dois tendões longos de origem no *M. biceps brachii*, ambos com origem no *processus acrocoracoideus* do coracoide. Um deles era mais cranial, espesso e se

inseria na região proximal e cranial do ventre muscular, enquanto o outro, mais caudal e delgado, apresentava uma ligação adicional na *crista bicipitalis* do úmero antes de alcançar o ventre muscular. Semelhantemente, em *Sturnus vulgaris* (DIAL; GOSLOW JR.; JENKINS JR., 1991), *Falco sparverius* (MEYERS, 1992) e *Pernis apivorus* (CANOVA *et al.*, 2015), o tendão mais curto se liga à *crista bicipitalis* do úmero. Entretanto, em *M. choliba*, *R. magnirostris* e *R. americana*, notou-se a presença de um único tendão com origem no *processus acrocoracoideus* do coracoide, assim como previamente relatado para a família *Procellariidae* (WATANABE; FIELD; MATSUOKA, 2020; LO COCO *et al.*, 2022). Em todas as espécies estudadas, a porção proximal do ventre muscular está localizada imediatamente distal à *crista bicipitalis* (Figura 2D) do úmero.

Também há variações entre as espécies sobre a presença de uma porção propatagial do *M. biceps brachii* (BAUMEL *et al.*, 1993). Dentre as espécies estudadas, observou-se a presença dessa estrutura em *T. caudatus* (Figura 1C, 2C e 3C), que apresentava um formato cilíndrico e de comprimento médio, com origem dorsocranial, imediatamente após a sobreposição do *M. pectoralis* e progressão oblíqua alcançando o *ligamentum propatagiale*.

Distalmente, o ventre muscular do *M. biceps brachii* origina dois tendões, um deles com inserção no *tuberculum bicipitalis ulnae* e o outro no *tuberculum bicipitalis radii*.

3.1.3 *Musculus brachialis*

Nas espécies estudadas, o *M. brachialis* (Figuras 1A, B e D) se apresentou como um músculo plano, curto, com origem na *fossa m. brachialis*, localizada na extremidade distal do úmero e com inserção proximal, no *impressio brachialis* da ulna. Esse padrão também foi relatado para *R. americana* (LO COCO *et al.*, 2022) e *P. erithacus* (RAZMADZE; PANYUTINA; ZELENKOV, 2018).

Na família Spheniscidae, o *M. brachialis* é bem desenvolvido e modificado, de forma que a sua origem se dá na margem distal da *crista deltopectoralis* e sua inserção ocorre na borda proximal do rádio (WATANABE; FIELD; MATSUOKA, 2020). Tais características são consequência da extrema compressão dorsoventral da asa para adaptação ao nado (SCHREIWEIS, 1982).

3.1.4 *Musculus coracobrachialis cranialis*

O *M. coracobrachialis cranialis* é um músculo curto, cilíndrico, disposto na região ventrocranial da articulação do ombro (Figuras 2C, 5A e 7). Em *P. erithacus*, ele se origina por um tendão curto na superfície lateral do *processus acrocoracoideus* do coracoide. Em Sphenisciformes, sua inserção é tendinosa e ocorre na extremidade proximal da diáfise do úmero, sendo recoberta pela musculatura peitoral. Nas espécies estudadas, notou-se que ele também se originou no *processus acrocoracoideus* do osso coracoide, e sua inserção se deu na região proximal do úmero, no *impressio coracobrachialis*, proximal à *crista deltopectoralis*, sobreposto pelo tendão de origem do *M. biceps brachii*, assim como em *B. buteo*, *P. apivorus* (CANOVA et al., 2015) e *Falco sparverius* (Meyers, 1992).

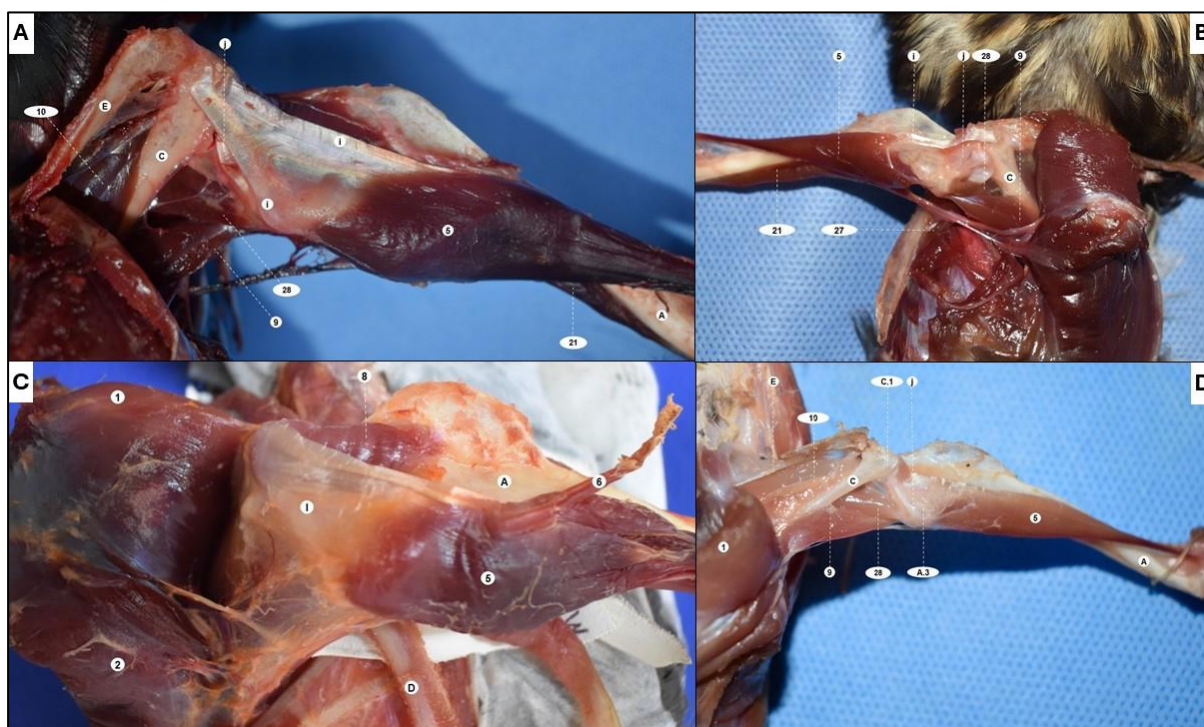


Figura 2. Anatomia muscular superficial e profunda da região ventral do ombro e braço direito de *C. atratus* (A), esquerdo de *R. magnirostris* (B) e direito de *T. caudatus* (C) e *M. choliba* (D). Legenda: (1) *M. pectoralis pars sternobrachialis*; (2) *M. pectoralis pars costobrachialis*; (5) *M. biceps brachii*; (6) *M. biceps brachii pars propatagialis*; (8) *M. coracobrachialis cranialis*; (9) *M. coracobrachialis caudalis*; (10) *M. supracoracoideus*; (21) *M. humerotriceps*; (27) *M. subscapularis*; (28) *M. subcoracoideus*; (A) *Corpus humeri*, (A.3) *Crista bicipitalis*; (C) *Coracoideum*; (C.1) *Processus acrocoracoideus*; (D) *Scapulae*; (E) *Clavicula*; (i) tendão de origem do *M. biceps brachii*; (j) *Ligamentum acrocoracohumerale*.

3.1.5 *Musculus coracobrachialis caudalis*

O *M. coracobrachialis caudalis* é um músculo bipenado, localizado na face ventrocaudal do ombro (Figuras 2A, 2B, 2D e 7). Se origina na porção distal da diáfise

do coracoide e do *processus craniolateralis* do esterno, sob o *M. pectoralis pars costobrachialis*, em contato íntimo com a porção ventrocranial do *M. supracoracoideus*. Ele ascende dorsolateralmente e se insere no *tuberculum ventrale* do úmero, entre as inserções dos *M. subscapularis* e *M. subcoracoideus*.

O *M. coracobrachialis caudalis* está ausente em *R. americana* (LO COCO et al., 2022;). Em *Spheniscus humboldti*, a origem muscular é próxima a das espécies relatadas no presente estudo, porém a sua inserção é deslocada dorsalmente, situando-se na *crus dorsale fossae* do úmero (WATANABE; FIELD; MATSUOKA, 2020). Por último, em *B. buteo* e *P. apivorus* observou-se semelhanças na localização, origem e inserção do músculo (CANOVA et al., 2015).

3.1.6 *Musculus supracoracoideus*

Estudos prévios sugerem que o *M. supracoracoideus* é especializado na rápida elevação da asa em aves voadoras, e em transpor a resistência da água nas aves mergulhadoras (MEYERS, 1992). Na família Spheniscidae, é o maior músculo elevador da asa, tão desenvolvido quanto o *M. pectoralis* (SCHREIWEIS, 1982). Além disso, ele também está ligado à rotação forte e de alta velocidade no eixo do úmero, que reposiciona a asa para o movimento descendente subsequente nas aves que voam (POORE et al., 1997).

Nas aves estudadas, esse músculo longo, tinha formato plano e era bipenado (Figuras 2A, 2D e 7). Sua porção proximal é larga e triangular, se tornando distalmente cilíndrica. Sua porção ventrocaudal e lateral tem origem no corpo do esterno, progredindo em direção à articulação do ombro, entre a clavícula e o coracoide, cruzando o *canalis triosseus*. Sua inserção é feita por um tendão curto e robusto, que se conecta ao *tuberculum dorsale* do úmero, sendo recoberto pelo *M. deltoideus pars minor*.

As aves paleognatas que não voam, não apresentam um *canalis triosseus* completo. Em *R. americana*, o *ligamentum acrocoraco-acromiale* une os *processus acromialis clavicularae* e *processus acrocoracoideus*, fornecendo um teto para a inserção do *M. supracoracoideus* (NOVAS et al., 2021). Em contraste com as aves neognatas, não foi observada rotação do úmero durante a movimentação desse músculo (LO COCO et al., 2022).

3.1.7 *Musculus rhomboideus superficialis*

O *M. rhomboideus superficialis* é um músculo longo, estreito e plano (Figuras 3A-D, 4A e B). Nas espécies estudadas o *M. latissimus dorsi pars cranialis* o sobrepõe em sua região média. Em *Buteo buteo*, ele origina-se das segunda e terceira vértebras cervicais até o processo notário e de uma aponeurose do sinsacro, se inserindo no primeiro e segundo terço do *margo dorsalis* da escápula (CANOVA et al., 2015). Ele sobrepõe o *M. rhomboideus profundus*.

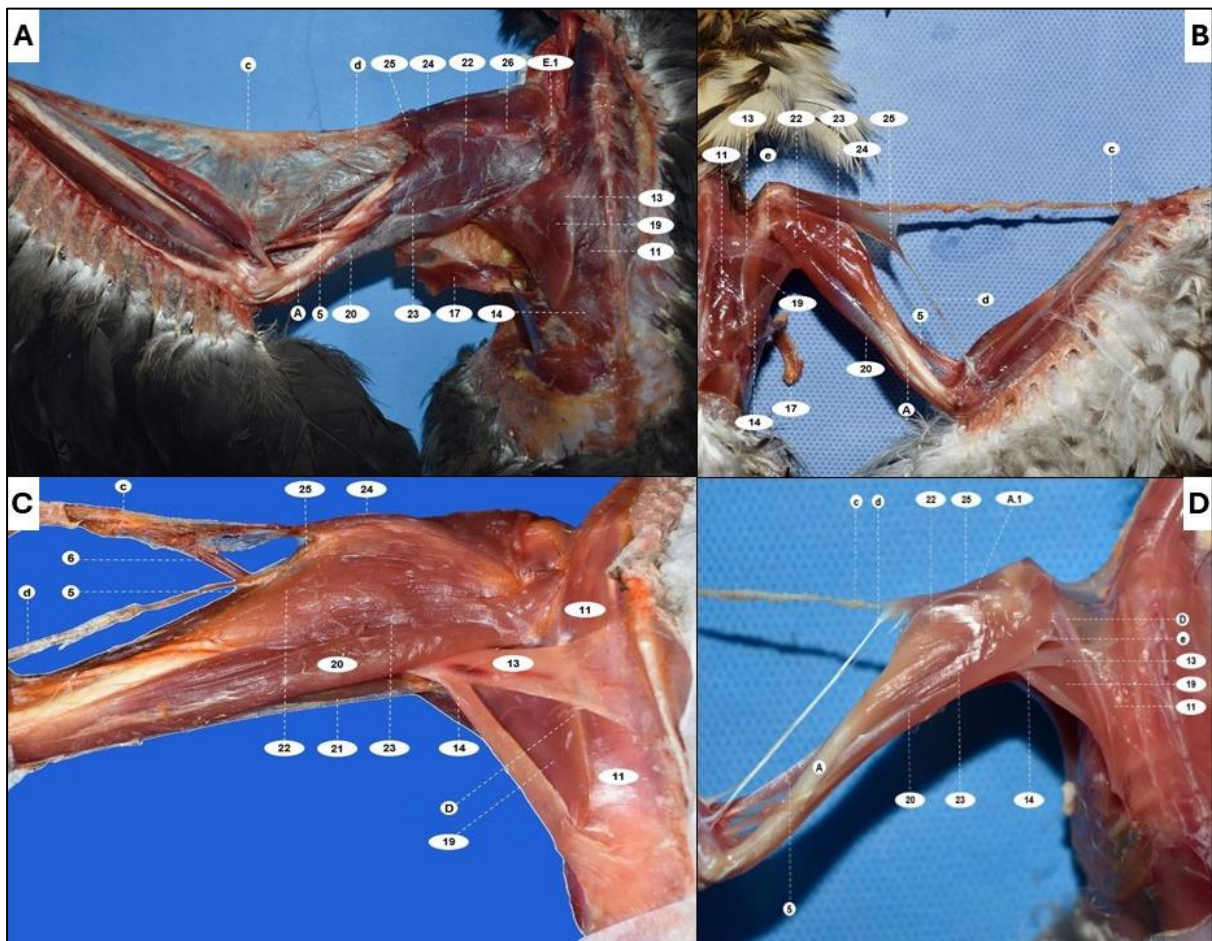


Figura 3. Anatomia muscular superficial da região dorsal do ombro e braço esquerdo de *C. atratus* (A), direito de *R. magnirostris* (B) e esquerdo de *T. caudatus* (C) e *M. choliba* (D). Legenda: (5) *M. biceps brachii*; (6) *M. biceps brachii pars propatagialis*; (11) *M. rhomboideus superficialis*; (13) *M. latissimus dorsi pars cranialis*; (14) *M. latissimus dorsi pars caudalis*; (17) *M. serratus superficialis pars metapatagialis*; (19) *M. scapulohumeralis caudalis*; (20) *M. scapulotriceps*; (21) *M. humerotriceps*; (22) *M. deltoideus pars major caput cranialis*; (23) *M. deltoideus pars major caput caudalis*; (24) *M. deltoideus pars propatagialis caput cranialis*; (25) *M. deltoideus pars propatagialis caput caudalis*; (26) *M. deltoideus pars minor*; (A) *Corpus humeri*; (A.1) *Crista deltopectoralis*; (D) *Scapulae*; (E.1) *Processus acromialis claviculae*; (c) *Ligamentum propatagiale*; (d) *Ligamentum limitans cubiti*; (e) *Retinaculum m. deltoideus pars major caput caudalis*.

3.1.8 *Musculus rhomboideus profundus*

O *M. rhomboideus profundus* é um músculo longo, estreito e plano (Figuras 4A e B). Origina-se da coluna vertebral e tem inserção em toda a extensão da parte medial do corpo da escápula, sendo recoberto pelo *M. rhomboideus superficialis*. Em *P. apivorus*, ele adere-se intimamente ao músculo que o sobrepõe (CANOVA et al., 2015), o que também foi observado em *M. choliba*, *T. caudatus* e *R. magnirostris*, enquanto em *C. atratus*, pode-se diferenciar com maior facilidade os dois ventres musculares.

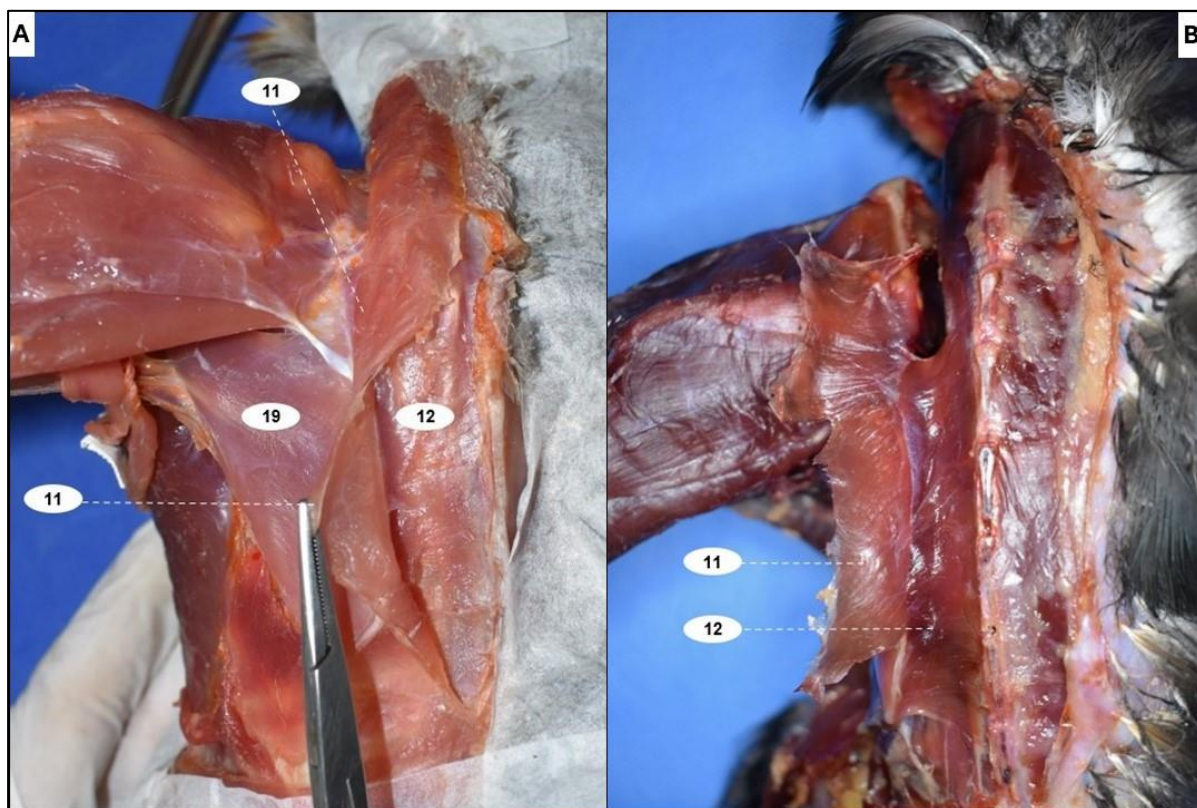


Figura 4. Anatomia muscular superficial e profunda da região dorsal do ombro esquerdo de *T. caudatus* (A) e *C. atratus* (B). Legenda: (11) *M. rhomboideus superficialis*; (12) *M. rhomboideus profundus*; (19) *M. scapulohumeralis caudalis*.

3.1.9 *Musculus latissimus dorsi pars cranialis*

O *M. latissimus dorsi pars cranialis* é um músculo plano, longo e estreito (Figuras 3A-D). Origina-se do processo notário, sobreposto ao *M. rhomboideus superficialis*. Sua porção proximal é fina e larga, apresenta progressão craniolateral, cobrindo uma pequena porção do *margo dorsalis* da escápula e porção cranial do *M. scapulohumeralis caudalis*. Distalmente, nota-se um estreitamento progressivo de

seu ventre muscular, com inserção no primeiro terço do *corpus humeri*, em contato íntimo com a porção ventroproximal do *M. scapulotriceps* e *M. latissimus dorsi pars caudalis*.

3.1.10 *Musculus latissimus dorsi pars caudalis*

O *M. latissimus dorsi pars caudalis* (Figuras 3A-D) é um músculo plano, com origem na porção caudal do notário e cranial do sinsacro, sobreposto à porção distal do *M. rhomboideus profundus*. Apresenta progressão craniolateral, cobrindo o quarto distal da escápula e do *M. scapulohumeralis caudalis*. Tem inserção no primeiro terço do úmero, em contato íntimo com a porção ventroproximal do *M. scapulotriceps* e *M. latissimus dorsi pars cranialis*.

Há descrição de uma terceira parte deste complexo muscular, o *Musculus latissimus dorsi pars metapatagialis*. Em *B. buteo* e *P. apivorus* ele se mostrou como um feixe de menos de um milímetro de largura, que fundia-se com o ventre muscular do *M. serratus superficialis pars metapatagialis* (CANOVA et al., 2015). A presença deste músculo foi confirmada em *Gavia adamsii* e em um indivíduo de *Larus schistisagus* (WATANABE; FIELD; MATSUOKA, 2020), mas é ausente em *P. erithacus* (RAZMADZE; PANYUTINA; ZELENKOV, 2018). Não foi possível visualizar esse músculo nas espécies estudadas. Levando em consideração a sua espessura, pode-se tê-lo danificado durante a dissecação, impossibilitando sua visualização.

3.1.11 *Musculus serratus superficialis*

O *M. serratus superficialis* possui três partes distintas que recobrem a superfície externa das costelas, são elas: *M. serratus superficialis pars cranialis*, *M. serratus superficialis pars caudalis* e *M. serratus superficialis pars metapatagialis*. A primeira porção, *M. serratus superficialis pars cranialis*, é a mais cranial dentre elas, sendo plana, estreita e de médio comprimento (Figuras 6A, C e D). Tem origem nos segmentos vertebrais das primeiras costelas, com progressão dorsocranial e inserção na margem cranioventral do primeiro terço da escápula, recobrindo os *M. scapulohumeralis caudalis* e *M. subscapularis*.

O *M. serratus superficialis pars caudalis* apresenta maior desenvolvimento, principalmente em largura (Figuras 6A e C). Sua origem também ocorre nas costelas, imediatamente após ao *M. serratus superficialis pars cranialis*, estendendo-se

caudalmente e progredindo em um sentido craniodorsal até alcançar a escápula, se inserindo na extensão do segundo e terceiro terço distal da mesma.

Por último, o *M. serratus superficialis pars metapatagialis* (Figuras 1B e D, 3A e B e 6C) está ausente em *R. americana* (LO COCO et al., 2022). Ele se apresenta como uma musculatura delgada e longa, com origem nos segmentos ventrais das costelas. Ele progride lateralmente ao *metapatagium*, prega cutânea triangular que se estende da lateral do tronco até a margem caudal da asa e alcança o trato caudal das *pteryla scapulohumeralis* e *tectrices tertiariae dorsales*, cobrindo o primeiro terço do úmero.

3.1.12 *Musculus scapulohumeralis cranialis*

De acordo com BAUMEL et al. (1993), o *M. scapulohumeralis cranialis* é ausente em algumas espécies de aves, como em *P. erithacus* (RAZMADZE; PANYUTINA; ZELENKOV, 2018) e Sphenisciformes (SCHREIWEIS, 1982). Está presente em *Falco sparverius* (MEYERS, 1992), *Catharacta antarctica*, *Larus crassirostris*, *Larus schistisagus* (WATANABE; FIELD; MATSUOKA, 2020) e em *R. americana* (LO COCO et al., 2022). Dentre as quatro espécies estudadas, constatou-se sua presença somente em *C. atratus* e *M. choliba*, não sendo possível afirmar a sua ausência em *R. magnirostris* e *T. caudatus*.

Nas espécies em que está presente, esse músculo apresentou-se delgado, cilíndrico, curto, localizado profundamente na margem caudal da articulação do ombro (Figuras 5A e B). Originou-se da margem lateral do *collum scapulae*, caudalmente à face de sua articulação com o úmero e imediatamente cranial à origem do *M. subscapularis*. O *M. scapulohumeralis cranialis* progride lateralmente e se insere na região metafisária caudal do primeiro terço do úmero, proximalmente à origem do *M. humerotriceps*. O *M. scapulohumeralis cranialis* é recoberto pelo *M. deltoideus pars major caput cranialis* e *caudalis*, além do *M. humerotriceps* e *M. scapulohumeralis caudalis*.

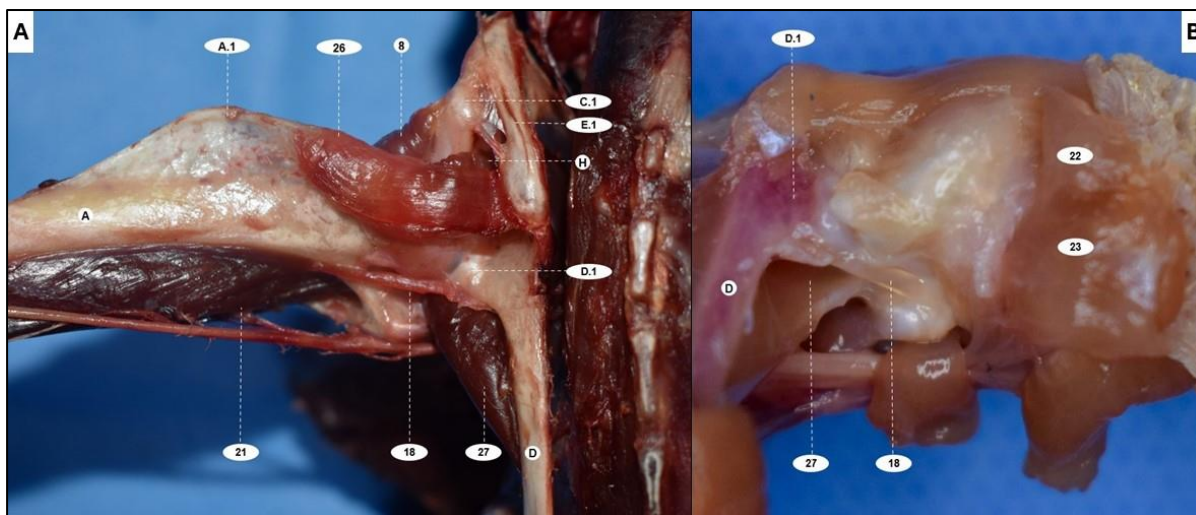


Figura 5. Anatomia muscular superficial e profunda da região dorsal do ombro e braço esquerdo de *C. atratus* (A) e direito de *M. choliba* (B). Legenda: (8) *M. coracobrachialis cranialis*; (18) *M. scapulohumeralis cranialis*; (21) *M. humerotriceps*; (22) *M. deltoideus pars major caput cranialis*; (23) *M. deltoideus pars major caput caudalis*; (26) *M. deltoideus pars minor*; (27) *M. subscapularis*; (A) *Corpus humeri*; (A.1) *Crista deltopectoralis*; (C.1) *Processus acrocoracoideus*; (D) *Scapulae*; (D.1) *Collum scapulae*; (E.1) *Processus acromialis claviculae*.

3.1.13 *Musculus scapulohumeralis caudalis*

O *M. scapulohumeralis caudalis* é um músculo médio, com uma base larga e afunilamento distal, apresentando um formato triangular (Figuras 3A-D e 4A). Presume-se que a sua função tem correlação com a retração e adução do úmero (LO COCO et al., 2022). Nas espécies estudadas, a sua origem compreendia toda a extensão da *margo dorsalis* da escápula, progredindo lateralmente até a sua inserção na *fossa pneumotricipitalis*, localizada na face caudal do úmero, próximo à origem intermediária do *M. humerotriceps*.

3.1.14 *Musculus scapulotriceps*

O *M. scapulotriceps* é um músculo longo e cilíndrico, que percorre toda a extensão do úmero (Figuras 1A, 3A-D). Sua origem é localizada na face lateral do *collum scapulae*. Na sua margem caudal, nota-se a presença do *retinaculum M. scapulotriceps*, um tendão fibroso que une a margem caudoproximal do ventre muscular à escápula, se inserindo imediatamente cranial ao *M. scapulohumeralis caudalis*.

Em *M. choliba*, *R. magnirostris* e *T. caudatus*, o ventre muscular do *M. scapulotriceps* inseriu imediatamente após o *retinaculum M. scapulotriceps*, no *collum scapulae*. Por outro lado, em *T. caudatus* e *C. atratus*, havia dois *retinaculum*

M. scapulothoracicus, ambos aderidos ao *collum scapulae*. Em *C. atratus*, o ventre do *M. scapulothoracicus* não alcançou a escápula, estando suspenso pelos dois *retinaculum M. scapulothoracicus*.

Em *B. buteo*, *P. apivorus* e *Falco sparverius* o *retinaculum* com origem na escápula está presente. Além disso, o ventre muscular exibe um *retinaculum* umeral em sua margem cranial, originada na superfície profunda do músculo no úmero (MEYERS, 1992; CANOVA et al., 2015). Entretanto, o *retinaculum* umeral não foi visualizado em *Falco sparverius* (MEYERS, 1992). Em *Spheniscus humboldti* e *R. americana* ambos os *retinaculum* estão ausentes e esse músculo surge de duas cabeças tendinosas distintas na extremidade proximal da escápula (WATANABE; FIELD; MATSUOKA, 2020; LO COCO et al., 2022).

Em *C. atratus* notou-se a presença de um ligamento com origem na superfície profunda do ventre muscular, região média, aderida ao *M. deutoideus pars major caput cranialis* e ausência do *retinaculum* umeral. Em *T. caudatus* as estruturas supracitadas não foram visualizadas. Em *M. choliba* e *R. magnirostris*, o *retinaculum* umeral também estava ausente. Por último, distalmente, o ventre do *M. scapulothoracicus* dá origem a um tendão robusto que se insere dorsalmente ao *processus cotylaris dorsalis* do osso ulna.

3.1.15 *Musculus humerotriceps*

O *M. humerotriceps* é um músculo longo, disposto em íntimo contato com o corpo do úmero, cobrindo todo seu comprimento (Figuras 1A-D, 2A e B, 3C, 5A e 7). Sua origem é composta por três feixes musculares, que emergem da face caudal do úmero, sobrepondo a *fossa pneumotricipitalis*. Seus feixes progridem distalmente e se fundem, originando um ventre muscular que percorre o corpo do úmero e se insere, como uma musculatura plana, estreita e com feixes fibrosos, na região proximal da ulna, em seu aspecto dorsal, no *olecranon*.

3.1.16 *Musculus deltoideus*

O *M. deltoideus* é composto por três partes, a *pars major*, a *pars minor* e a *pars propatagialis*. As duas últimas são ausentes em *R. americana* (LO COCO et al., 2022).

O *M. deltoideus pars major* se subdivide em *caput cranialis* (Figuras 3A-D e 5B) e *caput caudalis* (Figuras 3A-3D e 5B), com íntima associação. Adicionalmente,

essa é a porção mais caudal, com aspecto robusto, comprimento médio, disposta no sentido dorsoproximal do úmero. Tem origem na extremidade proximal da escápula e, em algumas espécies, pode-se observar uma variação, com origem no *processus acromialis clavicularae*. Em *C. atratus*, o *processus acromialis clavicularae* é bem desenvolvido, formando uma curvatura dorsocaudal, em direção à face articular clavicular da escápula, de forma que há feixes musculares ligados a essa região articular. Em *M. choliba*, *R. magnirostris* e *T. caudatus*, os feixes musculares se originaram sobre a face articular coracoescapular. Notou-se a presença de dois tendões curtos e finos, um deles associado ao *caput caudalis*, disposto na face dorsal da escápula, no fim do seu primeiro terço, sobrepondo-se à margem de origem cranial do *M. scapulohumeralis caudalis* e abaixo do *M. latissimus dorsi pars cranialis*. O segundo tendão estava aderido ao *caput cranialis*, com origem no *collum scapulae*. A progressão do *M. deltoideus pars major caput caudalis* ocorre paralelamente ao *M. scapulopectus*. Por outro lado, o *M. deltoideus pars major caput cranialis* é aderido à *crista deltopectoralis*. As duas partes culminaram em um ventre muscular comum com inserção, a partir de um tendão, na face dorsomedial do *corpus humeri*.

O *M. deltoideus pars minor* é o menos desenvolvido do grupamento e o mais profundo (Figuras 3A e 5A). É um músculo curto, cilíndrico a achatado, com origem na extremidade proximal do osso coracoide. Em *C. atratus*, sua origem ocorreu no *processus acromialis clavicularae*, dorsalmente ao *canalis triosseus*. Em *T. caudatus*, *M. choliba* e *R. magnirostris*, não foi possível a visualização desse músculo. Sua inserção ocorreu na margem proximal da face dorsal da *crista deltopectoralis*, sobrepondo o tendão de inserção do *M. supracoracoideus*.

O *Musculus deltoideus pars propatagialis* é subdividido em *caput caudalis* (Figuras 1B, 3A-D) e *cranialis* (Figuras 3A-C). É um músculo longo, estreito e fino, que se origina do *processus acromialis clavicularae* em *C. atratus* e do *processus acrocoracoideus* em *M. choliba*, *R. magnirostris* e *T. caudatus*. Posteriormente, ele progride paralelamente até a extremidade distal da *crista deltopectoralis*. Nesta altura, a *caput cranialis* origina um tendão que corre paralelamente ao tendão do *M. pectoralis pars propatagialis caput cranialis*, formando o *ligamentum propatagiale*, citado anteriormente. O *M. deltoideus pars propatagialis caput caudalis*, também dá origem ao *ligamentum limitans cubiti*, que se insere na região da articulação umeroradioulnar.

3.1.17 *Musculus subscapularis*

O *M. subscapularis* é um músculo curto, largo, cilíndrico e bipenado (Figuras 5A e B, 6A-D e 7). A sua origem é escapular, sendo possível notar a presença de duas cabeças, *Caput laterale* e *Caput mediale*. O *Caput laterale* origina-se do *Corpus scapulae facies lateralis*, enquanto o *Caput mediale*, do *Corpus scapulae facies medialis*, estendendo-se entre o fim do primeiro e segundo terços desse osso, profundamente sob o *M. scapulohumeralis caudalis*. Os ventres musculares se unem imediatamente após as suas origens e progridem no sentido cranioventral. Sua inserção se dá a partir de um tendão único aderido à *Tuberculum ventrale* do úmero, ao lado do tendão de inserção do *M. subcoracoideus*.

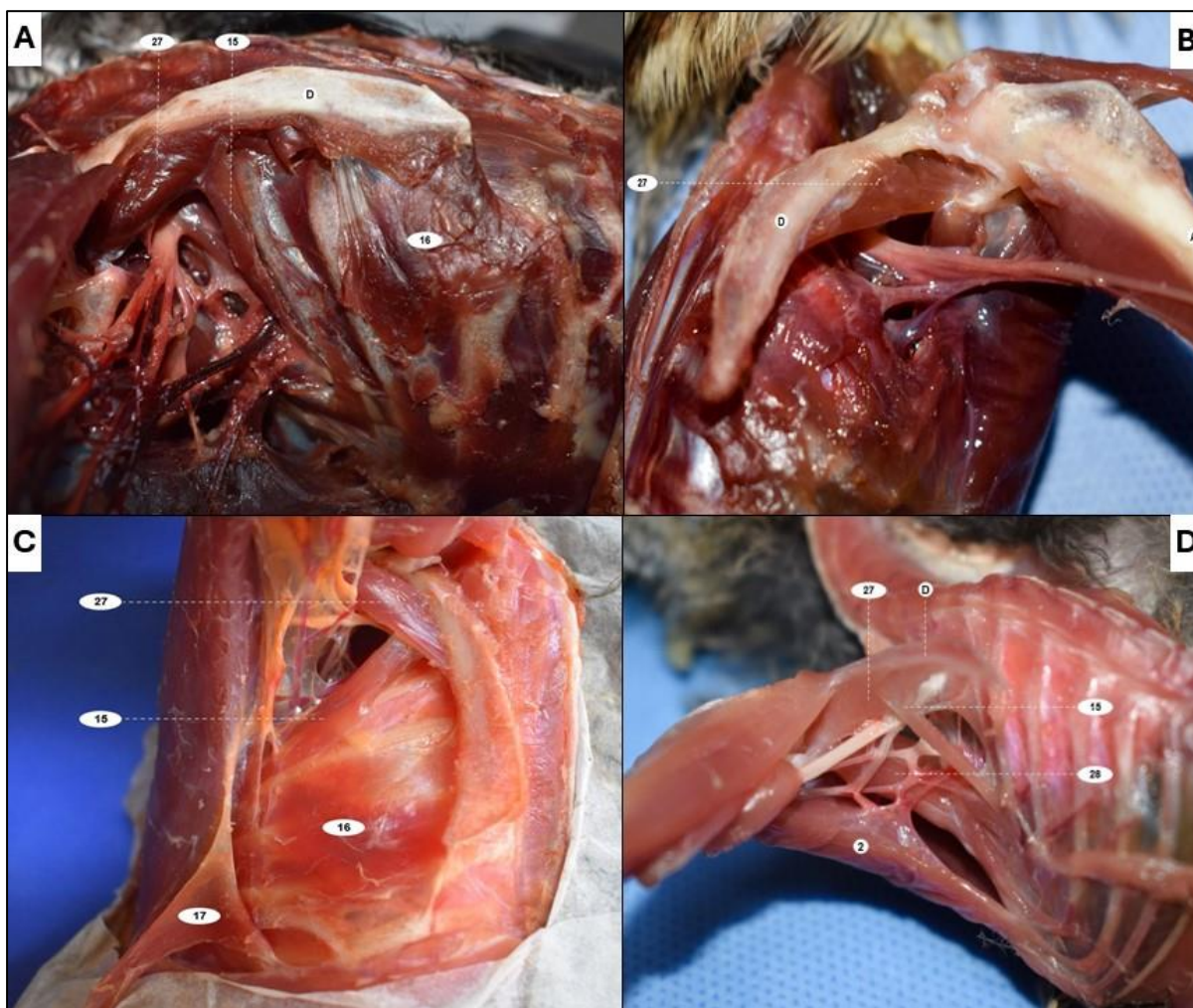


Figura 6. Anatomia muscular superficial e profunda da região lateral do ombro esquerdo de *C. atratus* (A), direito de *R. magnirostris* (B) e esquerdo de *T. caudatus* (C) e *M. choliba* (D). Legenda: (15) *M. serratus superficialis pars cranialis*; (16) *M. serratus superficialis pars caudalis*; (17) *M. serratus superficialis pars metapatagialis*; (27) *M. subscapularis*; (28) *M. subcoracoideus*; (D) *Scapulae*

3.1.18 *Musculus subcoracoideus*

O *M. subcoracoideus* é um músculo médio, largo, com a base plana e ventre cilíndrico (Figuras 6D e 7). Origina-se da parte dorsolateral média do corpo do osso coracoide, dorsalmente à região mediodorsal do *M. supracoracoideus*. Em *Sphenisciformes*, próximo à articulação do ombro, esse músculo se funde com o *M. subscapularis*. A inserção é feita por um tendão comum, curto, mas forte, na extremidade proximal da crista bicipital do úmero.

Nas espécies estudadas, o ventre muscular progridiu em sentido craniodorsal, formando um tendão que se inseriu na *crista bicipitalis* do úmero, entre as inserções do *M. subscapularis* e do *M. coracobrachialis caudalis*.

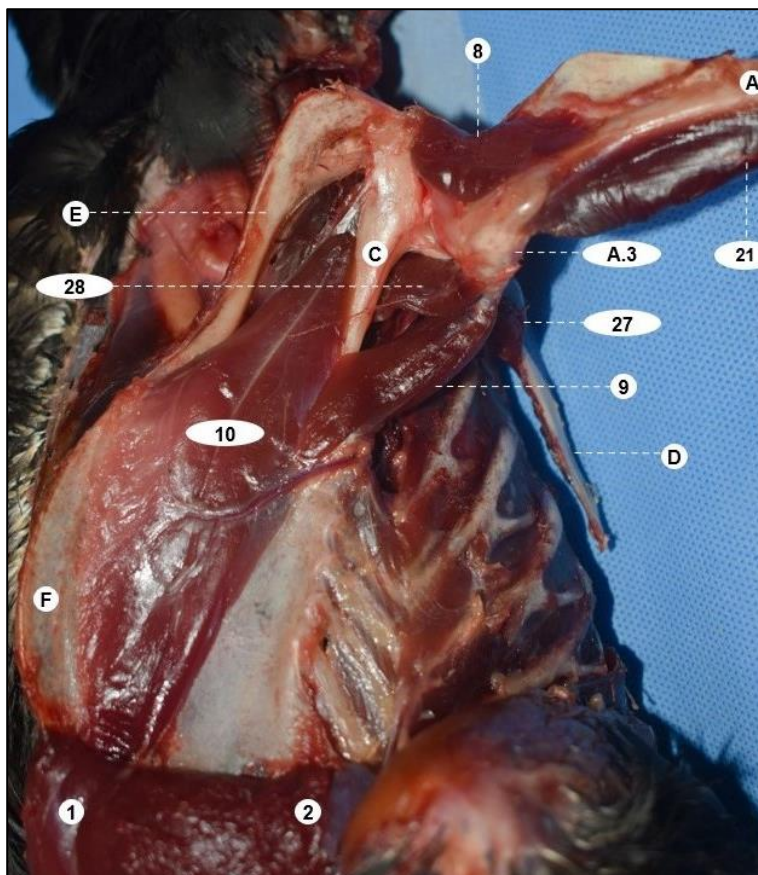


Figura 7. Anatomia muscular superficial e profunda da região ventral do ombro e braço direito de *C. atratus* (A). Legenda: (1) *M. pectoralis pars sternobrachialis*; (2) *M. pectoralis pars costobrachialis*; (8) *M. coracobrachialis cranialis*; (9) *M. coracobrachialis caudalis*; (10) *M. supracoracoideus*; (21) *M. humerotriceps*; (27) *M. subscapularis*; (28) *M. subcoracoideus*; (A) *Corpus humeri*, (A.3) *Crista bicipitalis*; (C) *Coracoideum*; (D) *Scapulae*; (E) *Clavicula*; (F) *Carina sterni*.

3.2 Técnica cirúrgica de amputação de asa

A descrição da técnica cirúrgica de amputação de asa foi realizada com base no procedimento realizado nas carcaças. Entretanto, ela foi previamente utilizada com sucesso em indivíduos vivos das espécies-modelo deste estudo, bem como em outras espécies de aves submetidas à cirurgia de amputação de asa no Setor de Animais Silvestres do HVet-UnB. Todos os pacientes vivos submetidos à amputação de asa apresentavam afecções com indicação médica veterinária para a realização cirúrgica, de forma que nenhum dos casos teve relação com o presente estudo.

Antes do início do procedimento cirúrgico, deve-se realizar o preparo do campo cirúrgico com remoção das penas. É importante lembrar que o arrancamento das penas promove estímulo doloroso nas aves, e, no caso de uma área extensa, como é o caso da cirurgia de amputação de asa, faz-se necessária a anestesia geral do paciente, para garantir o controle da dor e redução do estresse.

Para reduzir o tempo de anestesia e de estímulo doloroso, bem como agilizar o restabelecimento do voo dos animais, a retirada das penas é feita somente na região do campo cirúrgico. A remoção circundar todo o membro, desde a margem medial da escápula, até o terço médio do úmero.

Para a cirurgia, a ave pode ser posicionada em decúbito dorsal ou lateral, contrário ao membro que será amputado. No caso do decúbito lateral, é indicado que o dorso do tórax seja apoiado com auxílio de material acolchoado, de maneira que promova estabilização do decúbito. Para evitar a contaminação do campo cirúrgico, a região distal da asa pode ser envolvida com atadura estéril, enquanto o tórax é isolado com uso de compressa estéril antes da colocação do pano de campo (Figura 1).



Figura 8. Vistas ventral (A) e dorsal (B) do campo cirúrgico de amputação de asa em *C. atratus*. Notar a utilização de compressas e bandagens estéreis antes da colocação do pano de campo, para isolamento da área, de forma a evitar a contaminação.

Após a antissepsia em duas etapas, é feita a colocação do pano de campo. A incisão da pele é realizada com lâmina de bisturi contornando toda a circunferência da asa, ao nível do fim do terço proximal do úmero (Figura 2A). Na face caudal do membro, o músculo serrátil superficial metapatagial é bem aderido à pele e pode ser incisado juntamente com ela.

Em seguida, promove-se a divulsão da pele e do subcutâneo em sentido proximal, até alcançar o bordo lateral da escápula. Também é feita a divulsão em sentido distal, até a área de inserção do músculo peitoral sobre o bíceps braquial, na região de diáfise proximal do úmero (Figura 2B). Na região axilar, deve-se realizar a divulsão de forma cuidadosa para evitar atingir vasos importantes, como a artéria braquial.

Para a incisão dos músculos, recomenda-se iniciar pela região dorsocaudal da cintura escapular, identificando e seccionando os músculos latíssimo dorsal caudal e cranial, próximo às suas origens vertebrais (Figura 2C). Ambos são rebatidos cranialmente, permitindo a visualização do músculo escapuloumeral caudal. Em seguida, é feita a secção do retináculo caudal da cabeça caudal do músculo deltoide maior (Figura 2D). Após a secção, este músculo é afastado cranialmente para a visualização do músculo escapulotríceps, assim como os retináculos caudal e cranial que se ancoram à escapula (Figura 2D).

Ambos os retináculos do músculo escapulotríceps são seccionados e o seu ventre é rebatido lateralmente (Figura 3A). Em *T. caudatus*, *M. choliba* e *R. magnirostris*, o ventre muscular está aderido à escápula, portanto há necessidade de seccioná-lo em sua porção proximal.

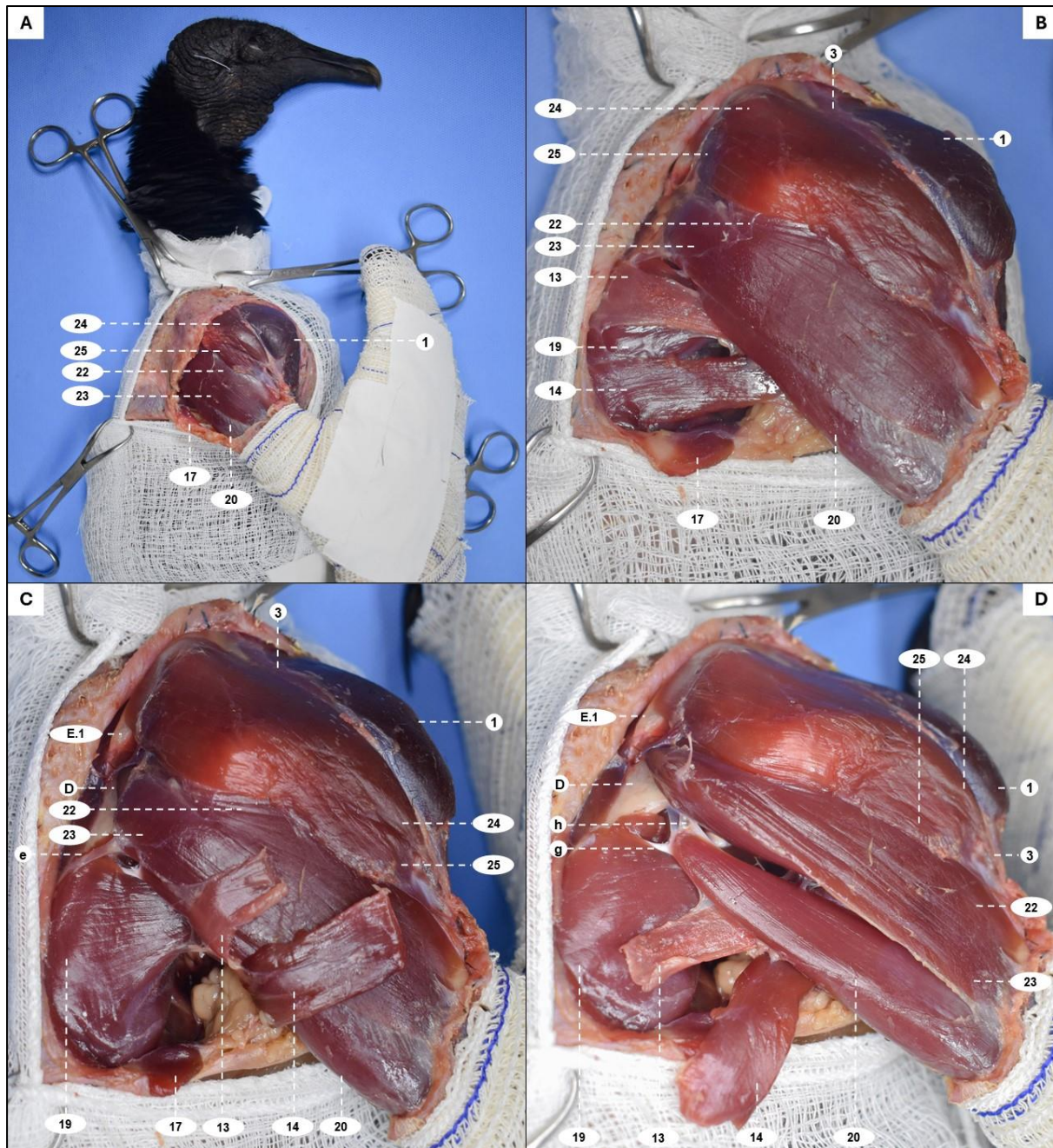


Figura 9. Anatomia muscular superficial da região dorsolateral do ombro e braço direito de *C. atratus*. A: Incisão da pele ao nível do final do terço proximal do úmero, juntamente com o músculo serrátil superficial metapatagial. B: Vista da musculatura após divulsão da pele. C: Incisão e rebatimento cranial dos músculos latíssimo dorsal caudal e cranial; D: Incisão do retináculo da cabeça caudal do músculo deltoide maior. Rebatimento caudal dos músculos latíssimo dorsal caudal e cranial e deslocamento cranial da cabeça caudal do músculo deltoide maior, possibilitando a visualização dos retináculos caudal e cranial do musculo escapulotríceps. Legenda: (1) músculo peitoral esternobraquial; (3) músculo peitoral propatagial cranial; (13) músculo latíssimo dorsal cranial; (14) músculo latíssimo dorsal cranial; (17) músculo serrátil superficial metapatagial; (19) músculo escapuloumeral caudal; (20) músculo escapulotríceps; (22) cabeça cranial do músculo deltoide maior; (23) cabeça caudal do músculo deltoide maior; (24) cabeça cranial do músculo deltoide propatagial; (25) cabeça caudal do músculo deltoide propatagial; (e) retináculo da cabeça caudal do músculo deltoide maior; (g) retináculo caudal do músculo escapulotríceps; (h) retináculo cranial do músculo escapulotríceps; (D) escápula; (E.1) processo acromial da clavícula.

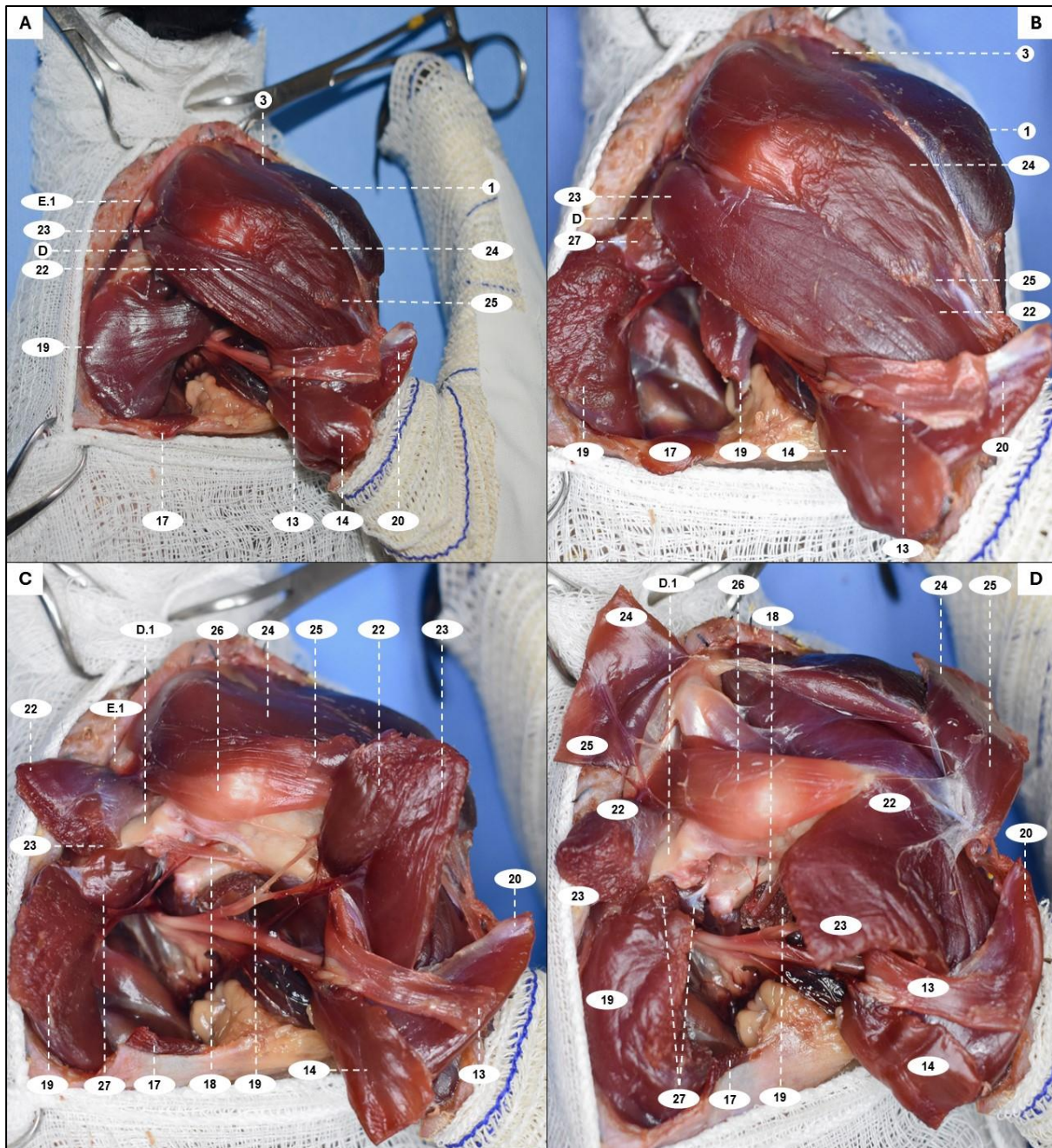


Figura 10. Anatomia muscular superficial e profunda da região dorsolateral do ombro e braço direito de *C. atratus*. A: Incisão dos retináculos caudal e cranial do músculo escapulotríceps e rebatimento lateral do ventre muscular, juntamente com os músculos latíssimo dorsal caudal e cranial. B: Incisão do músculo escapuloumeral caudal e exposição do músculo subescapular. C: Incisão das cabeças caudal e cranial do músculo deltoide maior e rebatimento cranial dos ventres musculares, expondo os músculos deltoide menor e escapuloumeral cranial. D: Incisão dos músculos escapuloumeral cranial e subescapular. Legenda: (1) músculo peitoral esternobraquial; (3) músculo peitoral propatagial cranial; (13) músculo latíssimo dorsal cranial; (14) músculo latíssimo dorsal cranial; (17) músculo serrátil superficial metapatagial; (18) músculo escapuloumeral cranial; (19) músculo escapuloumeral caudal; (20) músculo escapulotríceps; (22) cabeça cranial do músculo deltoide maior; (23) cabeça caudal do músculo deltoide maior; (24) cabeça cranial do músculo deltoide propatagial; (25) cabeça caudal do músculo deltoide propatagial; (26) músculo deitoides menor; (27): músculo subescapular; (e) retináculo da cabeça caudal do músculo deltoide maior; (g) retináculo caudal do músculo escapulotríceps; (h) retináculo cranial do músculo escapulotríceps; (D) escápula; (D.1) colo da escápula; (E.1) processo acromial da clavícula.

Posteriormente, o músculo escapuloumeral caudal é seccionado entre o seu segundo e terceiro terço distal (Figura 3B). O coto proximal do músculo será utilizado na síntese muscular. Nota-se a presença de vasos sanguíneos atingindo ventralmente o segundo terço do ventre muscular. Apesar disso, de acordo com experiências prévias, realizando a incisão conforme descrito não foi verificada a necessidade de hemostasia.

As cabeças caudal e cranial do músculo deltoide maior são seccionadas em conjunto e rebatidas cranialmente, expondo os músculos deltoide menor e escapuloumeral cranial (Figura 3C). Na sequência, as cabeças caudal e cranial do músculo deltoide propatagial são incisadas em conjunto e rebatidas cranialmente (Figura 3D). Os ventres dos músculos deltoide maior e propatagial são incisados na altura do limite distal do terço proximal. Os cotos remanescentes também serão utilizados na síntese muscular.

O músculo subescapular é seccionado em sua porção distal, próximo à sua inserção na tuberosidade ventral do úmero, seguido do músculo escapuloumeral cranial em seu terço proximal (Figura 3D).

Posteriormente, é feita a secção do músculo deltoide menor em sua porção média, sendo possível visualizar o tendão de inserção do músculo supracoracoide na tuberosidade dorsal do úmero (Figura 4A). Ele será seccionado posteriormente (Figura 4B).

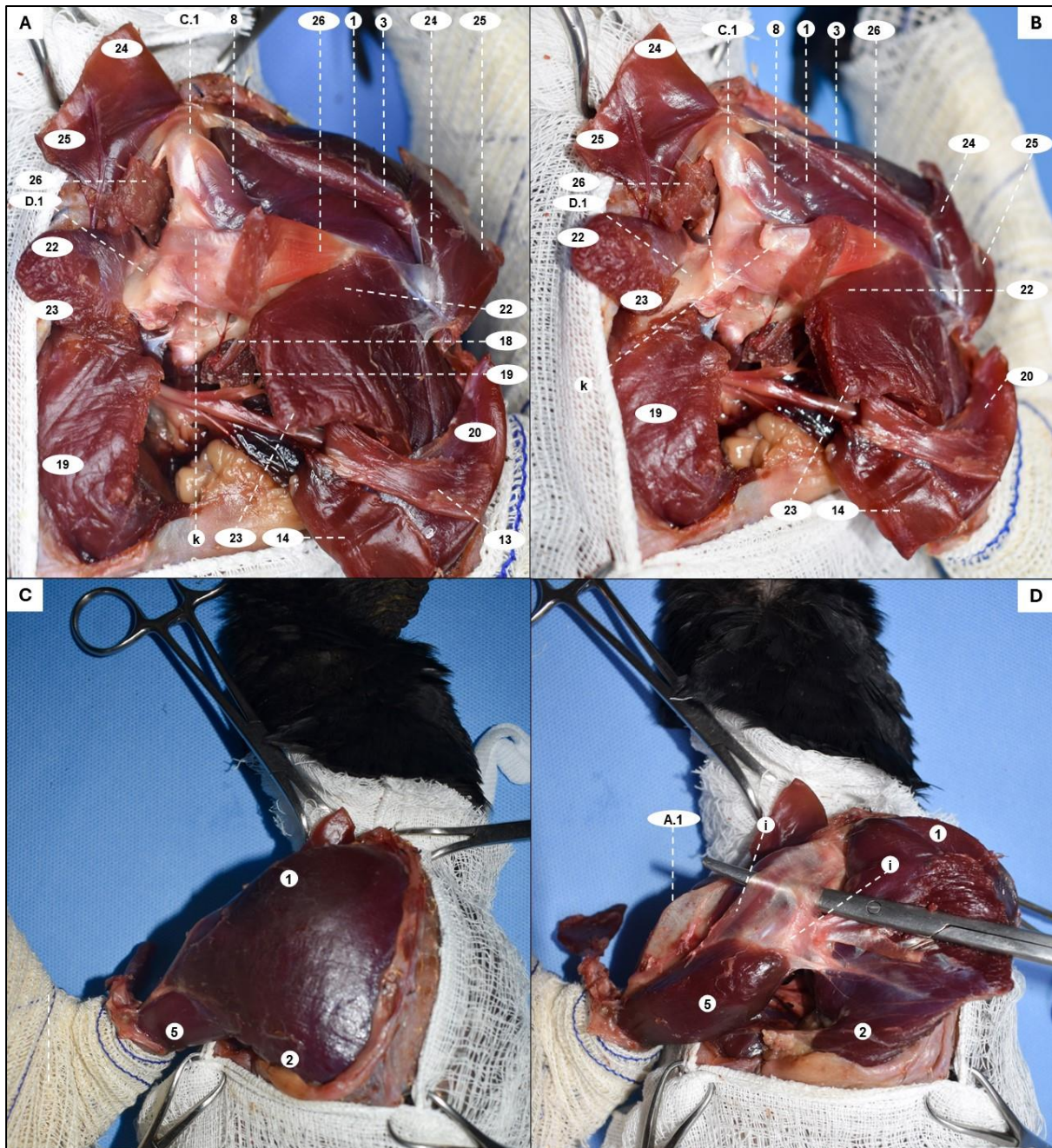


Figura 11. Vista dorsal da musculatura superficial e profunda do ombro e região de diáfise proximal do úmero direito de *C. atratus* (A) e (B). A: secção do músculo deltoide menor em sua porção média e visualização do tendão de inserção do músculo supracoracoide. B: tendão de inserção do músculo supracoracoide. Vista ventral da musculatura superficial do ombro e região de diáfise proximal do úmero direito de *C. atratus* (C) e (D). C: musculatura peitoral sobrepondo o músculo bíceps braquial em sua porção média. D: rebatimento lateral do músculo peitoral e visualização dos tendões e origem do músculo bíceps braquial. Legenda: (1) músculo peitoral esternobraquial; (2) músculo peitoral costobraquial; (3) músculo peitoral propatagial cranial; (5) músculo bíceps braquial; (8) músculo coracobraquial cranial; (13) músculo latíssimo dorsal cranial; (14) músculo latíssimo dorsal cranial; (17) músculo serrátil superficial metapatagial; (18) músculo escapuloumeral cranial; (19) músculo escapuloumeral caudal; (20) músculo escapulotríceps; (22) cabeça cranial do músculo deltoide maior; (23) cabeça caudal do músculo deltoide maior; (24) cabeça cranial do músculo deltoide propatagial; (25) cabeça caudal do músculo deltoide propatagial; (26) músculo deltoide menor; (27): músculo subescapular; (e) retináculo da cabeça caudal do músculo deltoide maior; (g) retináculo caudal do músculo escapulotríceps; (h) retináculo cranial do músculo escapulotríceps; (i) tendão de origem do músculo bíceps braquial (k) tendão de inserção do músculo supracoracoide; (D) escápula; (A.1) crista

deltopeitoral; (C.1) processo acrocoracoide; (D.1) colo da escápula; (E.1) processo acromial da clavícula.

O membro é reposicionado no sentido ventrodorsal, revelando a face ventral da asa, podendo-se identificar a musculatura peitoral cobrindo o músculo bíceps braquial em sua porção média (Figura 4C). O deslizamento tendinoso que fixa o músculo peitoral sobre o bíceps braquial, assim como os ligamentos e tecido fibroso que o ancora sobre o úmero são divulsionados, possibilitando o rebatimento lateral do ventre muscular peitoral (Figura 4D). A utilização de um bisturi, margeando a crista deltopeitoral pode ser útil e, dessa forma, não há necessidade de seccionar o ventre muscular peitoral, o que reduz o sangramento no procedimento.

Ao rebater o músculo peitoral, é possível visualizar os tendões de origem do músculo bíceps braquial (Figura 4D). Eles são seccionados (Figura 5A), possibilitando a visualização do músculo coracobraquial cranial, subcoracoide, coracobraquial caudal e o ligamento acrocoracoumeral, os quais serão seccionados posteriormente (Figura 5B e 5C).

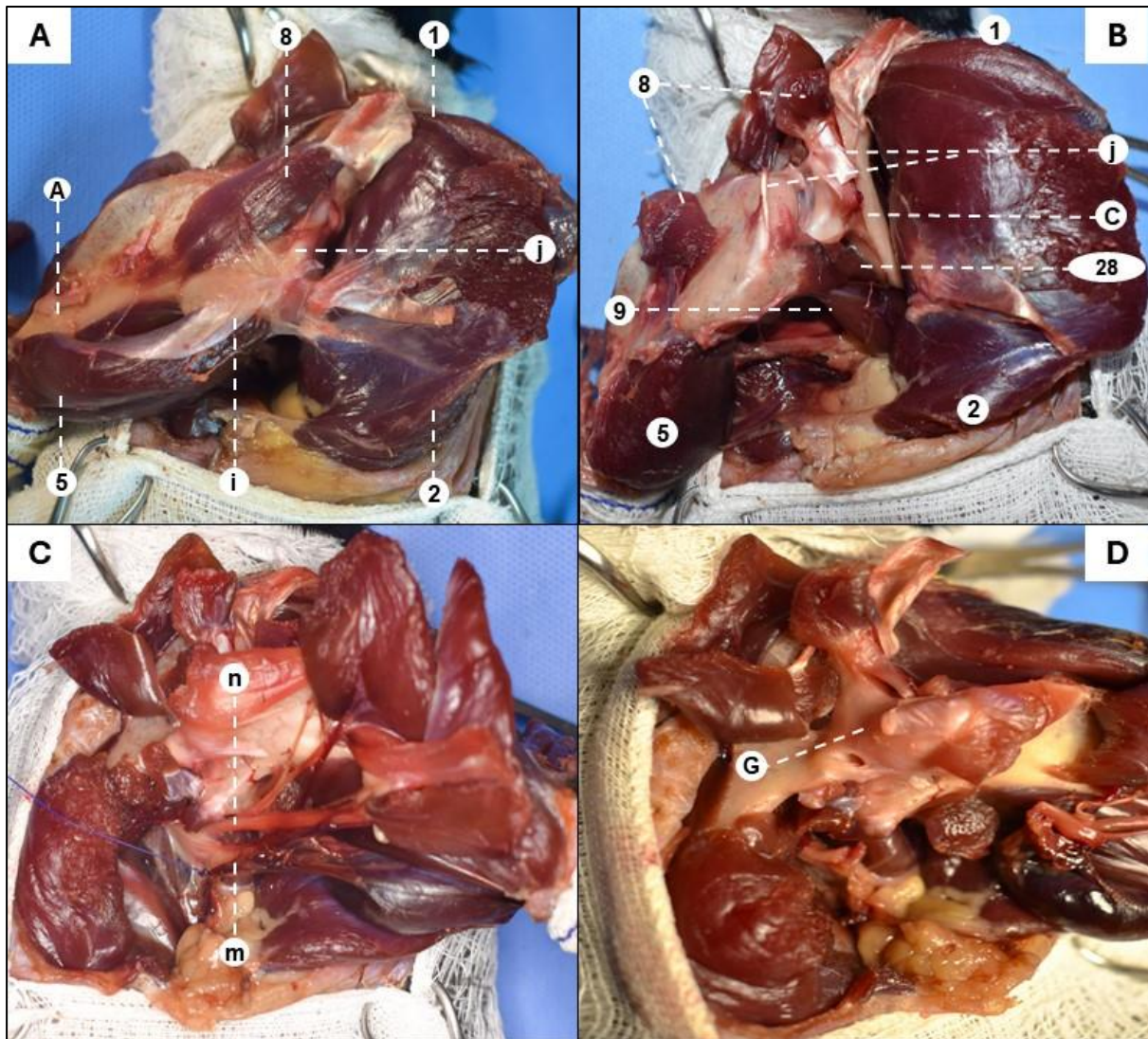


Figura 12. Vista ventral da musculatura superficial e profunda do ombro e região de diáfise proximal do úmero direito de *C. atratus* (A) e (B). A: Incisão dos tendões de origem do músculo bíceps braquial e visualização dos músculos subcoracoide, coracobraquial caudal e ligamento acrocoracoumeral. B: incisão dos músculos subcoracoide, coracobraquial caudal e do ligamento acrocoracoumeral. Vista dorsal da musculatura superficial e profunda do ombro e região de diáfise proximal do úmero direito de *C. atratus* (C) e (D). C: ligadura em conjunto da veia e artéria axilar e secção de ambas, juntamente com o tronco do plexo braquial. D: Incisão da capsula articular do ombro e liberação do úmero. Legenda: (1) músculo peitoral esternobraquial; (2) músculo peitoral costobraquial; (5) músculo bíceps braquial; (8) músculo coracobraquial cranial; (9) músculo coracobraquial caudal; (28) músculo subcoracoide; (i) tendão de origem do músculo bíceps braquial; (j) ligamento acrocoracoumeral; (m) artéria e veia axilar; (n) plexo braquial; (A) corpo do úmero; (C) coracoide (G) conjunto de membranas fibrosas e ligamentos que formam a cápsula articular do ombro.

Até a presente etapa, não é necessária a realização de nenhuma hemostasia com ligamento de vasos sanguíneos, salvo particularidades individuais ou alterações que aumentem a irrigação do local, como processos inflamatórios ou neoplásicos. Entretanto, ao alcançar a região axilar, deve-se realizar a ligadura da artéria e veia axilar com fio de sutura absorvível, com posterior secção dessas

estruturas (Figura 5C). Nessa mesma região há o plexo nervoso braquial que poderá ser bloqueado com instilação de anestésico local antes da incisão (Figura 5C).

A articulação do ombro apresenta natureza sindesmótica, sendo estruturada por um conjunto de membranas interósseas fibrosas e ligamentos curtos. Para desarticulação do úmero, esses componentes deverão ser seccionados (Figura 5D).

Para a síntese muscular, o músculo peitoral parte esternobraquial e costobraquial serão suturados junto aos músculos escapuloumeral caudal, deltoide maior partes caudal e cranial e deltoide propatagial parte caudal e cranial, utilizando fio de sutura absorvível. Em seguida será feita a sutura da pele com fio não absorvível (Figura 13). Devido à pouca quantidade de tecido conjuntivo nas aves, não há necessidade da realização de sutura de subcutâneo ou abolição de espaço morto.

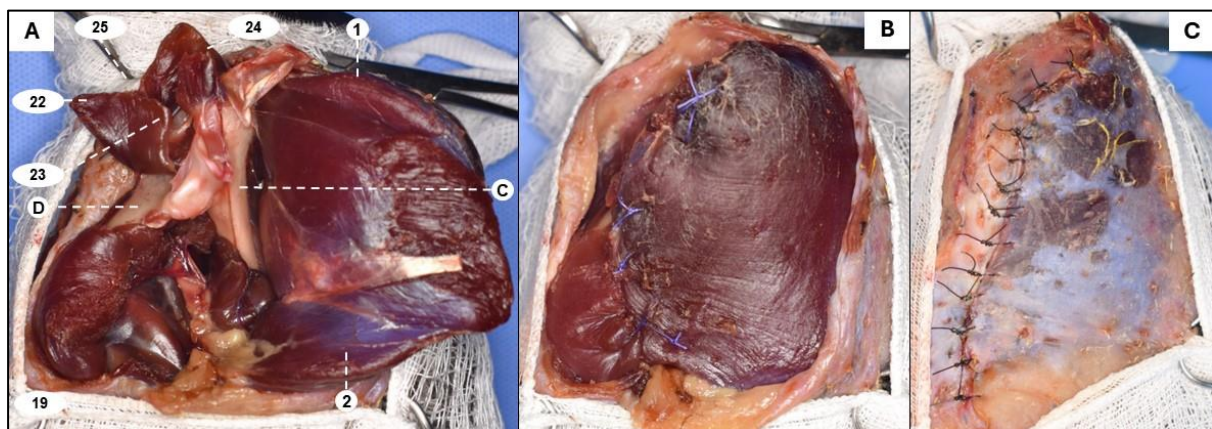


Figura 13. Vista dorsal da articulação do ombro direito de *C. atratus*, com o úmero desarticulado. (A) sutura da musculatura peitoral aos músculos escapuloumeral caudal, deltoide maior cabeças caudal e cranial e deltoide propatagial cabeças caudal e cranial; (B) síntese da musculatura utilizando fio absorvível; (C) síntese da pele com fio não absorvível. Legenda: (1) músculo peitoral esternobraquial; (2) músculo peitoral costobraquial; (19) músculo escapuloumeral caudal; (22) cabeça cranial do músculo deltoide maior; (23) cabeça caudal do músculo deltoide maior; (24) cabeça cranial do músculo deltoide propatagial; (25) cabeça caudal do músculo deltoide propatagial; (C) coracoide; (D) escápula.

4 CONCLUSÃO

A comparação da cintura escapular das aves revela uma complexidade anatômica significativa, refletindo a diversidade adaptativa presente nesta classe. Os músculos estudados desempenham papéis fundamentais na mobilidade e estabilidade das asas, portanto, os dados apresentados são relevantes para a compreensão da biomecânica do voo das espécies, bem como no planejamento cirúrgico para amputação da asa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYMEN, J.; FITZGERALD, G.; LAIR, S.; VERGNEAU-GROSSET, C. Outcomes of birds of prey with surgical or traumatic wing amputation: a retrospective study from 1995 to 2017. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 36, n. 1, p. 14–20, 2022. <https://doi.org/10.1647/20-00085>.

AZMANIS, P. N.; WERNICK, M. B.; HATT, J.-M. Avian luxations: occurrence, diagnosis and treatment. **Veterinary Quarterly**, v. 34, n. 1, p. 11–21, 2014. <https://doi.org/10.1080/01652176.2014.905731>.

BAUMEL, J. J.; KING, A. S.; BREAZILE, J. E.; EVANS, H. E.; VANDEN BERGE, J. C. **Handbook of Avian Anatomy**. 2. ed. Nuttall Ornithological Club, 1993. 779 p.

CANOVA, M.; CLAVENZANI, P.; BOMBARD, C.; MAZZONI, M.; BEDONI, C.; GRANDIS, A. Anatomy of the shoulder and arm musculature of the common buzzard (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758) and the European honey buzzard (*Pernis apivorus* Linnaeus, 1758). **Zoomorphology**, v. 134, p. 291–308, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00435-014-0252-5>

COUTANT, T.; LAIR, S.; FITZGERALD, G.; PERRET-THIRY, C.; VERGNEAU-GROSSET, C. Risk factors and prognosis for humeral fractures in birds of prey: a retrospective study of 461 cases from 2000 to 2015. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 36, n. 1, p. 2–13, 2022. <https://doi.org/10.1647/20-00093>.

DIAL, K. P.; GOSLOW JR., G. E.; JENKINS JR., F. A. The functional anatomy of the shoulder in the European starling (*Sturnus vulgaris*). **Journal of Morphology**, v. 207, n. 3, p. 327–344, 1991. <https://doi.org/10.1002/jmor.1052070309>.

JOPPERT, A. M. **Estudo prospectivo das causas de morte de Falconiformes e Strigiformes de vida livre no município de São Paulo**. 2007. 238 f. Tese (Doutorado em Patologia Experimental e Comparada) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-21062007-082806/>.

KÖNIG, H. E.; KORBEL, R.; LIEBICH, Hans-Georg. **Avian Anatomy: Textbook and Colour Atlas**. 2. ed. 5m Publishing, 2016. 340 p.

LATNEY, L.; RUNGE, J.; WYRE, N.; LARENZA MENZIES, M. P.; NEVILLE, C.; BRISCOE, J. Novel technique for scapulohumeral amputations in avian species: a case series. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, v. 73, n. 1, p. 35–45, 2018.

LO COCO, G. E.; MOTTA, M. J.; AGNOLÍN, F. L.; NOVAS, F. E. Wing osteology, myology, and function of *Rhea americana* (Aves, Rheidae). **Journal of Morphology**, v. 283, n. 8, p. 1015–1047, 2022. <https://doi.org/10.1002/jmor.21486>.

LOWI-MERRI, T. M.; BENSON, R. B. J.; CLARAMUNT, S.; EVANS, D. C. The relationship between sternum variation and mode of locomotion in birds. **BMC Biology**, v. 19, n. 1, p. 165, 2021. <https://doi.org/10.1186/s12915-021-01105-1>.

MEYERS, R. A. Morphology of the shoulder musculature of the American kestrel, *Falco sparverius* (Aves), with implications for gliding flight. **Zoomorphology**, v. 112, n. 2, p. 91–103, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF01673810>.

MATT, C. L.; DI GIROLAMO, N.; HALLMAN, R. M.; BAILEY, K. L.; O'CONNELL, T. J.; BRANDÃO, J. Diagnostic accuracy of seven radiographic views, alone and in combination, for diagnosis of pectoral girdle fractures in wild passerines after window collisions. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 260, n. 6, p. 628–633, 2022. <https://doi.org/10.2460/javma.20.11.0642>.

NOVAS, F. E.; MOTTA, M. J.; AGNOLÍN, F. L.; ROZADILLA, S.; LO COCO, G. E.; BRISSÓN EGLI, F. Comments on the Morphology of Basal Paravian Shoulder Girdle: New Data Based on Unenlagiid Theropods and Paleognath Birds. **Frontiers in Earth Science**, v. 9, 2021. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.662167>

OROSZ, S.; ENSLEY, P.; HAYNES, C. J. **Avian Surgical Anatomy: Thoracic and Pelvic Limbs**. W.B. Saunders Company, 1992.

POORE, S. O.; ASHCROFT, A.; SÁNCHEZ-HAIMAN, A.; GOSLOW, G. E., Jr. The Contractile Properties of the M. Supracoracoideus in the Pigeon and Starling: a Case for Long-Axis Rotation of the Humerus. **Journal of Experimental Biology**, v. 200, n. 23, p. 2987–3002, 1997. <https://doi.org/10.1242/jeb.200.23.2987>.

RAZMADZE, D.; PANYUTINA, A. A.; ZELENKOV, N. V. Anatomy of the forelimb musculature and ligaments of *Psittacus erithacus* (Aves: Psittaciformes). **Journal of Anatomy**, v. 233, n. 4, p. 496–530, 2018. <https://doi.org/10.1111/joa.12861>.

SCHREIWEIS, D. O. A comparative study of the appendicular musculature of penguins (Aves, Sphenisciformes). **Smithsonian Contributions to Zoology**, n. 341, p. 1–46, 1982. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.341>.

SERRANO, F. J.; COSTA-PÉREZ, M.; NAVALÓN, G.; MARTÍN-SERRA, A. Morphological disparity of the humerus in modern birds. **Diversity**, v. 12, n. 5, p. 173, 2020. <https://doi.org/10.3390/d12050173>.

SMITH, K. A.; CAMPBELL, G. D.; PEARL, D. L.; JARDINE, C. M.; SALGADO-BIERMAN, F.; NEMETH, N. M. A retrospective summary of raptor mortality in Ontario, Canada (1991–2014), including the effects of west Nile virus. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 54, n. 2, p. 261–271, 2018. <https://doi.org/10.7589/2017-07-157>.

SMITH, N.; MUTHUSAMI, P. Surgical interventions and its management in columbiformes. **International Journal of Science and Research (IJSR)**, v. 9, p. 1302–1309, 2020. <https://doi.org/10.21275/SR20324191345>.

WATANABE, J.; FIELD, D. J.; MATSUOKA, H. Wing musculature reconstruction in extinct flightless auks (*Pinguinus* and *Mancalla*) reveals incomplete convergence with penguins (*Spheniscidae*) due to differing ancestral dates. **Integrative Organismal Biology**, v. 3, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.1093/iob/obaa040>.