

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DESCRIÇÃO ANATOMOTOMOGRÁFICA DO ESQUELETO
APENDICULAR DE *CHELONOIDIS CARBONARIA* (SPIX,
1824).

ZARA BORTOLINI

Botucatu – SP
Fevereiro 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DESCRIÇÃO ANATOMOTOMOGRÁFICA DO ESQUELETO
APENDICULAR DE *CHELONOIDIS CARBONARIA* (SPIX,
1824).

ZARA BORTOLINI

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária para obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO DE AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Bortolini, Zara.

Descrição anatomotomográfica do esqueleto apendicular de *Chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824) / Zara Bortolini. – Botucatu, 2011

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2011

Orientador: Luiz Carlos Vulcano

Capes: 50501038

1. Tartaruga - Anatomia. 2. Réptil. 3. Quelônio. 4. Tomografia computadorizada.

Palavras-chave: Esqueleto; Jabuti-piranga; Quelônio; Tomografia computadorizada.

Nome do Autor: Zara Bortolini

Título: DESCRIÇÃO ANATOMOTOMOGRÁFICA DO ESQUELETO
APENDICULAR DE *CHELONOIDIS CARBONARIA* (SPIX, 1824).

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano
Presidente e Orientador
Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária
FMVZ-UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira
Membro
Departamento de Anestesiologia e Cirurgia Veterinária
FMVZ-UNESP – Botucatu

Dr. João Batista da Cruz
Membro
Diretor Técnico-Científico da Fundação Parque Zoológico de São Paulo - SP

Data da Defesa: 16 de Fevereiro de 2011.

“ Nossa maior glória não está em jamais cair, mas em levantar a
cada queda” (Confúcio).

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Ricardo Coelho Lehmkuhl pelo companheirismo, compreensão,
dedicação nesta fase da minha vida e por me apoiar nas minhas decisões,
mesmo não concordando com elas.

Aos meus pais, Januário Mário Bortolini e Noemi Ludmina Bortolini, por me dar
os bens mais preciosos: amor, estudo e educação. E por compreenderem
minha ausência e distância.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Dr. Luiz Carlos Vulcano, pela oportunidade de realizar o mestrado, pela confiança e compreensão, e pela oportunidade de continuação deste aprendizado com o doutorado. Muito obrigada pelos ensinamentos e paciência.

Ao professor Dr. Carlos Roberto Teixeira, pela amizade e ajuda nos momentos de dúvidas e dificuldades, sempre mostrando o melhor caminho para trilhar.

À Professora Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado pelas conversas e por passar seus conhecimentos e me auxiliar nesta caminhada de aprendizado na área de Diagnóstico por Imagem.

Ao meu grande amigo Marcos Vinicius Tranquilim, pela amizade, companheirismo, conversas e ensinamentos na área de Animais Silvestres.

Aos colegas da pós-graduação pelo apoio, em especial ao Felipe, Lívia, Natália e Roberta pela ajuda em projetos e por tornar este tempo longe da minha família mais fácil. À Danuta, Thiago e Emiliano por me ajudarem e por dividirem comigo seus conhecimentos, assim como às Residentes em Diagnóstico Por Imagem, Viviam, Karen e Débora, pela paciência e pelos ensinamentos em seus laudos.

À Prof^a Dr^a Titular Maria do Carmo de Oliveira e à pós graduanda Natália, pela paciência e dedicação na revisão das estruturas anatômicas e denominação, muito obrigada, vocês foram muito importantes na última etapa deste trabalho.

Ao Técnico em Diagnóstico por Imagem, Heraldo Catalan Rosa, pois sem ele a observação e a aquisição das imagens não teriam qualidade para avaliação e aos funcionários do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Marcos Antonio Fumes Pelicci, Benedito José Alho Favan e Wilma Maria de Castro, pela companhia neste período.

Aos Diretores do Zoológico de Sorocaba, pela cessão dos animais utilizados neste experimento.

À FAPESP pelo apoio financeiro para realização deste mestrado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Desenho esquemático dos ossos da cintura peitoral de <i>Podocnemis expansa</i> . Onde (ES) representa a escapula; (PA) o processo acromial; (Co) o coracóide e (FG) a fossa glenóide (Adaptado de Vieira, 2008).....	05
Figura 2 -	Desenho esquemático dos ossos do membro torácico de <i>Podocnemis expansa</i> . Onde (Um) representa o úmero; (Ra) o rádio; (Ul) a ulna; (DCI, DCII, DCIII, DCIV e DCV) representam o distal do carpo I, II, III, IV e V respectivamente; (C2 e C3) central do carpo 2 e 3, respectivamente; (IC) o intermédio do carpo; (UC) o ulnar do carpo; (PC) o pisiforme do carpo; (Mc) o metacarpo; (FP) a falange proximal; (FM) a falange média; (FD) a falange distal; (I, II, III, IV e V) representam respectivamente o dedo I, II, III, IV e V (Adaptado de Vieira, 2008)	06
Figura 3 -	Desenho esquemático dos ossos da cintura pélvica. Onde A está cranial e B lateral. (IL) representa o ílio; (Is) ísquio; (Pu) púbis; (Ac) Acetábulo (Adaptado de Vieira, 2008).....	08
Figura 4 -	Desenho esquemático do membro pélvico esquerdo de <i>Podocnemis expansa</i> . Onde (Fe) representa o fêmur; (Fi) a fíbula; (Ti) a tíbia; (DTI, DTII, DTIII e DTIV) representam respectivamente, o distal do tarso I, II, III e IV; (CT) o central do tarso; (IT) o intermédio do tarso; (FT) o fibular do tarso; (FD) falanges distais; (FM) falanges médias; (FP) falanges proximais; (MT) os metatarsos; e (I, II, III, IV e V) representam os dedos I, II, III, IV e V, respectivamente (Adaptado de Vieira, 2008).....	09
Figura 5 -	Desenho esquemático da cintura peitoral de <i>Trachemys dorbignyi</i> em vista lateral. Onde (Cr) representa o osso coracóide; (esc) escápula; (pac) processo acromial (Adaptado de Souza <i>et al.</i> , 2000).....	10
Figura 6 -	Desenho esquemático do membro anterior direito em vista látera-dorsal (A) e látero-ventral (B). (Um) úmero; (ra) rádio; (ul) ulna; (it) intermédio; (un) ulnar; (ace) acessório; (rd) radial; (cV) quinto carpal; (mV) quinto metacarpal; (fal) as falanges; (ga) garra; (dI,dII, dIII, dIV e dV) representam o dígito I, II, III, IV e V (Adaptado de Souza <i>et al.</i> , 2000).....	12
Figura 7 -	Esquema da cintura pélvica de <i>Trachemys dorbignyi</i> , (A) vista dorsal, (B) vista ventral e (C) vista lateral direita. As iniciais (acet) se refere ao acetábulo; (il) ao ílio; (is) ao ísquio; (pu) ao púbis (Adaptado de Souza <i>et al.</i> , 2000)	13

Figura 8 -	Desenho esquemático do membro posterior esquerdo da <i>Trachemys dorbignyi</i> , em vista lateral dorsal (A), e vista lateral ventral (B); (fe) fêmur; (ti) tíbia; (fi) fíbula; (at) astrágalo; (cal) calcâneo; (tl) primeiro tarso; (tlV) quarto tarso; (mtI e mtV), primeiro e quinto metatarso, respectivamente; (dI, dII, dIII, dIV e dV) primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto dígito, respectivamente; (fal) falanges; (ga) garra (Adaptado de Souza et al., 2000).....	15
Figura 9 -	Desenho esquemático da escápula de tartaruga marinha demonstrando as três estruturas que compõe a cintura escapular, a escápula, processo acromial e coracóide (Adaptado de Wyneken, 2001).....	16
Figura 10 -	Desenho esquemático e imagem do membro anterior de uma tartaruga marinha, demonstrando o pulso largo e chato com seus dígitos alongados que constituem a lâmina da nadadeira, e o úmero com sua forma quase primitiva (Adaptado de Wyneken, 2001).....	16
Figura 11 -	Imagem e desenho esquemático da pelve com seus três elementos ósseos fundidos (púbis, ísquio e íleo) na vista dorsal (Adaptado de Wyneken, 2001).....	17
Figura 12 -	Imagem e desenho esquemático da pelve de tartaruga de couro (<i>Dermochelys coriacea</i>), composta de ossos e cartilagens durante a vida (Adaptado de Wyneken, 2001).....	17
Figura 13 -	Desenho esquemático do fêmur esquerdo e direito, em visão anterior (esquerda) de uma tartaruga imatura, e visão posterior (direita) de um indivíduo maduro. Demonstrando os acidentes ósseos (Adaptado de Wyneken, 2001).....	18
Figura 14 -	Imagem e desenho esquemático do membro de uma tartaruga de couro, demonstrando a largura dos pés e os dígitos alongados (Adaptado de Wyneken, 2001).....	19
Figura 15 -	Imagem demonstrando o procedimento tomográfico realizado em um exemplar de <i>C. carbonaria</i> no equipamento SHIMADZU, modelo SCT-7800 TC.....	23
Figura 16 -	Imagem de um exemplar macho adulto da espécie <i>Chelonoidis carbonaria</i> , demonstrando o posicionamento realizado em todos os pacientes do experimento, note o anteparo de madeira utilizado, que permitiu que os membros ficassem em extensão.....	25

Figura 17 -	Peça anatômica e reconstrução tridimensional da cintura escapular com seus principais elementos ósseos. Note as setas largas demonstrando a união entre a escápula e coracóide da peça anatômica na Figura A, e da reconstrução 3D na Figura B.....	26
Figura 18 -	Nas imagens tomográficas em corte transversal podemos visualizar as variações encontradas nos ângulos formados entre a escápula e o processo acromial, ambos os animais são fêmeas adultas da espécie <i>C. carbonaria</i>	27
Figura 19 -	Na imagem tomográfica em MPR (A), podemos visualizar a mensuração do osso coracóide, já no corte transversal (B) visualiza-se a mensuração do processo acromial, ambas de um indivíduo macho adulto da espécie <i>C. carbonaria</i>	27
Figura 20 -	Reconstrução tomográfica 3D da cintura escapular e membro anterior de um exemplar adulto de <i>Chelonoidis carbonaria</i> , pode-se visualizar nesta imagem a pouca definição e falha na diferenciação entre as estruturas das mãos.....	28
Figura 21 -	Visão craniomedial do úmero. A Figura à direita (A), corresponde à peça anatômica e à esquerda (B) a reconstrução 3D.....	29
Figura 22 -	Visão caudomedial do úmero. A Figura à direita (A), na peça anatômica e à esquerda (B) em reconstrução 3D, demonstra os acidentes e estruturas ósseas.....	29
Figura 23 -	Imagem em peça anatômica (A) e por reconstrução em 3D (B) do rádio ulna de um exemplar de <i>C. carbonaria</i>	30
Figura 24 -	Imagem da esquerda referente a um animal hígido e à da direita de uma peça anatômica, demonstrando os elementos ósseos do carpo, metacarpo e falanges. onde (R) representa o rádio; (U) a ulna; (Ra) o carporradial; (I) carpo intermédio; (Un) o carpoulnar; (DI) o distal I; (DII) o distal II, sendo que na radiografia podemos ver a fusão dos 2; (DIII) o distal III; (DIV) o distal III; (DV) o distal V; (Mt I, II, III, IV e V) o metacarpo I, II, III, IV e V, respectivamente; e (Fp e Fd) e falange proximal e distal respectivamente.....	31
Figura 25 -	Peça anatômica (A) e reconstrução 3D (B), demonstrando o ílio, ísquio e púbis que compõe a cintura pélvica, em uma visão cranial.....	32
Figura 26 -	Cintura pélvica em visão lateral direita da peça anatômica (A) e reconstrução 3D (B).....	32

Figura 27-	Imagens em peça anatômica (A) e tomografia (B) em uma vista dorsal, demonstrando as estruturas no ílio.....	33
Figura 28 -	Imagens demonstrando as estruturas encontradas no ísquio, vista ventral.....	34
Figura 29 -	Vista cranial da cintura pélvica em peça anatômica e reconstrução 3D, apontando as principais estruturas ósseas do púbis.....	34
Figura 30 -	Reconstrução 3D do membro pélvico incluindo a cintura pélvica, pode-se visualizar nesta imagem a pouca definição e falha na diferenciação entre as estruturas dos pés.....	35
Figura 31 -	Visão médiocranial do fêmur direito, demonstrando as principais estruturas ósseas.....	36
Figura 32 -	Visão dorsomedial do fêmur esquerdo, demonstrando as principais estruturas ósseas.....	36
Figura 33 -	Visão caudomedial do fêmur esquerdo, demonstrando as principais estruturas ósseas.....	37
Figura 34 -	Imagens em peça anatômica (A) e reconstrução tridimensional (B) da tíbia e fíbula esquerda de exemplares de <i>C. carbonaria</i>	37
Figura 35 -	Figuras (A) e (C), em peça anatômica e em radiografia simples, respectivamente, de indivíduos contendo os ossos tarsais separados. Em (B), podemos visibilizar no exame radiográfico um exemplar com união entre alguns desses ossos. Onde (Fi) corresponde ao fibular do tarso; (Ce) ao central do tarso; Distal (I, II, III, IV) ao distal do tarso I, distal do tarso II, distal do tarso III e distal do tarso IV, respectivamente; Mt (I, II, III, IV) ao metatarsiano I, metatarsiano II, metatarsiano III e metatarsiano IV, respectivamente; Mt (V), o metatarsiano V; Fp (I, II, III, IV) a falange proximal I, falange proximal II, falange proximal III e falange proximal IV, respectivamente; Fp (V), falange proximal V; Fd (I, II, III, IV), a falange distal I, falange distal II, falange distal III, e falange distal IV.....	38

ABREVIATÖES

3D – Tridimensional

CEMPAS – Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens

cm – Centímetros

DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine*

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

IV – Intravenoso

Kg – Kilograma

kVp – Kilovoltagem

mA – Miliampère

mg – Miligrama

MHZ – Megahertz

mm – Milímetro

MPR – Multi Plane Reconstruction

RM – Ressonância Magnética

TC – Tomografia Computadorizada

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Anatomia do esqueleto apendicular de quelônios.....	4
2.1.1 Anatomia do esqueleto apendicular da <i>Podocnemis expansa</i> (Tartaruga-da-Amazônia) segundo Vieira (2008).....	4
2.1.2 Anatomia do esqueleto apendicular de <i>Trachemys dorbignyi</i> et al. (2000).....	10
2.1.3 Anatomia do esqueleto apendicular de diversas espécies de Tartarugas Marinhas, segundo Wyneken (2001).....	15
2.2 Ferramentas imaginológicas possíveis de serem utilizadas em quelônios.....	19
2.2.1 Ultrassonografia.....	19
2.2.2 Radiografia.....	20
2.2.3 Tomografia Computadorizada.....	21
III. OBJETIVO.....	22
IV. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
V. RESULTADOS.....	26
5.1 Cintura Escapular.....	26
5.2 Membros Torácicos.....	28
5.3 Cintura Pélvica.....	31
5.4 Membros Pélvicos.....	34
VI. DISCUSSÃO.....	40
VII. CONCLUSÕES.....	43
VIII. REFERÊNCIAS.....	44
IX. TRABALHO CIENTÍFICO.....	47

BORTOLINI, Z. **Descrição anatomotomográfica do esqueleto apendicular de *Chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824)**. Botucatu, 2011. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Os quelônios estão na lista dos répteis mais populares para animais pets. Atualmente a rotina no atendimento destes animais nas clínicas veterinárias vem aumentando consideravelmente. As principais doenças que os acometem estão relacionados ao sistema músculo esquelético. Os exames auxiliares nos diagnósticos das enfermidades centram-se no diagnóstico por imagem, que estão limitadas ao uso da radiografia convencional e da ultrassonografia. Hoje, com o avanço das novas técnicas de diagnóstico por imagem tem-se utilizado protocolos mais avançados como a Tomografia Computadorizada (TC) e a Ressonância Magnética (RM), técnicas que tem como principal vantagem evitar a sobreposição das estruturas anatômicas. A clínica veterinária de quelônios ainda depara-se com a falta de literatura referente à anatomia e anatomia imaginológica normal destes animais, que é a base para análise de comparação para o diagnóstico por imagem das alterações que os acometem. O presente estudo teve como objetivo fornecer descrições anatômicas, anatomotomográficas e radiográficas do esqueleto apendicular do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*), em animais jovens e adultos, de diferentes tamanhos, idade, sexo e peso, propiciando assim, subsídios para as clínicas veterinárias e zoológicos que necessitam de informações mais precisas para avaliação das possíveis lesões ósseas que os acometem. Os cortes foram remontados utilizando o programa VOXAR 3D® versão 6.3, e demonstrados tridimensionalmente para melhor visualização das estruturas anatômicas, porém, abaixo do rádio e ulna, tíbia e fíbula as estruturas não puderam ser diferenciadas; sendo assim, foram descritas a partir das radiografias e peças anatômicas.

Palavras-chave: Quelônio, Tomografia, Esqueleto, Jabutipiranga

BORTOLINI, Z. **Description anatomy tomography of the skeleton appendicular of *Chelonoidis carbonaria* (spix, 1824).** Botucatu, 2011. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

The chelonians are among the most popular reptile pets. Nowadays, the number of these animals in veterinary practice is rising considerably. The main diseases affecting chelonians are related to the musculoskeletal system. In the practitioner routine, the diagnosis of these diseases is limited to the use of survey radiographs and ultrasonography. With the progress of the imaging technology, new techniques such as computed tomography (CT) and magnetic resonance (MRI) have been implemented. The main advantage of these techniques is to avoid superimposition of anatomical structures. There is a gap in the literature regardi

objective of this study is to perform anatomic, radiographic and tomographic descriptions of the appendicular skeleton of red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonaria*) of different age, sex, size and body weight, in order to provide information for the veterinary practitioner and zoos for the accurate evaluation of bone lesions affecting this species. The three-dimensional reconstruction of the CT images was done using the VOXAR 3D® program, version 6.3. The differentiation of the anatomical structures distal to radius and ulna in the forelimb and to the tibia and fibula in the hindlimb was not possible through CT, so the description of the distal structures was achieved using survey radiographs and anatomical parts.

Key-words: Chelonian, Tomography, Skeleton, Red-footed tortoise

I. INTRODUÇÃO

As tartarugas pertencem à classe Reptilia. Esta classe está dividida em quatro ordens: Chelonia (todas as tartarugas), Crocodylia (crocodilianos) Squamata (cobras e lagartos) e Rhynchocephalia (tuatara) (RIVERA, 2003). Os quelônios são encontrados em toda superfície terrestre, com exceção do Continente Antártico, ocupando nichos específicos, relacionando com o meio e com os desafios que encontram. Calcula-se que das 290 espécies de testudines (chelonia) conhecidos, aproximadamente 166 estão ameaçados de extinção, devido ao impacto da degradação ambiental e a influência humana (RIBAS e MONTEIRO FILHO, 2002).

Segundo o levantamento realizado por Bérnils (2010), por meio da Sociedade Brasileira de Herpetologia, no Brasil existem cerca de 36 espécies de Testudines, distribuídos nos seus diversos ecossistemas terrestres e aquáticos, sendo 29 da água doce, cinco marinhos e dois terrestres.

se e terrapi têm muitas vezes seu significado confundido nas diferentes partes do mundo. Nos Estados Unidos, tortoise) se refere aos quelônios terrestres; turtle (tartaruga) a quelônios aquáticos ou semi-aquáticos com a exceção da tartaruga de caixa, que é terrestre; e terrapians (cágado) são quelônios semi-aquáticos de casco duro (RIVERA, 2003).

O desenvolvimento de hábitos terrestres trouxe uma revolução na locomoção dos vertebrados. Entretanto, nos tetrápodos, os membros adquiriram função dominante e positiva na progressão (ROMER e PARSONS, 1985).

Segundo Rivera (2003), os quelônios estão no grupo de répteis vivos mais primitivos, sendo que a ordem Testudines durante o período Triássico, teria desenvolvido um modo de vida bem sucedido, e em contraste com outros animais, teriam se modificado muito pouco. O casco é o principal fator do seu sucesso, o que teria limitado a diversidade do grupo (SOUZA, 2006; RENOUS *et al.*, 2008), e responsável pela lentidão e peculiaridade dos movimentos dos membros utilizados para manter o equilíbrio em animais pesados (RENOUS, *et al.*, 2008).

As várias modificações na estrutura do esqueleto apendicular dos répteis são justificadas pela marcada adaptação desta espécie perante o ambiente em que vivem, sendo considerada uma das ordens mais especializadas morfológicamente dentre os vertebrados (POUGH *et al.*, 2003; HILDEBRAND e GOSLOW, 2006).

Os indivíduos marinhos apresentam os membros torácicos proporcionalmente grandes em relação ao tamanho do casco e em forma de remo. As espécies de água doce geralmente apresentam os membros pélvicos e torácicos espalmados, possuindo dedos distintos com quatro ou cinco garras. Já as espécies terrestres apresentam os membros em forma de coluna com dedos indistintos (POUGH *et al.*, 2003; HILDEBRAND e GOSLOW, 2006). A maioria das diferenças está na proporção dos membros, porém, ocorre variação também, no número das estruturas ósseas que os compõem (ROMER e PARSONS, 1985).

O osso está sujeito à numerosas alterações patológicas, que impedem a função normal de sustentação e movimento. Estes distúrbios são alvos da medicina preventiva e cirúrgica e, para serem mais bem solucionados necessitam de subsídios da ciência básica (GUPTA, 2005), além de opções diagnósticas.

A rotina de atendimento clínico de quelônios em clínicas veterinárias vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, estando geralmente relacionados à lesões do sistema músculo-esquelético, decorrentes de atropelamentos, quedas ou traumas diversos (mordeduras), aos quais nos deparamos com a dificuldade nas avaliações e descrições corretas, pela falta de descrições anatômicas dos ossos e das estruturas ósseas encontradas nestes indivíduos.

A maioria das fraturas em répteis acomete os membros, e em quelônios é comum observamos fraturas de carapaça por atropelamentos, quedas e mordidas. Geralmente as quedas são causadas por acidentes em ambientes artificiais mal planejados e podem acontecer devido a comportamentos considerados normais, mas que não foram considerados quando da construção dos recintos (GOULART, 2004).

A ultrassonografia e a radiografia são modalidades de imagem que fazem parte da rotina clínica, enquanto novas técnicas como a tomografia

computadorizada (TC), imagem por ressonância magnética (RM), cintilografia nuclear e outras mais avançadas estão sendo utilizadas em menor grau, devido à falta de conhecimento anatômico nas demais espécies (MACKEY *et al.*, 2008).

Com relação às novas modalidades diagnósticas, a utilização da TC tem aumentado por seu custo e acessibilidade. Assim, como tem aumentado os estudos com animais exóticos, pets ou de zoológico, contribuindo desta forma para melhorar o conhecimento anatômico e fisiológico destas espécies. O que beneficia também os clínicos e cirurgiões quanto ao diagnóstico definitivo, prognóstico e determinação do melhor tratamento (MACKEY *et al.*, 2008).

O diagnóstico das alterações ósseas em quelônios está baseado em estudos radiográficos, porém no exame radiográfico do sistema apendicular existe a sobreposição de estruturas, tais como plastrão e carapaça, que dificultam o diagnóstico preciso destas alterações (ABOU-MADI *et al.*, 2004). Segundo Mackey *et al.* (2008), estudos revelam que a TC demonstrou fraturas e lesões que o exame radiográfico não havia indicado, com riqueza de detalhes como tamanho, forma e quantidade de fragmentos, além de demonstrar a anatomia interna sem sobreposição de estruturas adjacentes.

Sendo assim, é necessário que se façam estudos anatômicos de animais hígidos, através da tomografia computadorizada, buscando-se um padrão de imagens para suprir as dificuldades em futuras investigações, principalmente com animais da fauna brasileira, pois são ainda mais escassos os dados de literatura. Este trabalho tem o propósito de contribuir para esta finalidade.

II. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Anatomia do esqueleto apendicular de quelônios

Segundo Carvalho (2004), os estudos referentes à anatomia, fisiologia e patologia dos quelônios são muito escassos e de pouca especificidade, sendo que os estudos em *Chelonoidis carbonaria* estão se iniciando e com poucas referências sobre a espécie. Atualmente, podemos citar alguns trabalhos anatômicos com Testudines que descrevem a anatomia osteológica, como o de Vieira (2008) e Carvalho (2004), relativos à *Podocnemis expansa* e *Chelonoidis carbonaria*, respectivamente; os estudos de Souza *et al.* (2000) sobre *Trachemys dorbignyi*; o livro de anatomia de tartaruga marinha de Wyneken (2001), além de alguns estudos que abordam a anatomia radiográfica ou tomográfica (VALENTE *et al.*, 2007a; VALENTE *et al.*, 2007b).

Em seqüência descreveremos a anatomia de três espécies de quelônios.

2.1.1 Anatomia do esqueleto apendicular da *Podocnemis expansa* (Tartaruga-da-Amazônia), segundo Vieira (2008).

- Cintura peitoral (escapular): Apresenta-se de forma trirradiada com dois prolongamentos ventrais. É composta por dois ossos, a escápula com o processo acromial e o coracóide. A cintura escapular se articula com os membros torácicos e é a principal base de inserção dos músculos apendiculares (Figura 1).

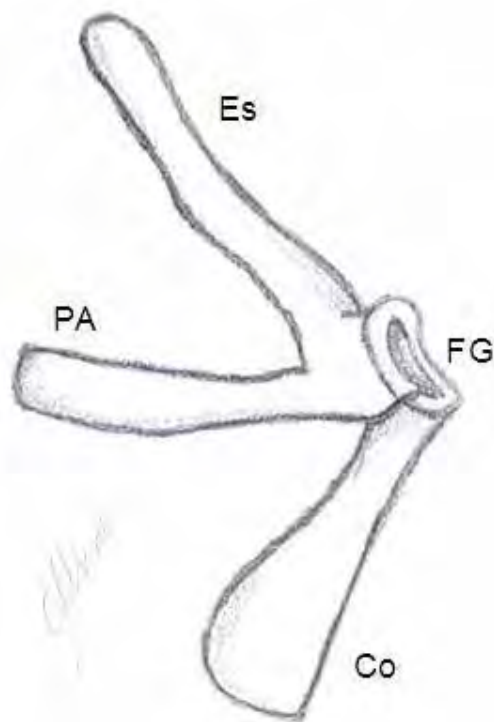


FIGURA 1 – Desenho esquemático dos ossos da cintura peitoral de Podocnemis expansa. Onde (ES) representa a escápula; (PA) o processo acromial; (Co) o coracóide e (FG) a fossa glenóide (Adaptado de Vieira, 2008).

Ossos da Escápula: Se estende dorso-medialmente, possui formato em L e apresenta o processo acromial mais curto. A metade distal do processo acromial possui contorno triangular, e encontra-se próxima a 7ª e 8ª vértebra cervical. A fossa glenóide formada pela escápula possui uma face articular côncava com bordas salientes e se encontra projetada dorso-lateralmente. A extremidade distal da escápula aproxima-se do 3º osso costal.

Ossos Coracóide: Apresenta-se como uma área articular proximal e uma lâmina distal larga e delgada. A face cranial da lâmina é côncava. O corpo deste osso apresenta-se ligeiramente encurvado dorsalmente. A extremidade proximal apresenta uma área articular lisa, a qual se une à escápula para formar a cavidade glenóide.

- **Membros torácicos:** Compõe este membro o úmero, o rádio e a ulna, os ossos do carpo, metacarpos e falanges (Figura 2).

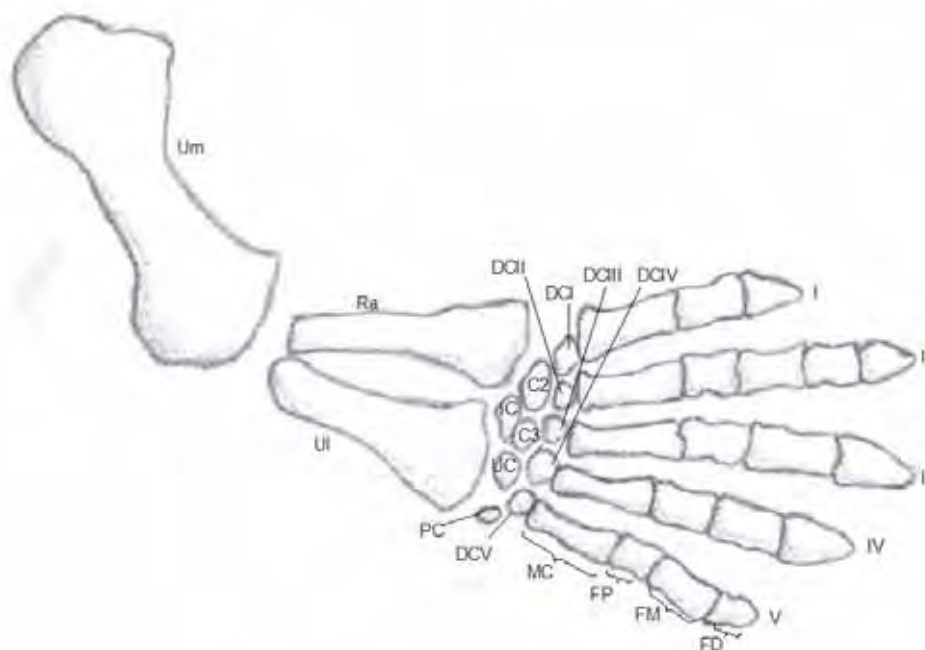


FIGURA 2 – Desenho esquemático dos ossos do membro torácico de *Podocnemis expansa*. Onde (Um) representa o úmero; (Ra) o rádio; (Ul) a ulna; (DCI, DCII, DCIII, DCIV e DCV) representam o distal do carpo I, II, III, IV e V respectivamente; (C2 e C3) central do carpo 2 e 3, respectivamente; (IC) o intermédio do carpo; (UC) o ulnar do carpo; (PC) o pisiforme do carpo; (Mc) o metacarpo; (FP) a falange proximal; (FM) a falange média; (FD) a falange distal; (I, II, III, IV e V) representam respectivamente o dedo I, II, III, IV e V (Adaptado de Vieira, 2008).

Úmero: Articula-se proximalmente com a cavidade glenóide da escápula por meio da cabeça e distalmente com o rádio e ulna. O úmero possui duas proeminências na extremidade proximal, o tubérculo dorsal e ventral localizados respectivamente, dorsal e ventralmente. A cabeça do úmero é esférica, presa à epífise proximal por um estreitamento. O tubérculo ventral é maior que o dorsal. Ainda na extremidade proximal observa-se uma cavidade, a fossa intertubercular. Na extremidade distal do úmero encontra-se o côndilo crânio-lateralmente, o capítulo ventralmente e a tróclea dorsalmente. O capítulo articula-se com a ulna e a tróclea com o rádio. Estas articulações se assemelham em tamanho e formato.

Rádio: Este osso compõe anatomicamente a parte ventral do esqueleto do antebraço. Apresenta-se como um osso longo, articula-se proximalmente com o úmero, distalmente com o carpo e cranialmente com a ulna, onde se une a esta na sua extremidade cranial por uma superfície plana. Também na sua extremidade cranial possui uma superfície em formato semilunar para articular-se com o úmero.

Ulna: É o maior osso que compõe o antebraço. Articula proximalmente com o úmero, distalmente com o carpo e cranialmente com o rádio. É um osso longo e sua extremidade cranial apresenta sua superfície articular umeral de formato ovóide.

Ossos do carpo: Constituído por dez ossos irregulares com extensas superfícies articulares, dispostos em três fileiras, a primeira é representada pelo osso intermédio do carpo, localizado entre as extremidades distais dos ossos rádio e ulna. A segunda articula-se com a ulna e o rádio e é composta medialmente pelo central do carpo 2, central do carpo 3, ulnar do carpo e pisiforme do carpo. A última fileira articula-se proximalmente com a segunda fileira dos ossos do carpo e distalmente com os metacarpianos. Sendo formada médio-lateralmente pelo distal do carpo I, II, III, IV e V.

Metacarpos: Consistem de cinco elementos ósseos, numerados convencionalmente no sentido médio-lateral de metacarpos I, II, III, IV e V. São longos, apresentam a base proximal expandida que se articula com a terceira fileira dos ossos do carpo, e a cabeça distal que se articula com as falanges proximais.

Falanges: A fórmula falângica é 2:3:3:3:3, sendo duas no primeiro dedo e os demais com três falanges, totalizando 14 falanges em cada mão, apesar de conter no desenho esquemático 15 falanges, ou seja, o segundo dedo foi representado contendo quatro falanges, ao invés de três. Com relação aos seu tamanho, as falanges proximais são mais curtas do que as médias, exceto no primeiro dedo. Já as falanges distais apresentam formato de cone, cuja metade distal é achatada dorso-ventralmente.

- Cintura pélvica: Formada por uma tríade de ossos, sendo eles o ílio, ísquio e o púbis (Figura 3). Estes três ossos se unem para formar o acetábulo, que se articula com os membros pélvicos.

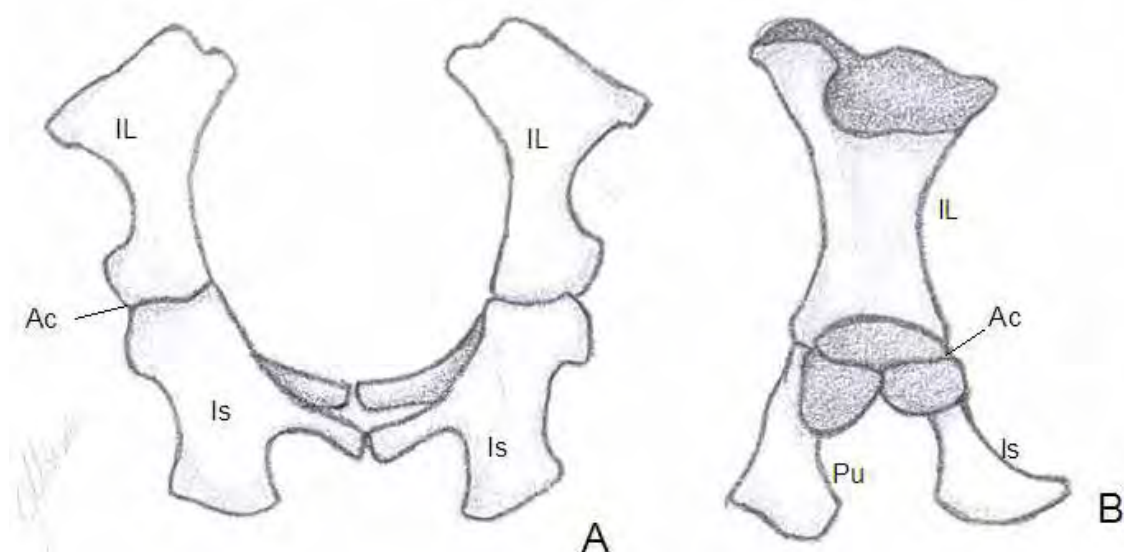


FIGURA 3 - Desenho esquemático dos ossos da cintura pélvica. Onde A está cranial e B lateral. (IL) representa o ílio; (Is) ísquio; (Pu) púbis; (Ac) Acetábulo (Adaptado de Vieira, 2008).

Ílio: Em *P. expansa* este osso representa a maior parte da cintura pélvica. Sua extremidade dorsal possui três proeminências, uma crânio-medial, mais afilada, uma caudo-medial e outra caudo-lateral. Esta extremidade do ílio é unida a carapaça na região das placas costais de nº 7 e 8. Já a extremidade ventral, possui na sua porção lateral a união entre o ílio, ísquio e púbis, e corresponde à maior parte da superfície articular côncava do acetábulo.

Ísquio: Constitui a parte caudo-ventral do acetábulo. Em seção transversal, a extremidade distal possui formato aproximadamente triangular. A superfície ventral do ísquio é unida à superfície dorsal da região caudal do xifiplastrão.

Púbis: Forma a parte crânio-ventral do acetábulo. A porção proximal do púbis liga-se ao ílio dorsalmente e caudalmente ao ísquio. Ventralmente une-se com a superfície dorsal da região cranial do xifiplastrão, onde forma-se uma cicatriz ovalada.

- **Membro pélvico:** É composto pelos seguintes ossos, o fêmur, a tíbia e fíbula, e pelos ossos do tarso, metatarsos e falanges (Figura 4).

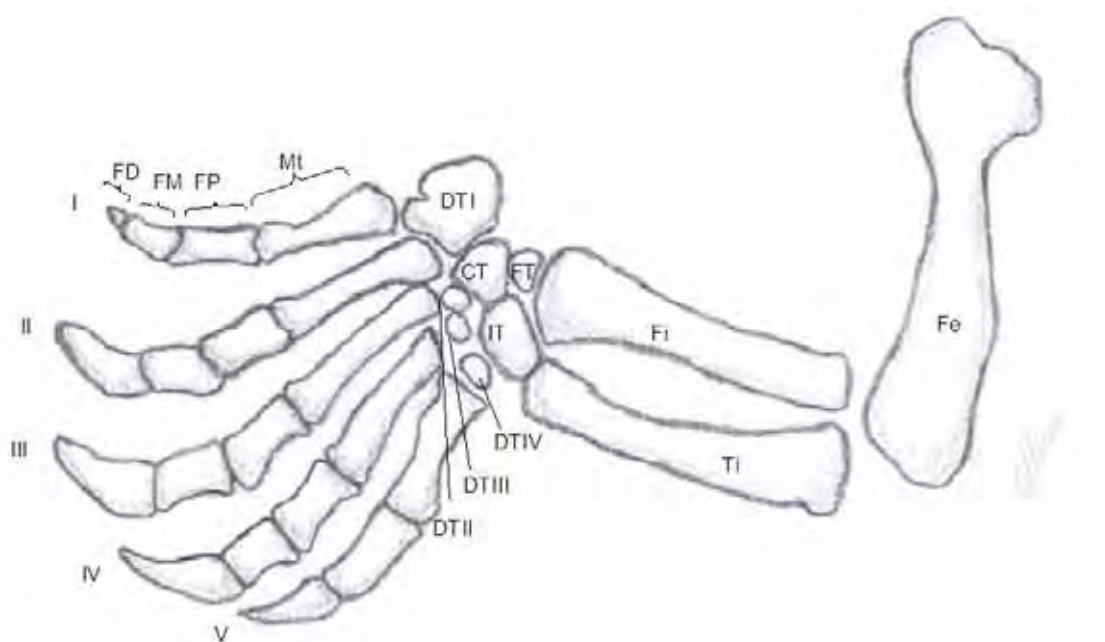


FIGURA 4 – Desenho esquemático do membro pélvico esquerdo de *Podocnemis expansa*. Onde (Fe) representa o fêmur; (Fi) a Fíbula; (Ti) a tíbia; (DTI, DTII, DTIII e DTIV) representam respectivamente, o distal do tarso I, II, III e IV; (CT) o central do tarso; (IT) o intermédio do tarso; (FT) o fibular do tarso; (FD) falanges distais; (FM) falanges médias; (FP) falanges proximais; (MT) os metatarsos; e (I, II, III, IV e V) representam os dedos I, II, III, IV e V, respectivamente (Adaptado de Vieira, 2008).

Fêmur: Geralmente possui eixo cilíndrico com extremidades expandidas. Proximalmente possui cabeça ovalada, que se ajusta ao acetábulo, além de dois processos bem desenvolvidos, o trocânter maior localizado ventralmente, e o trocânter menor dorsalmente. Distalmente o fêmur se articula com a tíbia e a fíbula.

Tíbia: Apresenta a extremidade proximal expandida. Sua face articular proximal possui uma concavidade médiocaudal rasa que se articula com a extremidade distal do fêmur, na região ventral da superfície articular deste. A extremidade distal da tíbia articula-se com o tarso.

Fíbula: Apresenta-se delgada, com a extremidade distal expandida. Seu eixo é praticamente reto. Sua extremidade proximal articula-se com a região dorsal da superfície articular distal do fêmur, já sua extremidade distal articula-se com o tarso.

Tarso: Composto por sete ossos irregulares, intermédio do tarso, fibular do tarso, central do tarso e quatro distais do tarso (I, II, III, IV). O tarso articula-se proximalmente com a tíbia e fíbula e distalmente com os metatarsianos.

Metatarsos: Consistem de cinco elementos ósseos, convencionalmente numerados no sentido médio-lateral de metatarsos I, II, III, IV e V. Sua extremidade proximal se articula com os ossos do tarso e sua extremidade distal com as falanges.

Falanges: É representada pela fórmula 3:3:3:3:2, totalizando 14 falanges em cada pé, ou seja, duas no quinto dedo e três em cada um dos demais dedos.

2.1.2 Anatomia do esqueleto apendicular de *Trachemys dorbignyi* (Tigre, segundo Souza *et al.* (2000).

- Cintura escapular (peitoral): formada nesta espécie por três elementos ósseos, a escápula, o processo acromial e o coracóide, que irradiam de um ponto central em três eixos. A fossa glenóide, onde se aloja a cabeça do úmero, é definida pela face articular da escápula e do coracóide com o úmero (Figura 5).

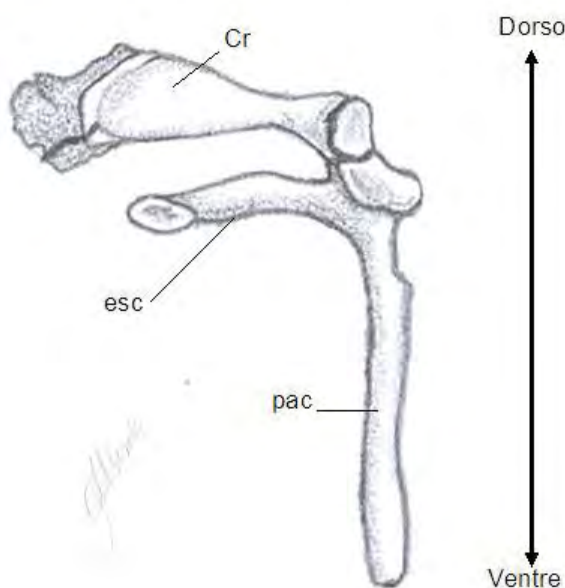


FIGURA 5 – Desenho esquemático da cintura peitoral de *Trachemys dorbignyi* em vista lateral. Onde (Cr) representa o osso coracóide; (esc) escápula; (pac) processo acromial (Adaptado de Souza *et al.*, 2000).

Escápula: Possui formato colunar, está posicionada dorso-lateralmente em direção a carapaça óssea. Sua face costal é expandida definindo uma margem que é a área de articulação com a primeira costela. Na face lateral

definem-se duas estruturas, uma área de articulação e um notável processo acromial. Nesta área de articulação define-se a margem que a limita com o osso coracóide, margem escapular-coracóidea e a face de articulação com o úmero, chamada de escápulo-umeral.

Processo acromial: Forma com a escápula um ângulo aproximado de 90°. Também se apresenta colunar estendendo-se dorso-ventralmente em direção ao plastrão ósseo, e sua extremidade ventral apresenta uma área cartilaginosa.

Coracóide: Possui o mesmo comprimento da escápula, porém mais largo. Projeta-se caudo-medialmente a partir da área de articulação com a escápula e sua face costal é muito expandida e continua-se por uma área cartilaginosa, a cartilagem epicoracóide. Sua face lateral diferencia-se em uma articulação com o úmero, chamada de face articular coracóidea-umeral.

- **Membros anteriores**

Úmero: Apresenta corpo cilíndrico e encurvado ao longo de seu maior eixo, o que define uma face medial convexa e uma face lateral côncava, e na sua extremidade proximal apresenta leve estreitamento, que define o colo do úmero. Na face ventral do colo do úmero encontra-se a cabeça do úmero, onde se diferencia a área de articulação com a fossa glenóide da cintura escapular. A cabeça umeral apresenta também dois tubérculos, um maior e outro menor, que formam em sua face ventral duas cristas a do tubérculo maior e a do menor, que limitam a fossa inter-tubercular. A extremidade distal do úmero, chamada de côndilo umeral, apresenta-se expandida, onde se situam as áreas de articulação do úmero com os ossos do antebraço (rádio e ulna). O côndilo umeral apresenta duas projeções, a tróclea umeral e o capítulo umeral, circundado pelas fossas do olécrano, coronóide e radial. Estas estruturas articulam-se, respectivamente, com a fovea da cabeça do rádio, com a porção medial da circunferência articular do rádio, com o tubérculo do olécrano da ulna, e com os processos coronóides medial e lateral da ulna.

Ulna: Aproximadamente do mesmo comprimento do rádio, porém mais larga e achatada dorso-ventralmente. Sua extremidade proximal é denominada olécrano, e possui duas áreas de articulação, a lateral com a tróclea umeral e a medial com o tubérculo radial.

Rádio: Apresenta-se mais estreito e cilíndrico que ulna. Na sua extremidade proximal existem duas áreas de articulação, uma pouco profunda associada ao capítulo umeral, e outra mais profunda que se articula com o processo ancôneo da ulna. A extremidade distal é tão expandida quanto a da ulna.

Carpo: Composto de nove pequenos ossos dispostos em duas fileiras, a proximal formada pelo ulnar, intermédio e radial e a distal composta pelo acessório e carpais I, II, III, IV e V.

Metacarpianos: São em número de cinco, e não apresentam diferenças quanto à forma e dimensões, ou seja, não são especializados.

Falanges: Também são pouco especializados assemelhando-se em forma e dimensões. A fórmula falangeana desta espécie é 2:3:3:3:2, pois o primeiro e quinto dígitos possuem 2 falanges enquanto o segundo, terceiro e quarto apresentam 3 falanges. A falange terminal de todos os dígitos está envolta por tecido cornificado que se diferencia em garra (Figura 6).

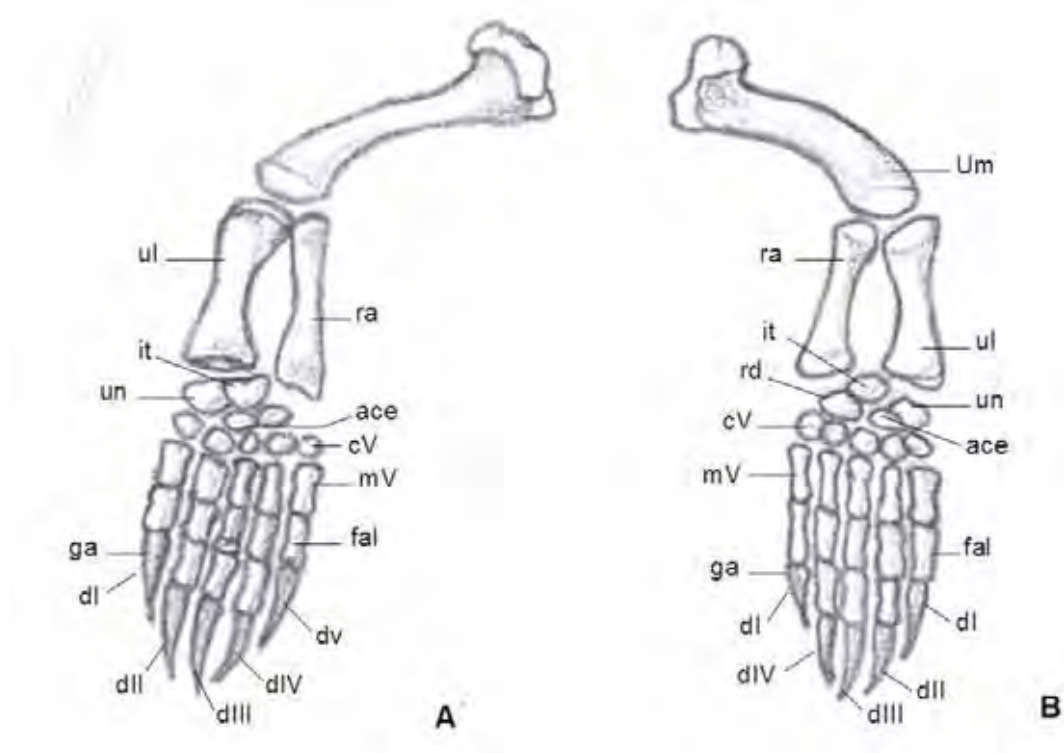


FIGURA 6 – Desenho esquemático do membro anterior direito em vista látero-dorsal (A) e látero-ventral (B). (Um) úmero; (ra) rádio; (ul) ulna; (it) intermédio; (un) ulnar; (ace) acessório; (rd) radial; (cV) quinto carpal; (mV) quinto metacarpal; (fal) as falanges; (ga) garra; (dl, dII, dIII, dIV e dv) representam o dígito I, II, III, IV e V (Adaptado de Souza *et al.*, 2000).

- Cintura pélvica: São formados por três ossos pareados e mantém o padrão observado nos Testudines, mas com relações próprias entre seus elementos formadores, sendo os ílios dorsais, e os ísquios e púbis ventrais (Figura 7).

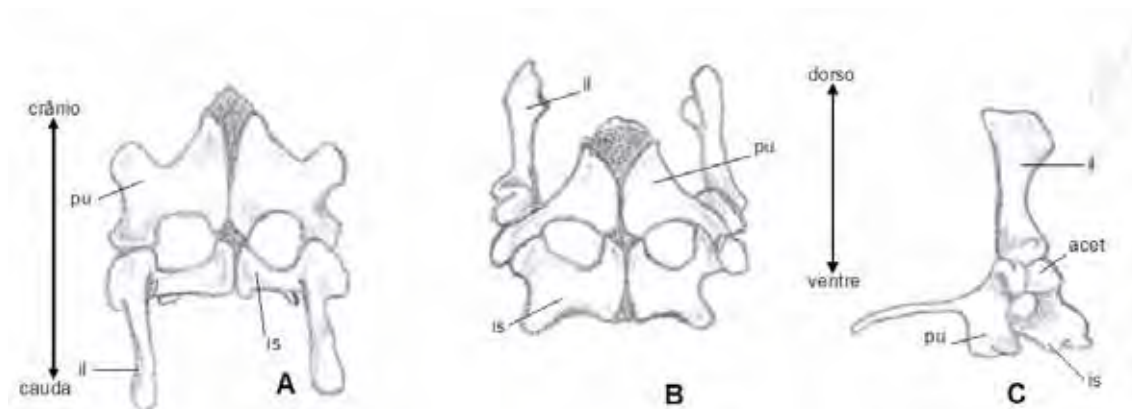


FIGURA 7 – Esquema da cintura pélvica de *Trachemys dorbignyi*, (A) vista dorsal, (B) vista ventral e (C) vista lateral direita. As iniciais (acet) se refere ao acetábulo; (il) ao ílio; (is) ao ísquio; (pu) ao púbis (Adaptado de Souza *et al.*, 2000).

Ílio: Possui uma face costal expandida crânio-caudalmente onde se diferencia a área de articulação com as costelas sacrais, denominada face articular ilíaca-costal. O corpo do ílio é robusto e pouco inclinado para a região caudal do corpo. Na face ventral observam-se duas margens, uma crânio-medial com o púbis, chamada de margem ilíaca-pubiana, e uma medial com o ísquio, margem ilíaca-isquiática. O encontro entre as áreas de articulação do ílio ísquio e púbis com o membro posterior forma uma profunda fossa, denominada acetábulo.

Ísquio: É o menor dos ossos pélvicos e apresenta quatro margens a medial, a caudal, a cranial e a lateral. Na margem medial encontra-se a sínfise isquiática, na lateral encontra-se a área de articulação com o ílio, denominada isquiática-ilíaca, e no ponto médio da margem caudal diferencia-se um notável processo metaisquiano que se apóia sobre o plastrão. O ísquio e o púbis se encontram separados por uma grande abertura, denominada janela púbico-isquiática.

Púbis: Localiza-se crânio-ventralmente, tem dimensões maiores que o ísquio e sua porção cranial limita-se com a cartilagem epipubiana. Em sua margem medial situa-se a sínfise pubiana. Sua margem caudal é

acentuadamente côncava, e delimita cranialmente, a janela púbico-isquiática. Em sua margem lateral situa-se a área de articulação com o ílio, chamada margem púbico-ilíaca. Na porção média de sua margem cranial diferencia-se um grande processo lateral pubiano que apóia-se ao plastrão ósseo, da mesma forma que o processo metaisquiiano.

- Membros posteriores:

Fêmur: Seu corpo assemelha-se ao apresentado no úmero, sendo cilíndrico e encurvado ao longo de seu eixo maior, definindo assim, uma face medial convexa e uma face lateral côncava. Sua extremidade proximal possui a cabeça femoral, onde se localiza a área de articulação com o acetábulo. Evidenciam-se duas projeções notáveis nesta região, uma lateral correspondente ao trocânter maior, e uma medial o trocânter menor. Os trocânteres delimitam na face ventral a fossa inter-trocantérica. Já a tróclea femural localiza-se na extremidade distal do fêmur e é expandida. Nesta região podemos observar duas áreas de articulação, uma com a tíbia e outra com a fíbula. Diferenciam-se nestas áreas de articulação um côndilo ventro-caudal, denominado fibular, e outro dorso-caudal, chamado tibial.

Tíbia: Possui praticamente o mesmo comprimento, porém mais larga que a fíbula, conferindo a ela um aspecto robusto. Possui a extremidade proximal e distal expandida latero-medialmente onde alojam as articulações. Sua região proximal é mais desenvolvida que a fíbula, e na extremidade distal isso se inverte.

Fíbula: Como já citado anteriormente, possui praticamente o mesmo comprimento que a tíbia, porém mais fina. Possui suas extremidades expandidas bem como a tíbia, mas de forma invertida, assim na extremidade proximal a fíbula é menor que a tíbia, já a área de articulação da fíbula com os ossos tarsais é maior que o existente entre a tíbia e os ossos tarsais.

Tarso: Composto por seis pequenos ossos dispostos em duas fileiras, a proximal composta pelo astrágalo e o calcâneo, e a distal pelos tarsais I, II, III e IV. O tarsal IV diferencia-se dos demais da série distal, por ser tão largo quanto longo, articulando-se com os metatarsos IV e V, e os demais ossos (I, II e III) do tarso se articulam com seus homólogos metatarsos.

Falanges: na sua maioria assemelham-se em forma e dimensões, sendo as distais menores e envoltas por tecido cornificado diferenciado em garras. O quinto dígito é o menor de todos, pois suas três falanges são proporcionalmente menores que as do segundo, terceiro e quarto dedos. Já o primeiro dígito, é menor que o segundo, terceiro e quarto dígito, pois é formado por apenas 2 falanges (Figura 8). Assim sendo, a formula falângica do membro pélvico é 2:3:3:3:3.

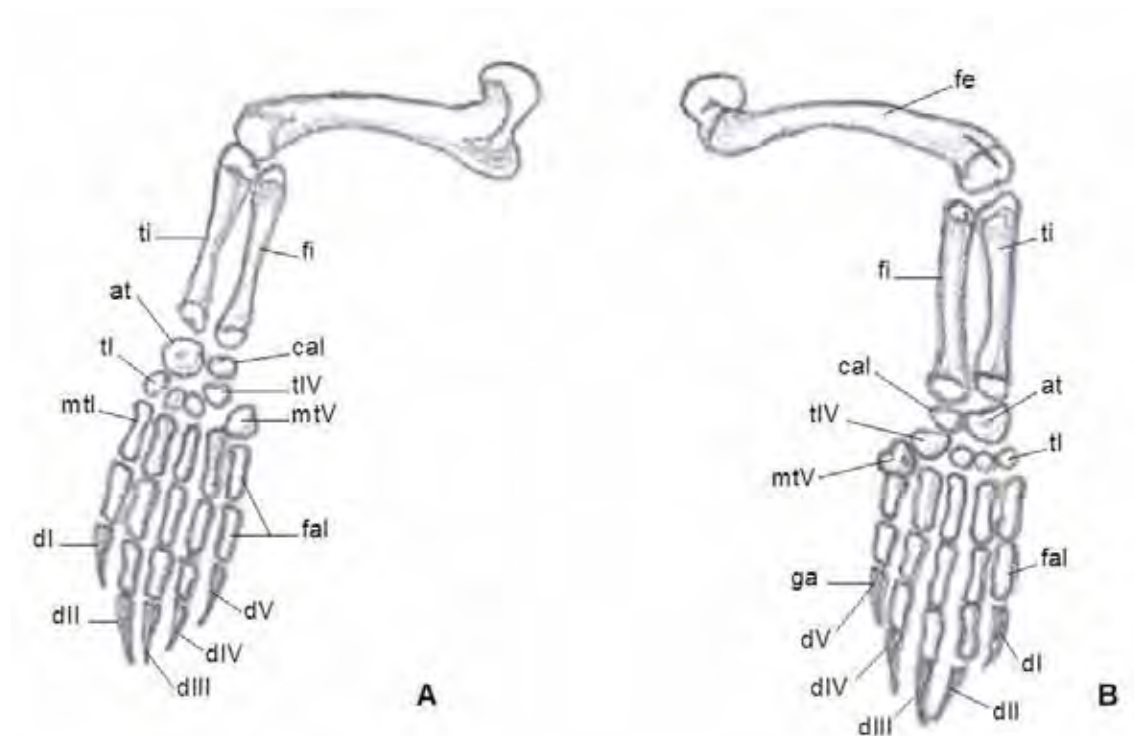


FIGURA 8 – Desenho esquemático do membro posterior esquerdo da *Trachemys dorsalis*, em vista lateral dorsal (A), e vista lateral ventral (B); (fe) fêmur; (ti) tíbia; (fi) fíbula; (at) astrágalo; (cal) calcâneo; (tl) primeiro tarso; (tlV) quarto tarso; (mtI e mtV), primeiro e quinto metatarso, respectivamente; (dI, dII, dIII, dIV e dV) primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto dígito, respectivamente; (fal) falanges; (ga) garra (Adaptado de Souza *et al.*, 2000).

2.1.3 Anatomia do esqueleto apendicular de diversas espécies de Tartarugas Marinhas, segundo Wyneken (2001).

- Cintura escapular: Também composta por dois ossos, a escápula com seu processo acromial, e o coracóide, formando uma estrutura de forma trirradiada (Figura 9).

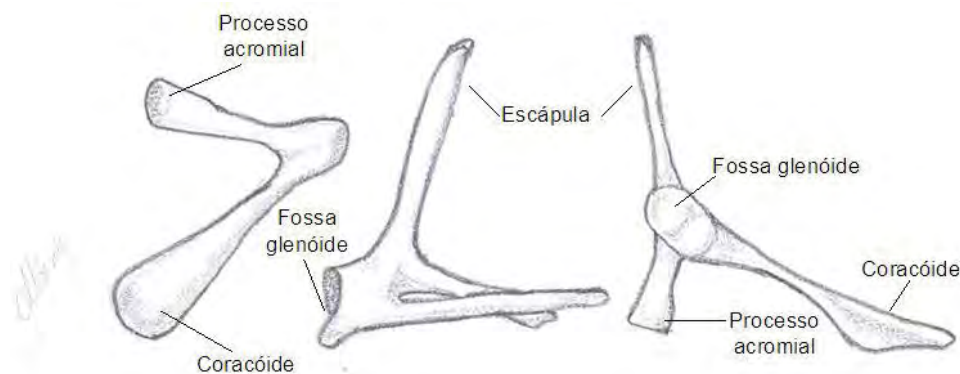


FIGURA 9 – Desenho esquemático da escápula de tartaruga marinha demonstrando as três estruturas que compõe a cintura escapular, a escápula, processo acromial e coracóide (Adaptado de Wyneken, 2001).

Escápula: Está alinhada dorso-ventralmente e se aproxima da carapaça perto da primeira vértebra torácica. Ventro-lateralmente faz parte da fossa glenóide na articulação do ombro. O processo acromial se estende medialmente a partir da parte ventral da escápula para articular-se com o entoplastrão, via ligamentos.

Coracóide: Forma juntamente com a escápula a fossa glenóide, para então se estender caudo-medialmente. Sua região ventral é plana e larga distalmente, terminando em formato de meia lua na cartilagem coracóide.

- **Membro anterior:** Composto pelo úmero, rádio e ulna, carpos, metacarpos e cinco falanges. Esta nadadeira tem formato de lâmina, apresentando os ossos do pulso largos e achatados e dedos alongados (Figura 10).

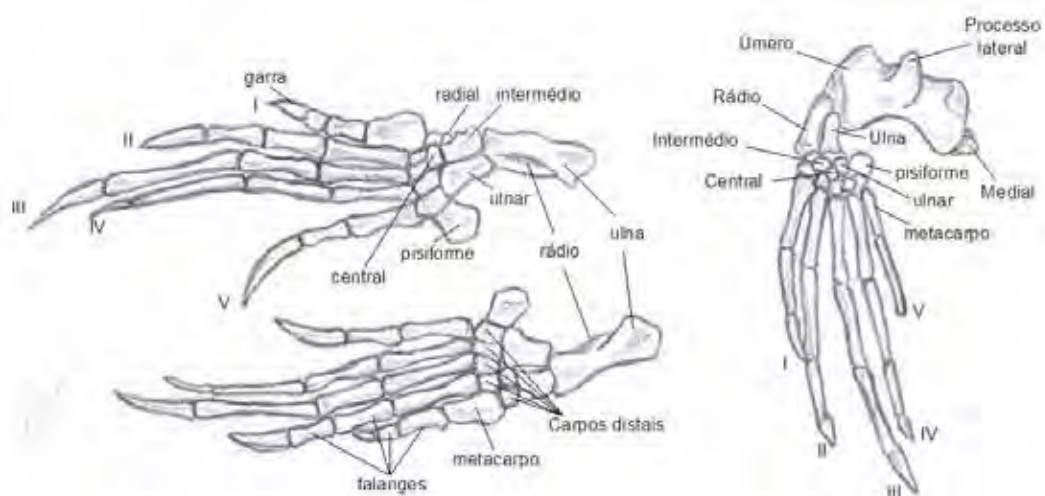


FIGURA 10 – Desenho esquemático e imagem do membro anterior de uma tartaruga marinha, demonstrando o pulso largo e chato com seus dígitos alongados que constituem a lâmina da nadadeira, e o úmero com sua forma quase primitiva (Adaptado de Wyneken, 2001).

Úmero: Em *Dermochelys*, é extremamente achatado. Articula-se ao ombro através da fossa glenóide, possui um ângulo de 20° da cabeça com relação ao eixo maior do osso. O úmero possui um grande processo medial que se estende além da cabeça do úmero, para inserção dos músculos abdutores e extensores da nadadeira. Distalmente e quase na diagonal oposta da cabeça encontra-se o processo lateral ou crista deltóide.

Rádio e ulna: são curtos em tartarugas marinhas e em adultos são funcionalmente fundidos por tecido conjuntivo fibroso.

Nadadeira: composta pelos elementos ósseos do carpo (radial, ulnar, intermédio, central, pisiforme e carpos distais), longos metacarpos e falanges.

- Cintura pélvica: Composta por três pares de ossos, o púbis, o ísquio e o ílio. Em tartarugas jovens, estes ossos são separados e unidos por cartilagens, em indivíduos mais velhos fundem-se e formam uma única estrutura (Figura 11 A). Porém em tartarugas de couro, permanecem ligados por cartilagem ao longo da vida (Figura 11 B).

Púbis e ísquio: formam a parte ventral da pelve.

Ílio: Está orientada dorso-ventralmente e articula-se com as vértebras sacrais, sendo unida à carapaça através de ligamentos. Juntamente com os demais ossos formam o acetábulo que se articula com o membro posterior.

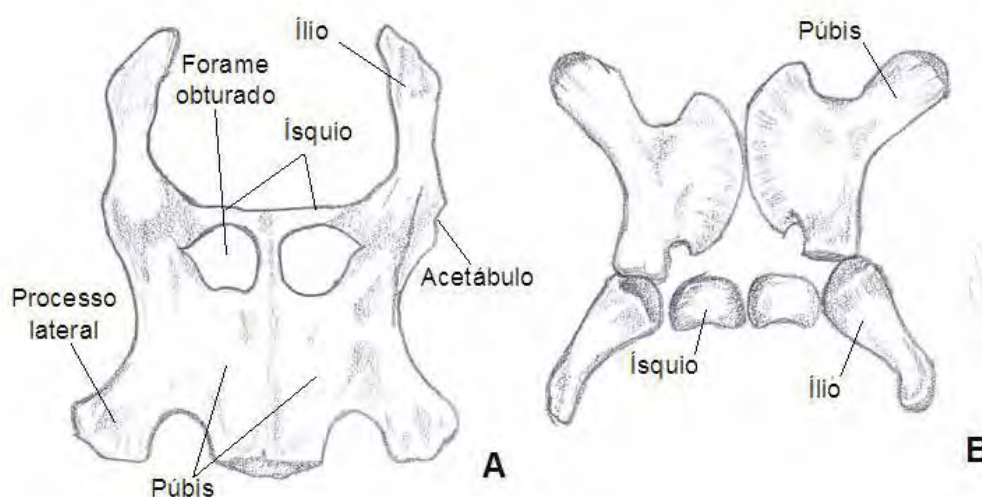


FIGURA 12 – Desenhos esquemáticos, em A demonstrando a pelve de tartaruga com seus três elementos ósseos fundidos (púbis, ísquio e ílio), em B pelve de tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*), que é composta de ossos e cartilagens durante toda a vida (Adaptado de Wyneken, 2001).

- Membro posterior: Articula-se com a pelve através da cabeça do fêmur, que se encaixa ao acetábulo.

Fêmur: apresenta um eixo relativamente simples como uma forte cabeça fora do eixo. Distalmente a cabeça femoral existem dois trocânteres, um maior e outro menor (Figura 13). A extremidade distal deste osso articula-se a tíbia e fíbula.

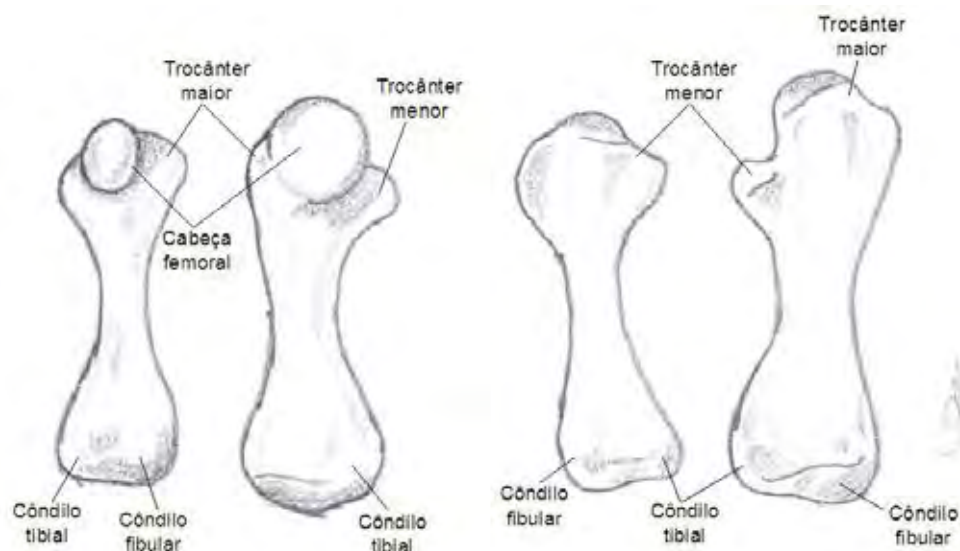


FIGURA 13 – Desenho esquemático do fêmur esquerdo e direito, em visão anterior (esquerda) de uma tartaruga imatura, e visão posterior (direita) de um indivíduo maduro. Demonstrando os acidentes ósseos (Adaptado de Wyneken, 2001).

Tarso: é composto pelo calcâneo, astrágalo e tarso distal.

Metatarsos: Composto por cinco elementos. O primeiro e quinto são largos e planos.

Falanges: são prolongadas acrescentando em largura para a área distal do membro posterior (Figura 14). Os dígitos são designados como o I sendo ao lado da tíbia e V ao lado da fíbula.

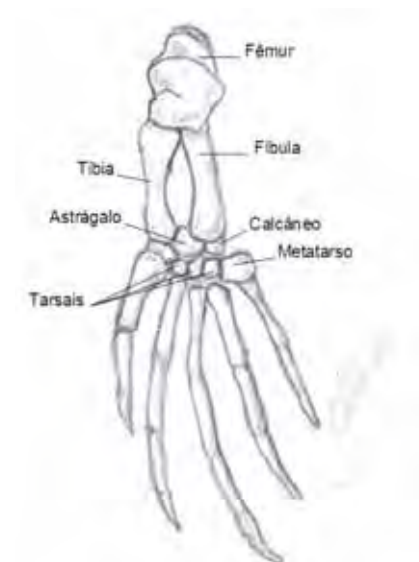


FIGURA 14 – Imagem e desenho esquemático do membro de uma tartaruga de couro, demonstrando a largura dos pés e os dígitos alongados (Adaptado de Wyneken, 2001).

2.2 Ferramentas imagiológicas possíveis de serem utilizadas em quelônios

Atualmente existem diversas técnicas diagnósticas na medicina veterinária, porém estudos anatômicos da normalidade são escassos, além de existirem uma ampla variedade de diferenças morfológica em répteis (VALENTE *et al.*, 2007a). Abaixo citamos algumas destas técnicas, suas indicações, vantagens e desvantagens.

2.2.1 Ultrassonografia

Segundo Augusto (2007), a ultrassonografia é um método de diagnóstico por imagem seguro que facilita uma maneira não invasiva de olhar o interior do animal. Apesar das diversas pesquisas publicadas na área de animais selvagens, ainda existem limitações para seu uso, principalmente por causa do grande número de espécies e das particularidades anatômicas e fisiológicas destas. Esta técnica pode ser realizada em quelônios, aplicando o transdutor na região cervical, axilar e inguinal, podendo diagnosticar cálculos císticos, doenças hepáticas, acúmulos de fluído celomático, gestação e condição reprodutiva do paciente (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001; AUGUSTO, 2007).

Já a avaliação osteomuscular ainda é pouco utilizada em animais selvagens, mas podem auxiliar na avaliação e diagnóstico de doenças como tendinites, miosites, fibroses, neoplasias entre outras, em animais domésticos. Porém não é recomendada no diagnóstico de fraturas, pela limitação em demonstrar detalhes sobre quantidade, forma e tipos de fragmentos existentes no local da lesão, o que dificulta as decisões e procedimentos cirúrgicos (AUGUSTO, 2007). Além disso, necessita-se do conhecimento anatômico e particularidades de cada indivíduo para avaliação e interpretação correta do local e tipo de lesão; como não existem estes dados referentes à *C. carbonaria* torna-se difícil sua utilização no sistema osteomuscular destes animais.

2.2.2 Radiografia

O exame radiográfico, sem dúvida, ainda é a ferramenta que auxilia o médico veterinário na pesquisa de várias enfermidades. E a sua relação custo-benefício faz dessa modalidade a primeira escolha para avaliação de muitos animais. Mesmo quando se procura agrupar animais por similaridade dentro de cada grupo, encontramos incalculáveis variações anatômicas. Por isso, é imprescindível ter conhecimento da normalidade para reconhecer as alterações radiográficas. Fratura óssea, fratura de casco, osteomielite e artrite são as alterações que podem ser vistas no esqueleto (PINTO, 2007).

Estudos da anatomia radiográfica normal de espécies de quelônios têm sido realizados nos últimos anos, como o de Valente *et al.* (2007b), que comparou os achados de TC, osteologia, cortes anatômicos e dados histológicos do esqueleto apendicular da tartaruga marinha *Caretta caretta*. Este estudo utilizou filme radiográfico de mamografia para melhorar a qualidade de imagem, permitindo maiores detalhes dos ossos. Mesmo assim, tiveram dificuldade na avaliação da extremidade proximal do úmero devido à sobreposição óssea da carapaça e plastrão. Já o osso femoral foi claramente visibilizado, apesar da sobreposição óssea. Nesta espécie, ainda que haja sobreposição dos ossos proximais do esqueleto apendicular a radiografia é indicada, pois alterações como fraturas e osteomielite podem ser visualizadas, além do seu baixo custo. Porém, o ideal é que se utilize filme de mamografia para aumentar a qualidade de imagem.

2.2.3 Tomografia Computadorizada

Como o uso da radiografia às vezes limita a avaliação completa do esqueleto apendicular, novas técnicas imaginológicas como a TC tem conquistado cada vez mais a preferência dos pesquisadores e clínicos, principalmente com o advento da possibilidade de reconstrução 3D, o qual tem sido empregado nas diferentes espécies para o estudo anatômico normal. A utilização de TC com cortes em planos longitudinais, planos dorsais, e imagens tridimensionais que esta técnica propicia é uma excelente forma de investigar e distinguir diferentes tipos de tecidos e estruturas ósseas em quelônios.

Assim sendo, esta ferramenta tem-se difundido cada vez mais como uma técnica não invasiva na rotina clínica e de curta duração (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001; MACKEY *et al.*, 2008), pois o tórax, abdome e sistema músculo esquelético podem ser avaliados perfeitamente quanto ao tamanho, forma e densidade através da análise das Unidades Hounsfield (HU) (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001). A possibilidade de gerar imagens tridimensionais por meio da TC é uma excelente forma de investigação e distinção de estruturas ósseas, além de fornecer informações adicionais e melhorar o conhecimento anatômico sobre espécies raras ou incomuns.

III. OBJETIVO

O presente estudo teve por objetivo:

Fornecer dados e descrições anatômicas osteológicas e anatomo-tomográficas e/ou radiológicas comparativas do aparelho apendicular do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) através de peças anatômicas, da Tomografia Computadorizada ou da radiografia convencional, respectivamente, para utilização na rotina das clínicas veterinárias e centros de pesquisa.

IV. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo descrevemos a anatomia do esqueleto apendicular através de observações em peças anatômicas, TC e radiografia do esqueleto apendicular de indivíduos da ordem dos *Testudinata* da espécie *Chelonoidis carbonaria* (jabuti-piranga). O equipamento utilizado para obtenção das imagens tomográficas foi um tomógrafo helicoidal de terceira geração da Marca SHIMADZU, modelo SCT – 7800 TC¹ (Figura 15), que possui como característica novos detectores em estado sólido com capacidade de redução na incidência de radiação ionizante devido ao excelente sinal ruído (S/N), reduzindo os prejuízos aos animais. A TC helicoidal ainda apresenta como vantagem a diminuição do tempo de exame devido ao movimento contínuo da mesa em relação ao *gantry*. A utilização de cortes contínuos permite que através do uso de softwares de imagem se realize a reconstrução em terceira dimensão das estruturas ósseas para posterior avaliação.



FIGURA 15- Imagem demonstrando o procedimento tomográfico realizado em um exemplar de *C. carbonaria* no equipamento SHIMADZU, modelo SCT-7800 TC.

¹ Shimadzu do Brasil comércio Ltda. Av. Marquês de São Vicente nº 1771 – São Paulo – SP).

O equipamento utilizado para as radiografias foi o modelo Ezy-Rad², marca Shimadzu. As radiografias foram reveladas em processadora automática da marca Macrotec MX-2, e realizadas apenas na extremidade distal dos membros (a partir de carpo e tarso). Já o estudo anatômico pela tomografia foi prejudicado pelo tamanho das estruturas, não sendo possível distingui-las.

A pesquisa consistiu em utilizar os animais apenas uma vez, reduzindo a possibilidade de efeitos deletérios oriundos da radiação ionizante.

Foram utilizados seis indivíduos da espécie *C. carbonaria*, de diferentes idades, sexo e pesos corpóreos, sendo que quatro destes animais já se encontravam no Centro de Estudo, Manejo e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS) e dois eram provenientes do Zoológico de Sorocaba; após jejum de 24 horas foram contidos e anestesiados com 10 mg/Kg de peso vivo de propofol, via intravenosa, através do seio venoso subcarapaçal. Após a obtenção do relaxamento muscular adequado, foi realizada a cateterização da veia jugular e a complementação da dose de propofol até que fosse possível realizar a intubação endotraqueal do animal. Durante o exame de tomografia computadorizada os animais foram mantidos sob anestesia inalatória com Isoflurano, para que não se movimentassem durante o exame.

Após a estabilização do paciente e manutenção das vias aérea e sanguínea o animal foi colocado em estação sobre um anteparo de 25 cm e colocado na mesa do tomógrafo; este anteparo fez com que os membros do quelônio ficassem suspensos e expostos para realização do exame (Figura 16). Isto evitou a sobreposição de imagens e permitiu o posicionamento semelhante ao andar natural (posição anatômica).

² Shimadzu do Brasil comércio Ltda. Av. Marquês de São Vicente nº 1771 – São Paulo – SP).



FIGURA 16 – Imagem de um exemplar macho adulto da espécie *Chelonoidis carbonaria*, demonstrando o posicionamento realizado em todos os pacientes do experimento, note o anteparo de madeira utilizado, que permitiu que os membros ficassem em extensão.

Para cada animal obteve-se cortes de 1 mm em plano axial (perpendicular ao maior eixo do corpo), transverso e em plano coronal (frontal), para a reconstrução tridimensional, seguindo orientações de Gumpenberger e Henninger (2001), utilizando um protocolo de 120 kVp e 160 mA e filtro de endurecimento RF2 e janela W:320 L:35. A reconstrução foi realizada através do programa VOXAR 3D® versão 6.3, adquirido através do projeto FAPESP de número 2008/57729-4.

Após a obtenção das imagens foi realizada a descrição anatomotomográfica das particularidades do esqueleto apendicular do jabuti-piranga, comparando a peça anatômica com as radiografias convencionais, estas utilizadas apenas para os ossos à partir de carpo e tarso, onde a reconstrução 3D não obteve êxito. Estes achados foram correlacionados com descrições já existentes em quelônios aquáticos, semi-aquáticos e marinhos.

V. RESULTADOS

5.1 Cintura Escapular

A cintura escapular apresentou-se de forma trirradiada, sendo composta por dois ossos bem definidos, visualizados como uma sutura na peça anatômica e como uma linha de relevo na reconstrução 3D. Estes ossos são a escápula com seu processo acromial e o osso coracóide (Figura 17).

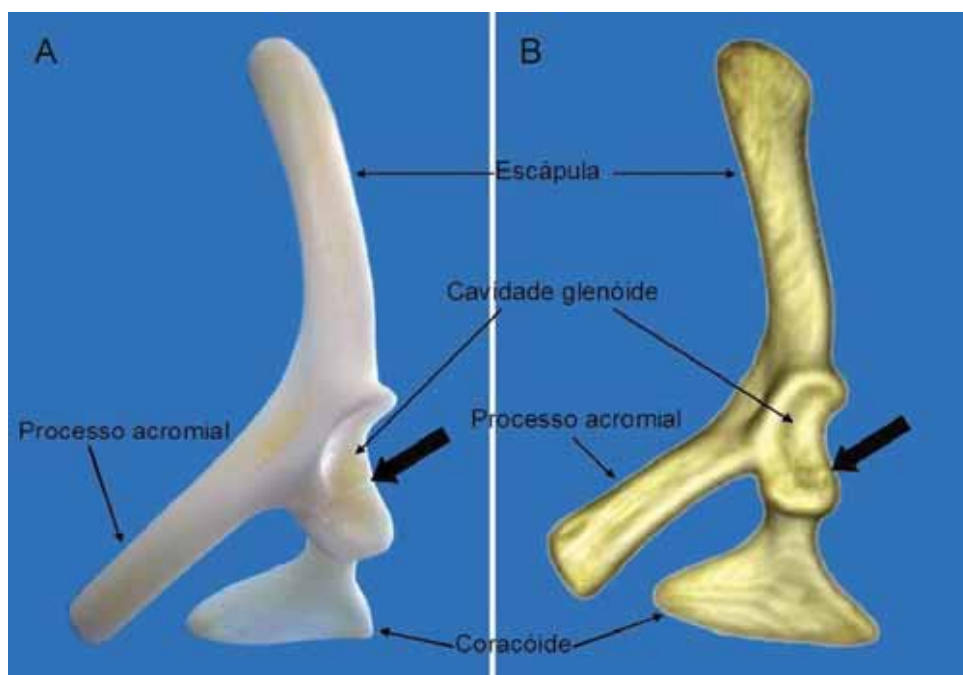


FIGURA 17 – Peça anatômica e reconstrução tridimensional da cintura escapular com seus principais elementos ósseos. Note as setas largas demonstrando a união entre a escápula e coracóide da peça anatômica na Figura A, e da reconstrução 3D na Figura B.

A escápula foi visualizada direcionando-se ventro-dorsalmente, e na região dorsal articula-se com o primeiro osso costal e com a 1ª vértebra costal. Tem forma colunar levemente achatada crânio-caudalmente. Na sua extremidade distal articula-se ao coracóide formando uma face articular côncava com bordas salientes onde articular-se com a cabeça umeral, sendo esta região chamada de fossa glenóide. O processo acromial possui formato colunar e direciona-se latero-medialmente, fazendo um ângulo entre 108° a 124° com a escápula (A) (Figura 18).

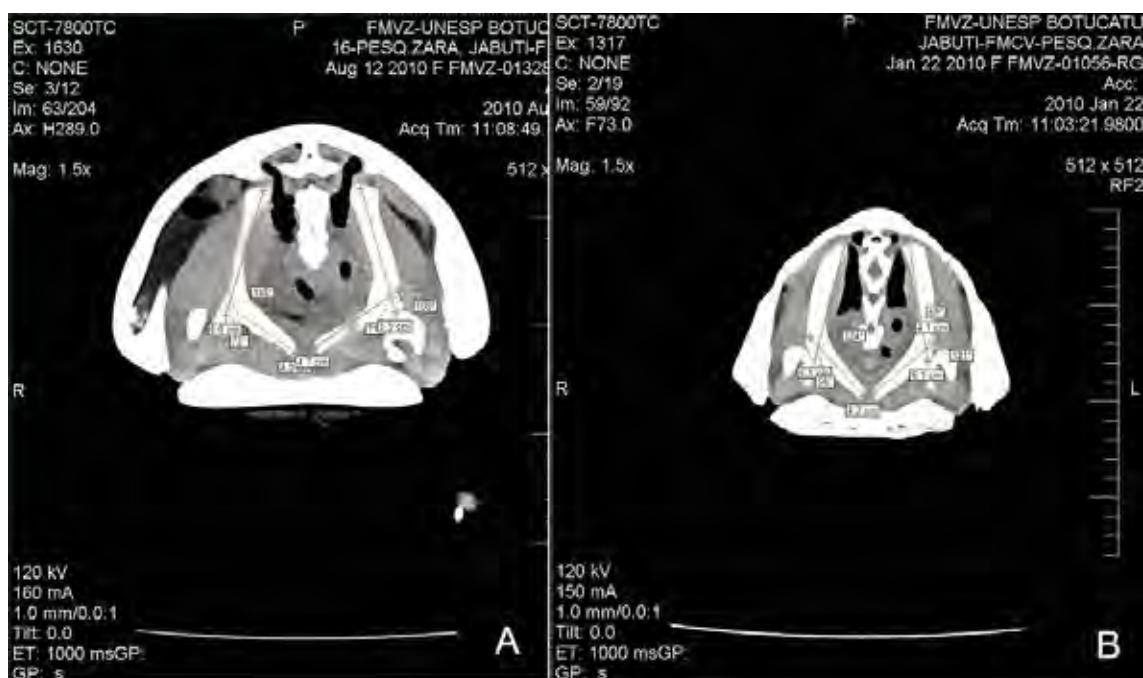


FIGURA 18 - Nas imagens tomográficas em corte transversal podemos visualizar as variações encontradas nos ângulos formados entre a escápula e o processo acromial, ambos os animais são fêmeas adultas da espécie *C. carbonaria*.

O osso coracóide, como já mencionado anteriormente, articula-se com a escápula, formando a fossa glenóide. Distalmente apresentou-se com suas extremidades expandidas, crâniocaudalmente e direciona-se lateromedialmente, e sua face ventral encontrou-se distante do plastrão. Seu comprimento é cerca de 75% ao do processo acromial (Figura 19).

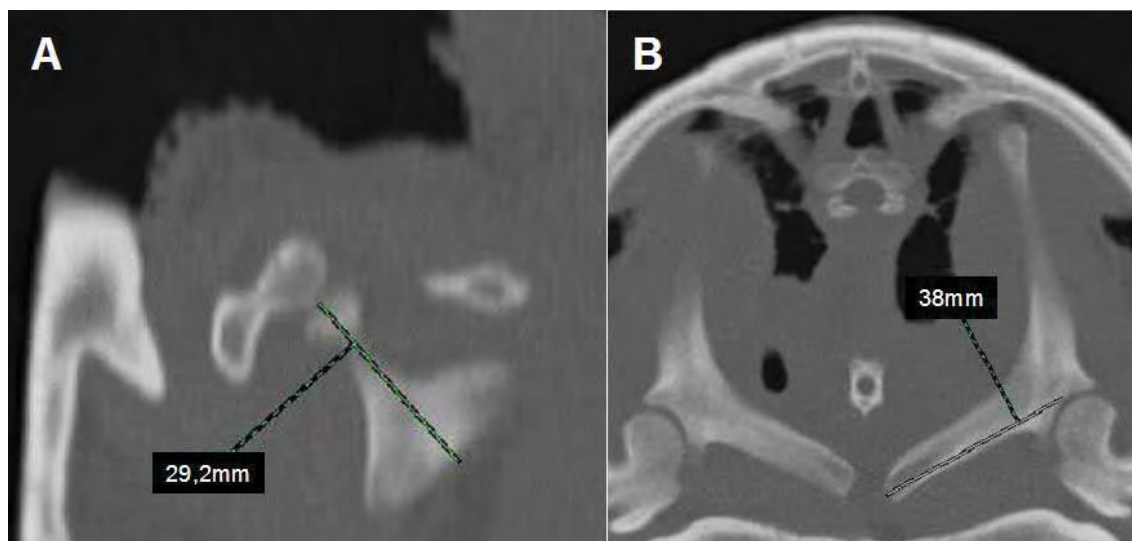


FIGURA 19 - Na imagen tomográfica em MPR (A) podemos visualizar a mensuração do osso coracóide, já no corte transversal (B), visualiza-se a mensuração do processo acromial ambas as imagens de um individuo macho da espécie *C. carbonaria*.

5.2 Membros Torácicos

Nos membros torácicos foram observados o úmero, rádio, ulna, sete a nove carpianos, cinco metacarpianos e 10 falanges. Os ossos proximais aos ossos carpianos foram descritos através de peças anatômicas e reconstrução tomográfica 3D. A partir dos ossos carpianos a descrição foi através da anatomia osteológica e radiografia convencional, como já citado anteriormente (Figura 20).

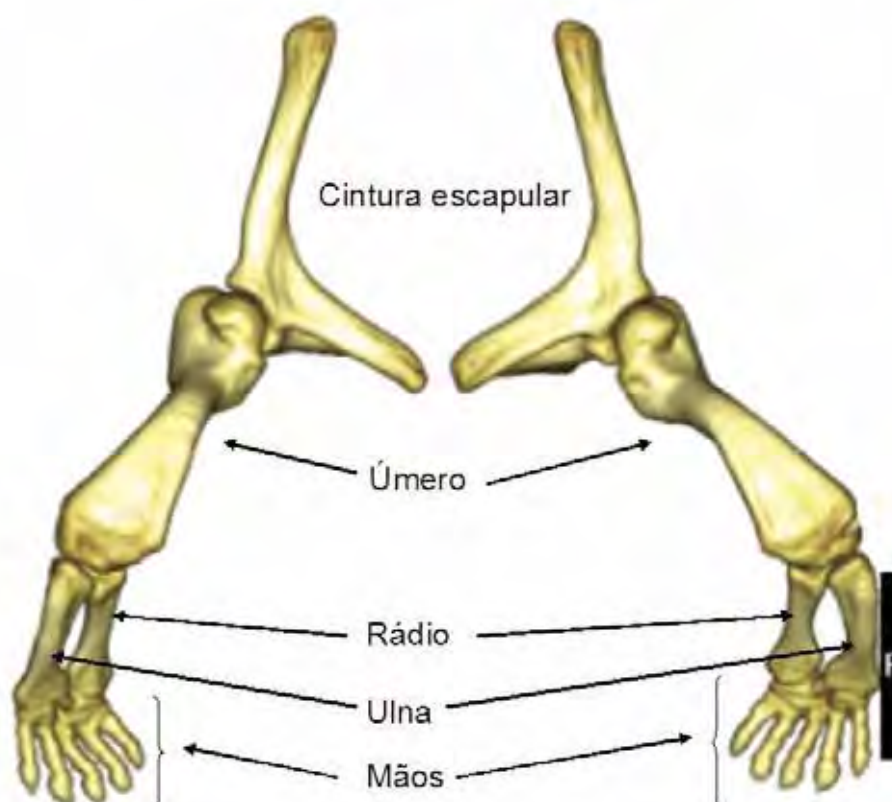


FIGURA 20 - Reconstrução tomográfica 3D da cintura escapular e membro anterior de um exemplar adulto de *Chelonoidis carbonaria*, pode-se visualizar nesta imagem a pouca definição e falha na diferenciação entre as estruturas das mãos.

O Úmero (Figura 21 e 22) possui formato achatado crânio-caudalmente com evidente desvio do eixo ósseo. Apresenta um colo umeral bem saliente onde se evidencia a cabeça umeral projetada do seu eixo maior. Ainda na sua extremidade proximal observa-se dois tubérculos o cranial e o caudal, sendo o maior localizado caudalmente e projetando-se além da cabeça umeral. Os tubérculos continuam com as suas respectivas cristas tuberculares. Entre as cristas forma-se a fossa intertubercular, localizada na face ventral do úmero. A

extremidade distal é expandida lateromedialmente, onde se localiza a tróclea, apresentando dois côndilos evidentes, o medial e o lateral, o primeiro articula-se com o rádio e o lateral com a face articular da ulna. E caudalmente na extremidade distal encontra-se a fossa radial.

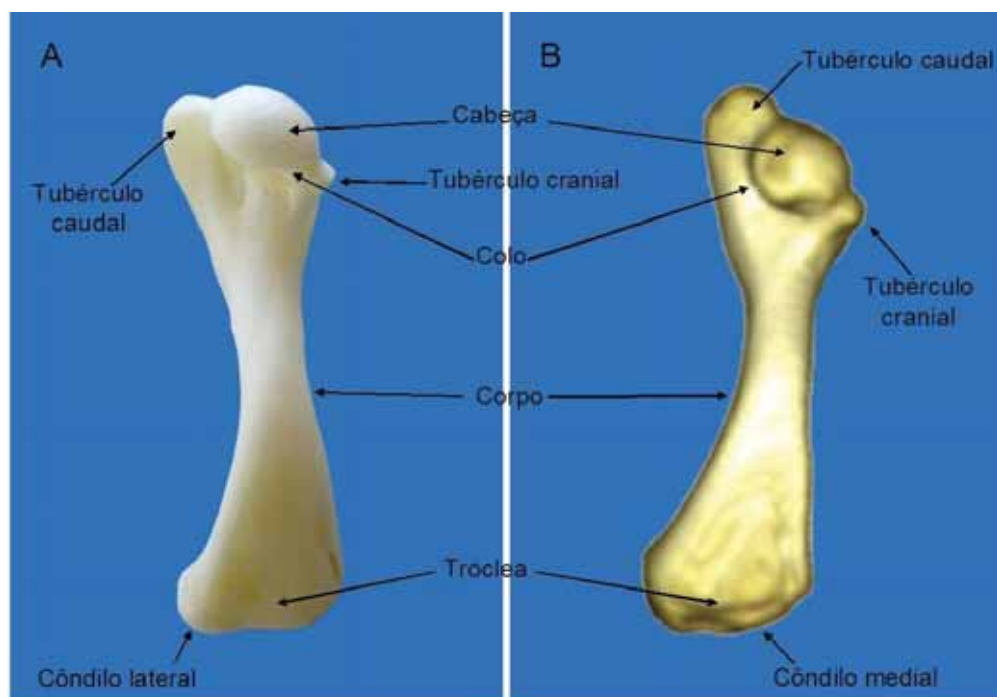


FIGURA 21 - Visão craniomedial do úmero. A figura à direita (A), corresponde a peça anatômica e à esquerda (B) a reconstrução 3D.

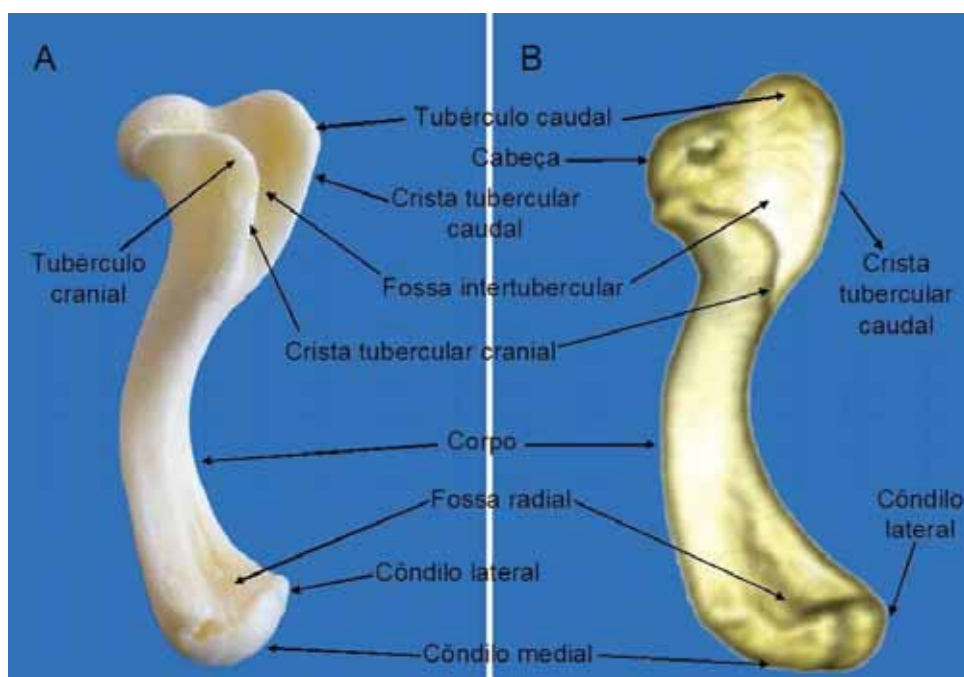


FIGURA 22 - Visão caudomedial do úmero. A figura à direita (A), na peça anatômica e à esquerda (B) em reconstrução 3D, demonstra os acidentes e estruturas ósseas.

O rádio apresentou-se de formato colunar com sua extremidade distal mais expandida que a proximal. Na sua extremidade proximal articula-se com o côndilo medial do úmero e com a face articular medial da ulna, e na sua extremidade distal articula-se com os ossos do carpo (Figura 23).

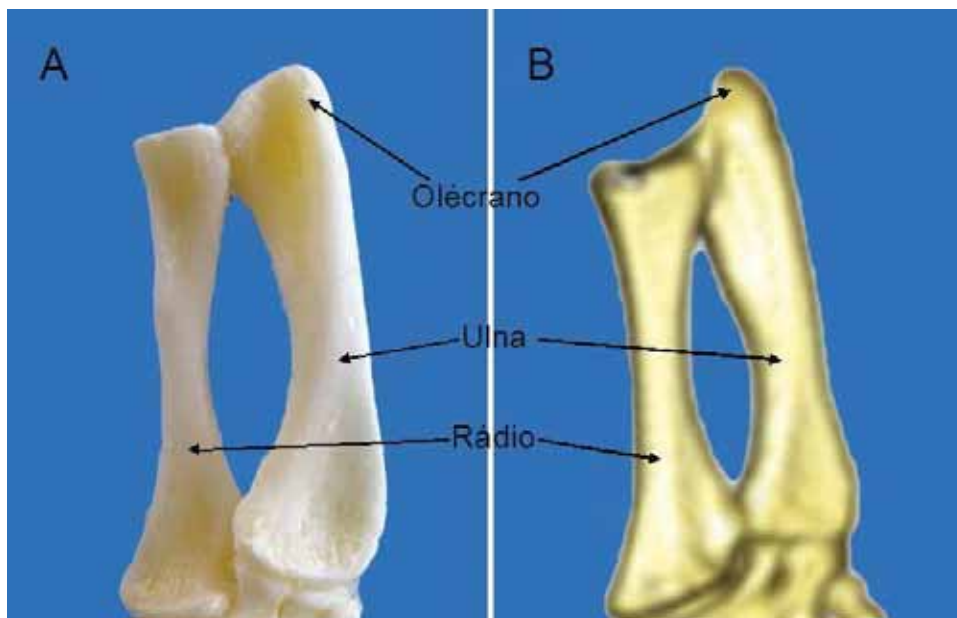


FIGURA 23 - Imagem em peça anatômica (A) e por reconstrução em 3D (B) do rádio ulna de um exemplar de *C. carbonaria*.

A Ulna é o maior osso do antebraço, de formato achatado e com suas extremidades expandidas, porém sua extremidade proximal é mais expandida que a distal, o oposto do rádio. A extremidade proximal da ulna é chamada de olécrano, nesta região há uma face articular oval a qual se articula com a face articular do côndilo lateral e medialmente se articula com o rádio. Na sua extremidade distal articula-se com a primeira fileira do carpo (Figura 24).

No carpo foi observado de sete a nove ossos irregulares, representados pelo carpo intermédio, localizado entre a extremidade distal do rádio e ulna; o carporradial; o carpo central, que em indivíduos adultos pode estar fusionado com o radial; o carpoulnar, que pode estar fusionado com o V cárpico; e os cárpicos I, II, III, IV e V, sendo que o I e o II podem estar fusionados. Estas fusões foram observadas separadamente nos indivíduos avaliados (Figura 24).

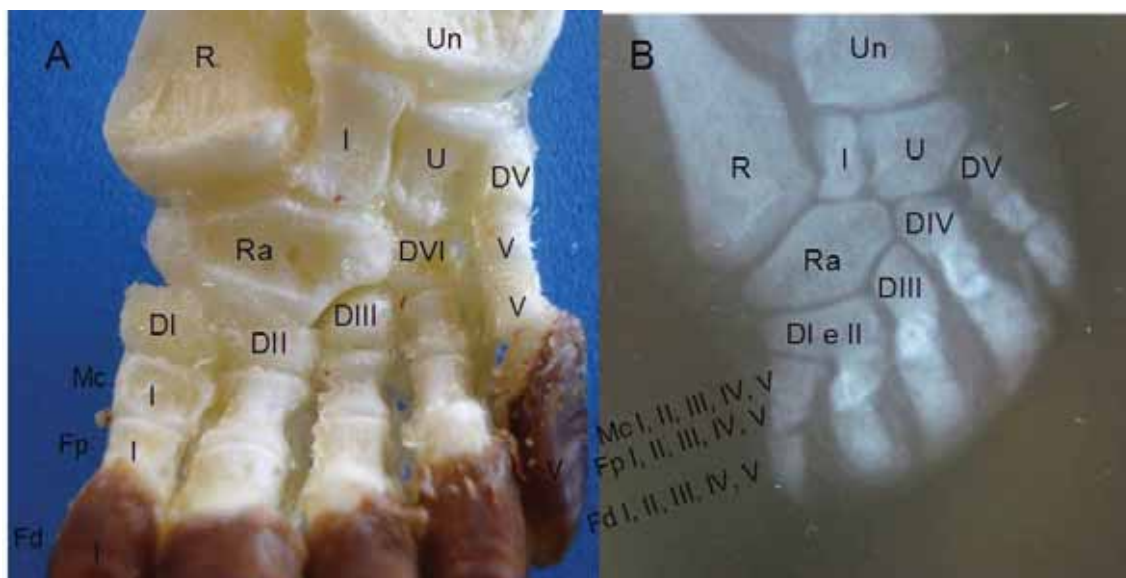


FIGURA 24 - Imagem da esquerda referente a um animal hígido e à da direita de uma peça anatômica, demonstrando os elementos ósseos do carpo, metacarpo e falanges. onde (R) representa o rádio; (U) a ulna; (Ra) o carporradial; (I) carpo intermédio; (Un) o carpoulnar; (DI) o distal I; (DII) o distal II, sendo que na radiografia podemos ver a fusão dos 2; (DIII) o distal III; (DIV) o distal III; (DV) o distal V; (Mt I, II, III, IV e V) o metacarpo I, II, III, IV e V, respectivamente; e (Fp e Fd) e falange proximal e distal respectivamente.

Os metacarpos também foram avaliados radiograficamente e por peças anatômicas. Apresentaram-se em número de cinco, o primeiro e o quinto são menores, e os demais metacarpos não apresentam diferenças anatômicas, caracterizando pouca especificidade dos dígitos.

As falanges foram avaliadas da mesma maneira que o carpo e metacarpos, sua fórmula falângica mediolateralmente é 2:2:2:2:2. O primeiro e segundo dedo diferenciam-se dos demais por serem mais largos. A falange distal apresenta-se em formato cônico com um revestimento córneo aderido ao osso.

5.3 Cintura Pélvica

A cintura pélvica assim como em animais domésticos é composta por três elementos ósseos pareados. O ílio, localizado dorsalmente e o ísquio e púbis, localizados ventralmente (Figura 25 e 26).

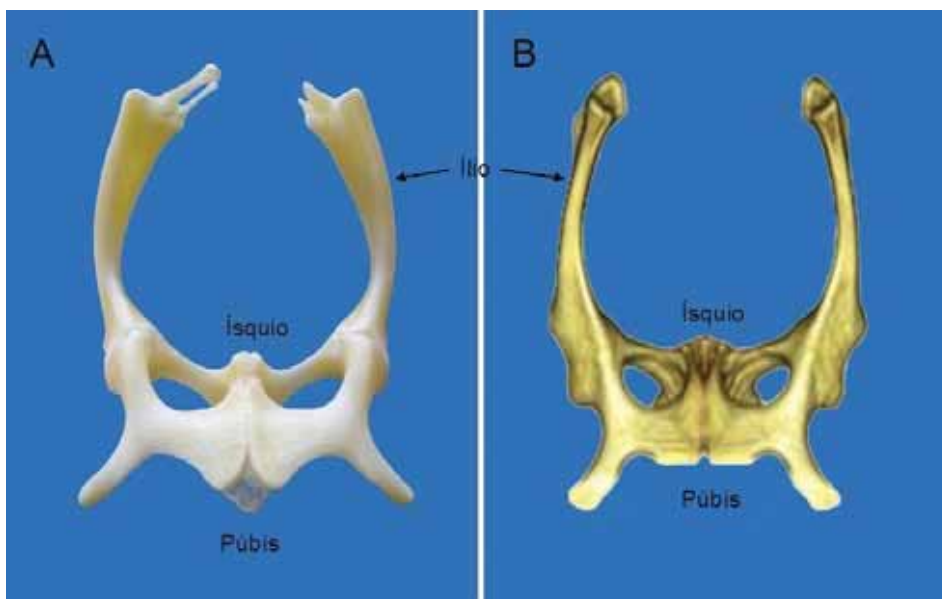


FIGURA 25 - Peça anatômica (A) e reconstrução 3D (B), demonstrando o ílio, ísquio e púbis que compõe a cintura pélvica, em uma visão cranial.

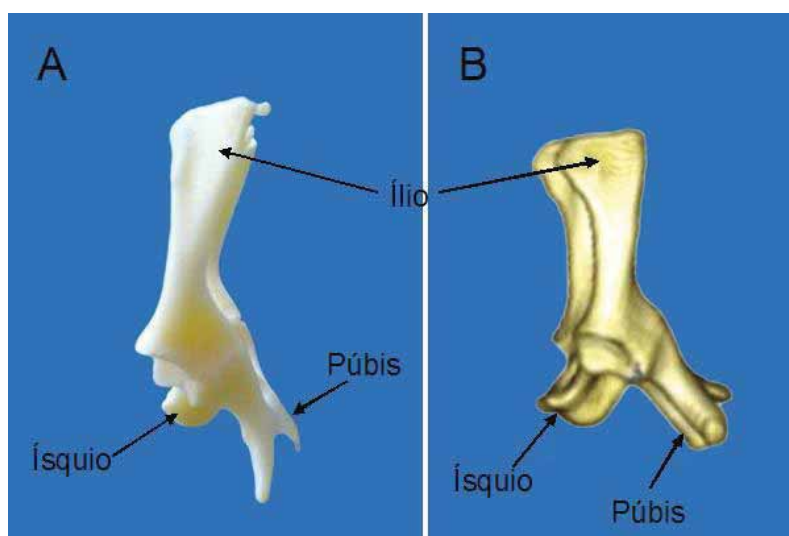


FIGURA 26 - Cintura pélvica em visão lateral direita da peça anatômica (A) e reconstrução 3D (B)

O ílio (Figura 27) mostrou leve inclinação dorso-caudalmente em todos os indivíduos avaliados. Apresenta-se como um osso de aspecto colunar com suas extremidades expandidas. Dorsalmente possui a face costal do ílio onde se articula com o 8º osso costal, nesta região diferencia-se a face articular ilíaca-costal. Na sua extremidade distal une-se ventrocranialmente com o púbis e ventrocaudalmente com o ísquio formando o acetábulo.

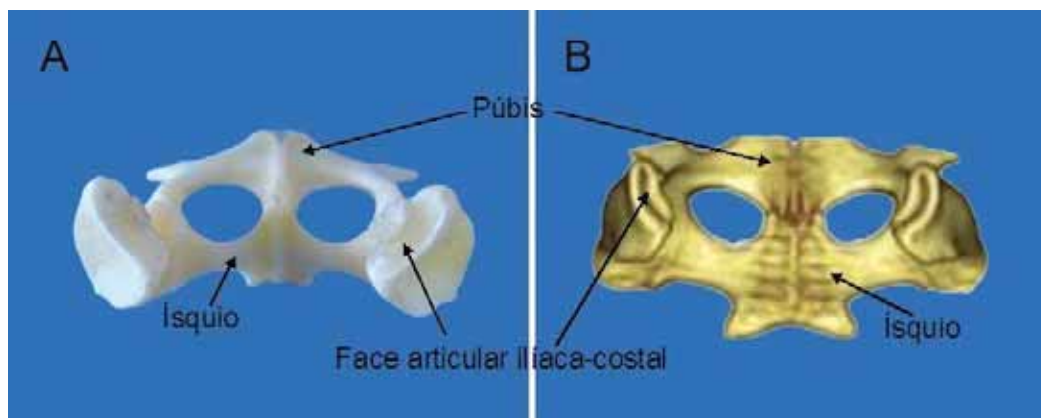


FIGURA 27 - Imagens em peça anatômica (A) e tomografia (B) em uma vista dorsal, demonstrando as estruturas no ílio.

O ísquio (Figura 28) é o menor dos ossos que constituem a pelve. Apresenta-se achatado craniocaudalmente. Assim como no ílio observamos quatro faces, duas laterais, uma caudal e outra cranial. Cranialmente o ísquio é separado do púbis pela janela pubisquiática (forame obturado) e medialmente observa-se a sínfise isquiática. Possui ventromedialmente, na região de sínfise, uma proeminência de formato triangular acentuada, denominado tubérculo isquiopúbico.

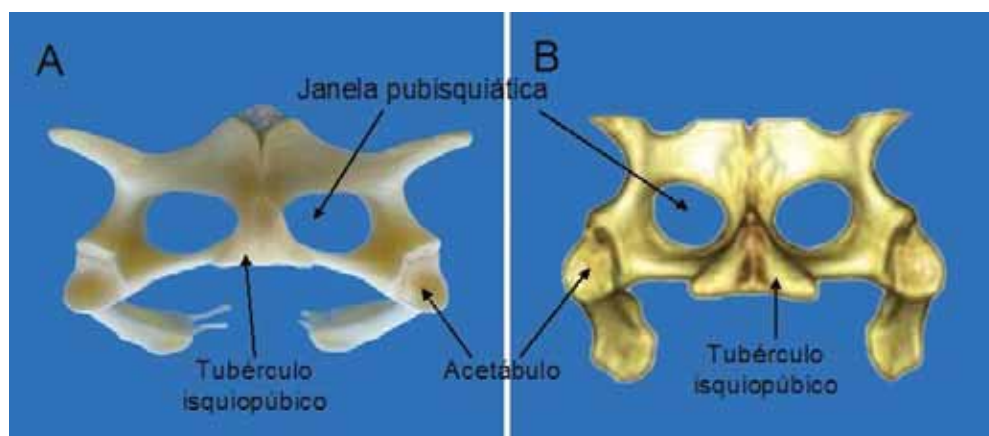


FIGURA 28 - Imagens demonstrando as estruturas encontradas no ísquio, vista ventral.

O elemento mais cranial da cintura pélvica, é o púbis (Figura 29). Este osso é composto por dois ramos, o cranial e o caudal. No ramo cranial encontra-se um longo processo, o processo lateral do púbis. Na região medial encontra-se a sínfise púbica, que na sua extremidade cranial projeta-se a

cartilagem epipúbica, não visualizada na reconstrução 3D. O ramo caudal termina com o início do osso ísquio.

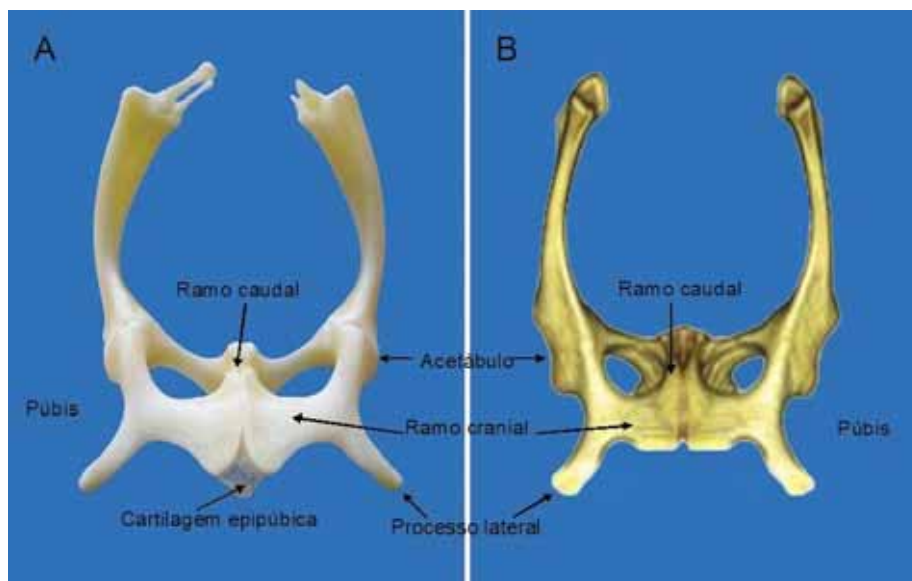


FIGURA 29 - Vista cranial da cintura pélvica em peça anatômica e reconstrução 3D, apontando as principais estruturas ósseas do púbis.

5.4 Membros Pélvicos

Fazem parte dos membros pélvicos o fêmur, tíbia, fíbula, seis ossos tarsianos, cinco metatarsianos, e 09 falanges (Figura 30).

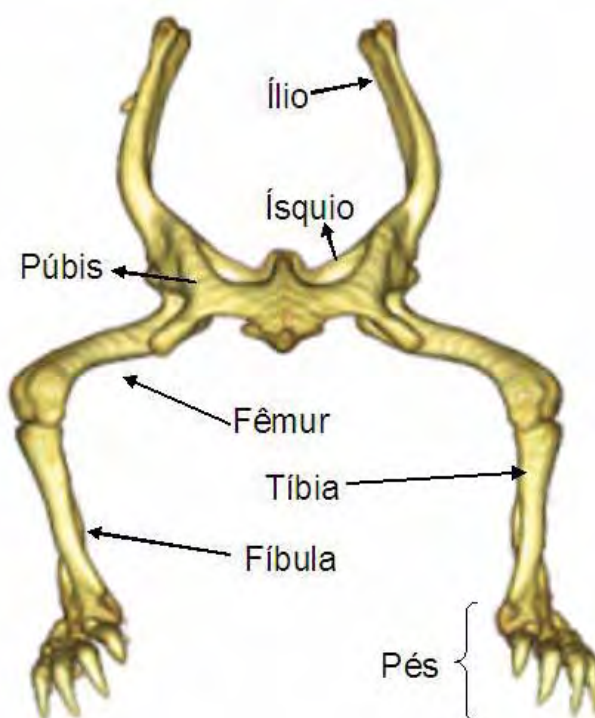


FIGURA 30 - Reconstrução 3D do membro pélvico incluindo a cintura pélvica, pode-se visualizar nesta imagem a pouca definição e falha na diferenciação entre as estruturas dos pés.

O fêmur possui o eixo maior levemente rotacionado, com achatamento dorsoventral da extremidade distal do osso. Na sua extremidade proximal encontra-se um colo femoral bem evidente, delimitando a cabeça femoral, que se apresenta fora do eixo longitudinal do osso. Ainda nesta extremidade existem dois trocânteres um maior e outro menor, sendo o maior localizado caudalmente e mais desenvolvidos e o menor localizado cranialmente. Entre o colo femoral e os trocânteres encontra-se a fossa trocantérica. Na sua extremidade distal encontra-se a tróclea femoral, que possui uma face articular semilunar para articular-se com a fíbula e uma face oval para articular-se com a tíbia. Na região craniolateral da extremidade distal existem dois côndilos, o tibial, localizado cranialmente e caudalmente o côndilo fibular, e na região caudomedial visualiza-se a fossa supracondilar (Figura 31, 32 e 33).

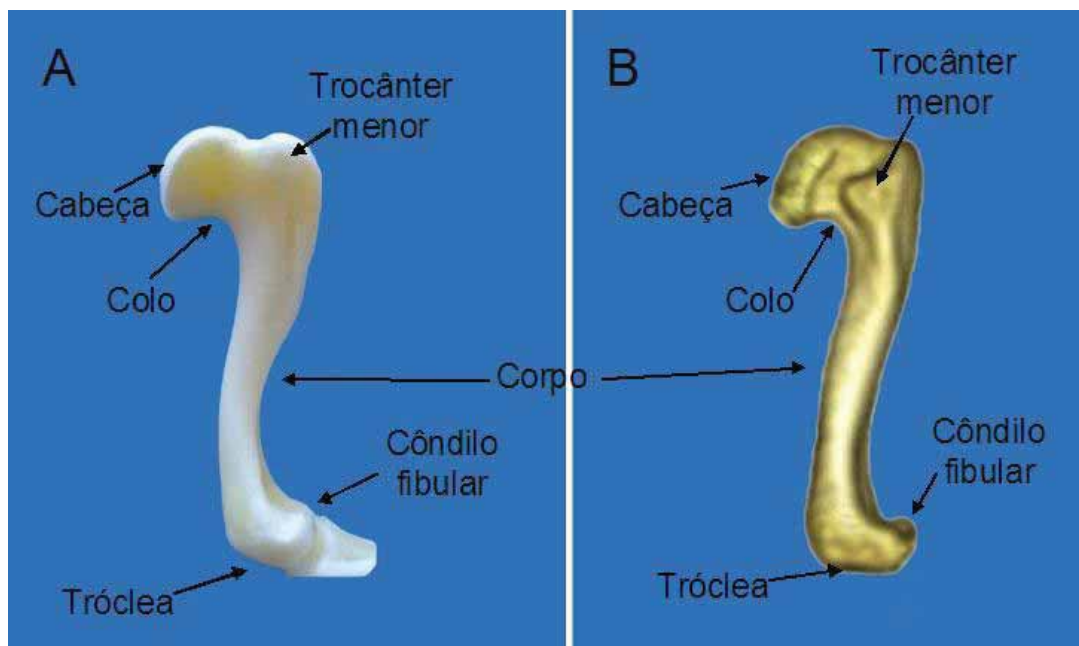


FIGURA 31 - Visão médiocranial do fêmur direito, demonstrando as principais estruturas ósseas.

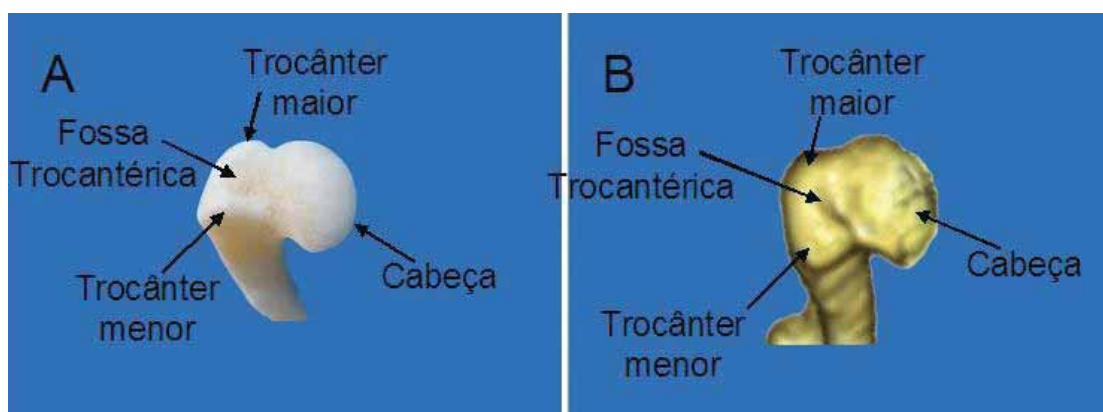


FIGURA 32 - Visão dorsomedial do fêmur esquerdo, demonstrando as principais estruturas ósseas.

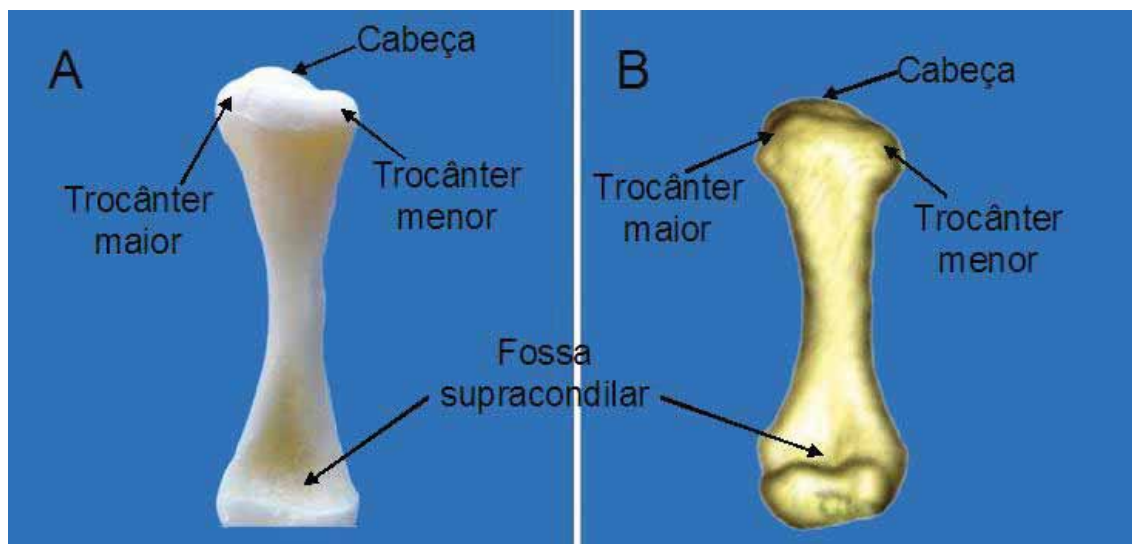


FIGURA 33 - Visão caudomedial do fêmur esquerdo, demonstrando as principais estruturas ósseas.

A tíbia está localizada cranialmente, e articula-se proximalmente com a face articular oval do fêmur e caudalmente com a faceta articular da fíbula. Tem formato colunar com sua extremidade proximal expandida (Figura 34).

Localizada caudalmente à tíbia, e menos desenvolvida que esta, encontramos a fíbula. Estes dois ossos são separados pelo espaço interósseo. Possui a extremidade distal mais expandida que a proximal, contrapondo-se a tíbia (Figura 34).

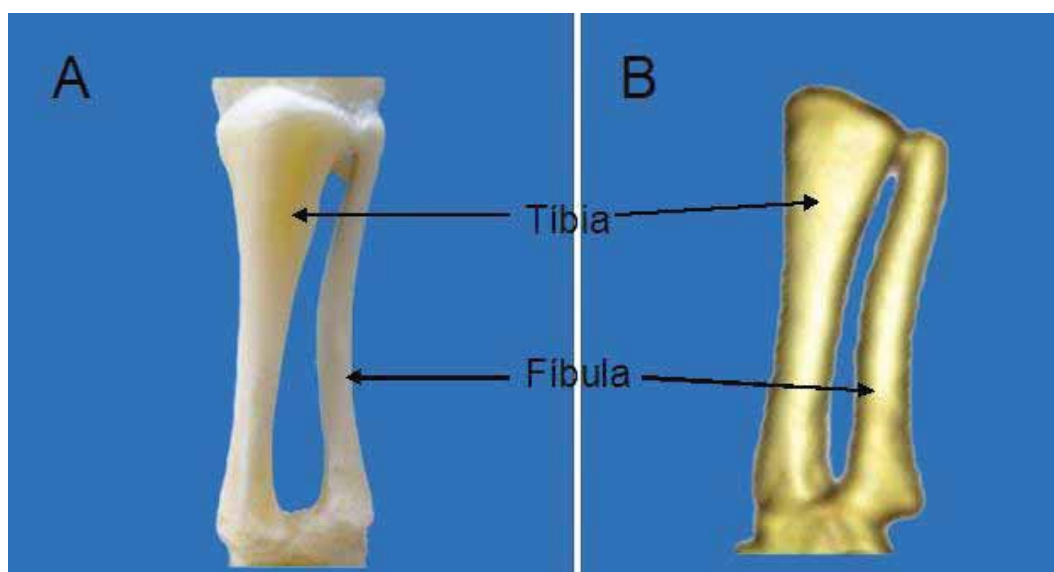


FIGURA 34 - Imagens em peça anatômica (A) e reconstrução tridimensional (B) da tíbia e fíbula esquerda de exemplares de *C. carbonaria*.

A partir do tarso, assim como o carpo as descrições foram realizadas através de radiografias convencionais e peças anatômicas.

No tarso encontramos 6 ossos irregulares, sendo a fileira proximal composta pelo central e fibular do tarso, que podem estar fusionados. Na fileira distal encontram-se o distal do tarso I, II, III e IV. Sendo que, o distal I e II, podem estar fusionados e o IV é maior e articula-se com o quarto e quinto metatarsiano (Figura 35).

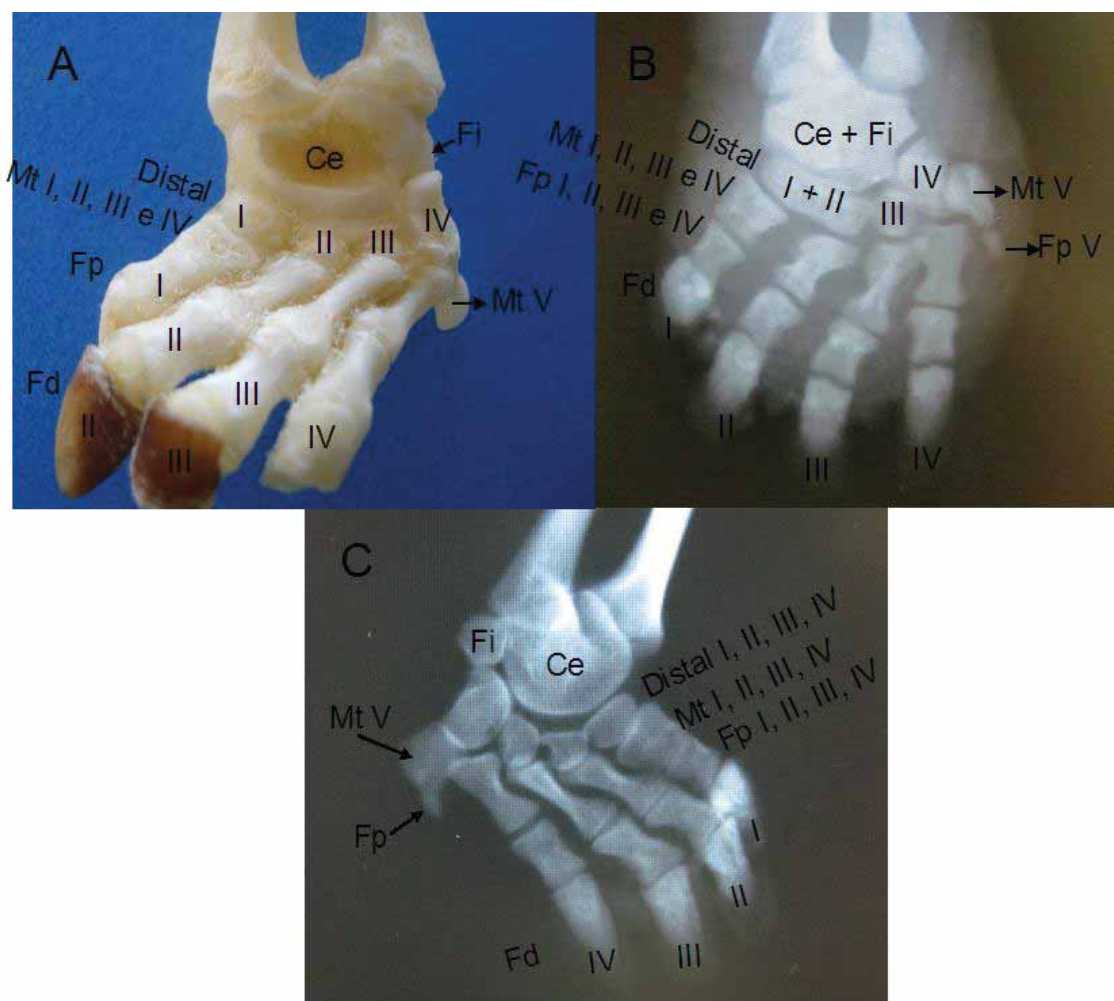


FIGURA 35 - Figuras (A) e (C), em peça anatômica e em radiografia simples, respectivamente, de indivíduos contendo os ossos tarsais separados. Em (B), podemos visibilizar no exame radiográfico um exemplar com união entre alguns desses ossos. Onde (Fi) corresponde ao fibular do tarso; (Ce) ao central do tarso; Distal (I, II, III, IV) ao distal do tarso I, distal do tarso II, distal do tarso III e distal do tarso IV, respectivamente; Mt (I, II, III, IV) ao metatarsiano I, metatarsiano II, metatarsiano III e metatarsiano IV, respectivamente; Mt (V), o metatarsiano V; Fp (I, II, III, IV) a falange proximal I, falange proximal II, falange proximal III e falange proximal IV, respectivamente; Fp (V), falange proximal V; Fd (I, II, III, IV), a falange distal I, falange distal II, falange distal III, e falange distal IV.

São encontrados nesta espécie cinco metatarsianos, cada um correspondente a um dígito, o II, III e IV metatarsianos possuem tamanho e forma similares. O primeiro e o quinto são mais largos e achatados dorsoventralmente, porém o quinto metatarsiano está localizado latero-caudalmente ao demais.

Sua fórmula falângica é 2:2:2:2:1. As falanges distais são achatadas dorsoventralmente e possuem um revestimento córneo aderido ao osso. O V dedo apresenta apenas uma falange vestigial.

VI. DISCUSSÃO

Diante da diversidade dos Testudines, há uma relativa carência de estudos anatômicos descritivos dos representantes deste táxon, o que restringe o conhecimento sobre a anatomia topográfica desta ordem. Assim sendo, o presente estudo anatômico tem por mérito oferecer à literatura dados com relação a padrões, características e variações anatômicas do esqueleto apendicular de *Chelonoidis carbonaria*, para comparação com diferentes espécies já estudadas.

Esta estabelecido na literatura, que a principal característica observada no esqueleto apendicular de quelônios, é a cintura peitoral trirradiada, diferente de todos os outros tetrápodes (LEE, 1996; SANTOS *et al.*, 2000; WYNEKEN, 2001; VIEIRA 2008). Sendo composta por três longas estruturas: a escápula, o processo acromial, e o osso coracóide. O acrômio ancora a cintura ao plastrão, permitindo a articulação durante a locomoção, enquanto que a escápula articula-se à superfície interna da carapaça. Na ausência de uma clavícula, estes dois elementos constituem a ligação óssea entre o braço e as partes dorsais e ventrais do casco (LEE, 1996).

Segundo a literatura, com relação à cintura escapular, existem duas ferramentas para avaliação da habilidade natatória, a mensuração do ângulo entre o processo acromial e a escápula, que deve ser aproximadamente 65° para espécies aquáticas, e próximo de 90° para espécies semi-aquáticas (WALKER, 1973, citado por SANTOS *et al.* (2000); RENOUS *et al.*, 2008); e a presença da extremidade costal do osso coracóide expandida (SZALAI, 1932, citado por SANTOS *et al.*, 2000).

Neste trabalho encontramos o ângulo entre o processo acromial e escápula variando de 108° a 124° em *C. carbonaria*, o que corrobora com os dados encontrados na literatura. Santos *et al.* (2000), também confirmaram esta característica anatômica em *Trachemys dorbignyi*, a qual possui um ângulo de 90°, comum às espécie semi-aquáticas.

No entanto, a presença da extremidade costal do processo coracóide expandida, comumente encontradas em animais com boa habilidade natatória, como *P. expansa*, tartarugas marinhas e *Trachemys dorbignyi*, também foi

observada em jabuti-pirangas (*C. carbonaria*), apesar destes animais não possuírem boas habilidades natatórias, o que diverge do proposto na literatura por Szalai (1932), citado por Santos *et al.* (2000).

Outra divergência encontrada na literatura é a nomenclatura anatômica da cintura escapular em *T. dorbignyi* proposta por Souza *et al.* (2000), onde consideraram no desenho esquemático que o osso coracóide é expandido. Porém os autores nominaram a escápula como sendo o coracóide, o processo acromial como sendo a escápula e o coracóide como processo acromial, o que difere das demais literaturas de quelônios (WYNEKEN, 2001; VIEIRA, 2008).

Outra diferença na cintura escapular observada em nosso estudo foi à relação entre o tamanho do osso coracóide e o processo acromial, sendo o primeiro 75% do segundo, o que diverge da literatura que relata semelhança no tamanho na maioria das espécies (WALKER, 1973, citado por SANTOS *et al.*, 2000), e contrapõe a relação encontrada em *Podocnemis expansa*, em que o processo acromial apresenta-se mais curto que o coracóide (VIEIRA, 2008).

Com relação à habilidade natatória associada ao membro pélvico, a principal característica presente nos quelônios de boa habilidade é o fato do trocânter maior do fêmur ser mais desenvolvido que o menor (WALKER, 1973, citado por SANTOS *et al.*, 2000). Em *C. carbonaria* observamos uma diferença de tamanho discreta entre os trocânteres do fêmur, o que corrobora com a literatura, já que são indivíduos terrestres. Porém as descrições de outros quelônios aquáticos e semi-aquáticos não citaram esta relação, dificultando a análise comparativa de tal característica.

Para descrever o esqueleto apendicular da espécie em estudo foi utilizada a nomenclatura anatômica veterinária (2005) e alguns trabalhos na área, como o de Gaffney (1972). Este autor ressaltou a importância de uma nomenclatura específica para répteis, com o objetivo de padronizar os termos anatômicos utilizados nestes indivíduos, visto que possuem particularidades em sua anatomia, que os diferem das demais espécies.

Um exemplo de particularidade observada neste estudo foi a presença de uma proeminência na região mediocaudal do ísquio, a cada lado da sínfise isquiática, que denominamos tubérculo isquiopúbico. Esta estrutura não é encontrada nas demais espécies, e difere da tuberosidade metaisquiática visualizada nos demais quelônios estudados. Outro exemplo é a presença de

ossificação entre os ossos do carpo, principalmente os localizados mais próximos da região medial, que sugerimos a hipótese de ser decorrente da maior pressão exercida nesta região, devido a forma de locomoção destes indivíduos.

Como exemplo de conflito entre a nomenclatura anatômica, podemos citar o estudo de Sousa et al. (2000), onde os autores utilizaram termos da anatomia humana para denominar os ossos da *T. dorbignyi*. Além de considerar três falanges no quinto dedo, denominou o osso arredondado com características de quinto osso tarsal como sendo o quinto metatarso.

Este estudo descreveu a anatomia proximal do esqueleto apendicular através da tomografia computadorizada com reconstrução tridimensional, e da anatomia distal através da radiografia, fornecendo embasamento anatômico sobre uma espécie terrestre de quelônio, a qual não havia descrição anatômica na literatura.

O emprego da radiografia convencional foi necessária devido ao tamanho reduzido das estruturas nas extremidades dos membros, o qual inviabilizou a reconstrução 3D através da tomografia computadorizada, visto que houve grande perda de detalhes. No entanto, a radiografia foi útil para identificar detalhes de estruturas não visualizadas nas peças anatômicas, como a presença de uma falange vestigial no quinto dedo dos membros posteriores e a presença de ossificação entre os ossos do carpo e tarso.

É provável que equipamentos tomográficos mais novos com tecnologia multislice, que possibilitam cortes menores que 1 mm, façam com que as estruturas sejam então passíveis de serem distinguíveis na reconstrução 3D, e o exame radiográfico não seja necessário.

VII. CONCLUSÕES

1- A tomografia computadorizada helicoidal de terceira geração, com reconstrução 3D, fornece excelente riqueza de detalhes para a descrição anatômica do esqueleto apendicular proximal de quelônios;

2- A utilização da radiografia convencional para avaliação da extremidade distal do esqueleto apendicular de *C. carbonaria* foi satisfatória e eficaz para descrever as estruturas e identificar as particularidades não visualizadas na peça anatômica, como a presença de uma falange vestigial no quinto dedo dos membros posteriores e a presença de ossificação entre os ossos do carpo e tarso;

3- A descrição anatômica de indivíduos da espécie *Chelonoidis carbonaria*, que são estritamente terrestres, adiciona aspectos anatômicos como a presença do tubérculo isquiopúbico, que os diferenciam dos demais quelônios (aquáticos e semi-aquáticos). Além de contribuir para a criação de uma nomenclatura anatômica específica para répteis e/ou quelônios;

4- Este trabalho sugere a necessidade de novos estudos que associem os aspectos anatômicos aos fisiológicos, com relação ao coracóide expandido, característica anatômica indicativa de boa habilidade natatória, visto que *C. carbonaria*, quelônio terrestre, apresenta semelhança aos quelônios aquáticos e semi-aquáticos;

5- Sugere-se também estudos anatômicos descritivos mais detalhados sobre o esqueleto apendicular de quelônios, pois estes não fornecem alguns dados necessários para a anatomia comparativa entre os indivíduos, como a relação entre o tamanho dos trocânteres femorais, relação entre tamanho do processo acromial e do coracóide e o ângulo entre a escápula e o processo acromial.

VIII. REFERÊNCIAS

ABOU-MADI, N.; SCRIVANI, P.V.; KOLLIAS, G.V.; HERNANDEZ-DIVERS, S.M. Diagnosis of Skeletal Injuries in Chelonians Using Computed Tomography. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**. 35 (2): 226-231. 2004.

AUGUSTO, A.Q. Ultrassonografia. *In*: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca, cap. 55, p. 879-895, 2007.

BÉRNILS, R. S. Lista Brasileira de Répteis. **Sociedade Brasileira de Herpetologia SBH**. 2010. disponível em: http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/checklist_brasil.asp, acessado dia 28/08/2010.

CARVALHO, R.C. Topografia vértebro-medular e anestesia espinhal em jabuti *Chelonoidis carbonaria* (SPIX, 1824). **Dissertação de mestrado: São Paulo**. 2004. 122 p.

GAFFNEY, E. S. An Illustrated Glossary of Turtle Skull Nomenclature. **Amer Mus Novit**: NY. n. 2486. 1972.

GOULART, C.E.S. **Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis**. Editora LF livros, 2004.

GUMPENBERG, M.; HENNINGER, W. The use of computed tomography in avian and reptile medicine. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v.10, n.4, p.174-180, 2001.

GUPTA, R.K. Long bone fractures in osteopetrosis: awareness of primary pathology end appropriate pre-operative planning necessary to avoid pitfalls in fixation. **Injury Extra**, v.36, p.37-41, 2005.

HILDEBRAND, M; GOSLOW, G. E. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu. 2006.

LEE, M.S.Y. The homologies and early evolution of the shoulder girdle in turtles. **Proc. R. Soc. London B**, 263, 111, 1996.

PINTO, A.C.B.C.F. Radiologia. *In*: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca, cap. 56, p. 896-919, 2007.

MACKEY, E.B.; HERNANDEZ-DIVERS, S.J.; HOLLAND, M.; FRANK, P. Clinical Technique: Application of Computed Tomography in Zoological Medicine. **Journal of Exotic Pet Medicine**, Vol 17, n 3. p. 198-209. 2008.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu. 2003.

RENOUS, S.; BROIN, F.L.; DEPECKER, M.; DAVENPORT, J.; BELS, V. Evolution of Locomotion in Aquatic Turtle. *In*: WYNEKEN, J.; GODFREY, M. H.; BELS, V. **Biology of Turtle**. CRC Press: NY. p. 97-138. 2008.

RIBAS, E. R.; MONTEIRO FILHO, E.L.A. Distribuição e habitat das tartarugas de água-doce (testudines, chelidae) do estado do Paraná, Brasil. **Biociências**. Maceió, v.10, n.2, p.15-32. 2002.

RIVERA, S. The Chelonians. *In*: BALLARD, B.; CHEEK, R. **Exotic Animal Medicine for the Veterinary Technican**. 1ª Ed. Ed. Blackwell Puplishing. p. 129-143. 2003.

ROMER, A.S.; PARSONS, T. **Anatomia comparada dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1985.

SOUZA, A.M.; MALVASIO, A.; LIMA, L.A.B. Estudo do Esqueleto em *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron) (Reptilia, Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. 17(4). p. 1041-1063. 2000.

SOUZA, R. A. M. Comparação de Diferentes Protocolos Terapêuticos na Cicatrização de Carapaça de Tigres-
Dissertação de mestrado: UFPR: Curitiba. 2006. 62p.

SZALAI, T. Biomechanische Untersuchungen am Schultergürtel der Testudinaten. Ann. Naturhist. Mus. Wien. 46. p. 157-163. 1932.

VALENTE, A. L. S.; MARCO, I.; ZAMORA, M.; PARGA, M. L. *et al...* Computed tomography of the vertebral column and coelomic structures in the normal loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). **The Veterinary Journal**. 174 , p. 362-370. 2007a.

VALENTE, A. L. S.; MARCO, I.; ZAMORA, M.; PARGA, M. L. *et al...* Radiographic Anatomy of the Limbs of the Juvenile and Subadult Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*). In: VALENTE, A. L. S. **Diagnostic Imaging of the Loggerhead Sea Turtle, *Caretta caretta***. PhD Thesis. Universitat Autònoma de Barcelona. 2007b.

VIEIRA, L.G. Ontogenia dos ossos do esqueleto apendicular da Tartaruga-da-Amazônia *Podocnemis expansa* Schweigger, 1812 (Testudines, Podocnemididae). **Dissertação de Mestrado:** UFU: Uberlândia. 2008. 152p.

WALKER, J.R.; WARREN, F. The Locomotor Apparatus of Testudines. In: Gans, C. Biology of Reptilia. London, Academic Press. 1973. 100p.

WYNEKEN, J. The Anatomy of Sea Turtles. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. Virginia: Miami. 2001.

IX. TRABALHO CIENTÍFICO

Author Guidelines

Content of Author Guidelines: 1. General, 2. Submission of Manuscripts, 3. Ethical Guidelines, 4. Manuscript Types Accepted, 5. Manuscript Format and Structure, 6. After Acceptance.

Relevant Documents: Copyright Transfer Agreement, Colour Work Agreement Form

Useful Websites: Articles published in Anatomia, Histologia, Embryologia, Author Services, Blackwell Publishing's Ethical Guidelines, Guidelines for Figures.

1. GENERAL: Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts, the journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure after a manuscript has been accepted for publication in *Anatomia, Histologia, Embryologia*. Authors are encouraged to visit Wiley-Blackwell Publishing Author Services for further information on the preparation and submission of articles and figures.

2. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS: Hard copy submission is no longer accepted for peer review in AHE: All papers must be submitted electronically to <http://mc.manuscriptcentral.com/ahe>

The use of an online submission and peer review site speeds up the decision-making process, enables immediate distribution and allows authors to track the status of their own manuscripts. If assistance is needed (or if for some reason online submission is not possible), the Editorial Office can be contacted and will readily provide any help users need to upload their manuscripts.

Editorial Office: Iduna Haus E-mail: iduna-haus@ethz.ch

2.1. Online Submission To submit a manuscript, please follow the instructions below.

Getting Started

1. Launch your web browser (Internet Explorer 6 or higher, Netscape 7 or higher, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4 or higher) and go to the journal's ScholarOne Manuscripts homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/ahe>).

2. Log-in or click the "Create Account" option if you are a first-time user of Manuscript Central.

3. If you are creating a new account.

- After clicking on "Create Account", enter your name and e-mail information and click "Next". Your e-mail information is very important.

- Enter your institution and address information as appropriate, and then click "Next."

- Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click "Finish".

4. If you have an account, but have forgotten your log in details, go to Password Help on the journals online submission system (<http://mc.manuscriptcentral.com/ahe>) and enter your e-mail address. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.

5. Log-in and select "Author Center."

Submitting Your Manuscript

5. After you have logged in, click the "Submit a Manuscript" link in the menu bar.

6. Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.

7. Click the "Next" button on each screen to save your work and advance to the next screen.

8. You are required to upload your files.

- Click on the "Browse" button and locate the file on your computer.
- Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
- When you have selected all files you wish to upload, click the "Upload Files" button.

9. Review your submission (in PDF format) before sending to the Journal. Click the "Submit" button when you are finished reviewing.

You may suspend a submission at any phase before clicking the "Submit" button and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation e-mail. You can also access Manuscript Central any time to check the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rft) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to a PDF document on upload and will be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including title page, abstract, text, references, tables, and figure legends, but *no* embedded figures. Figure tags should be included in the file. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below.

Please note that any manuscripts uploaded as Word 2007 (.docx) will be automatically rejected. Please save any .docx file as .doc before uploading.

Revised manuscripts must be uploaded within 2 months of authors being notified of conditional acceptance pending satisfactory revision.

Upon acceptance, the corresponding author must sign and return the Copyright Transfer Agreement (see section **3.6 Copyright** below) to: Roy Somali Production Editor Journal Content Management Wiley-Blackwell Wiley Services Singapore Pte Ltd 600 North Bridge Road, #05-01 Parkview Square Singapore 188778 Fax: +65 62956202 E-mail: soroy@wiley.com

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley InterScience, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: <https://wileyonlinelibrary.com/onlineopen>

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

3. ETHICAL GUIDELINES

Anatomia, Histologia, Embryologia adheres to the ethical guidelines below for publication and research.

3.1. Authorship and Acknowledgements

Authorship: Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript has been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal. ALL named authors must have made an active contribution to the conception and design and/or analysis and interpretation of the data and/or the drafting of the paper and ALL must have critically reviewed its content and have approved the final version submitted for publication. Participation solely in the acquisition of funding or the collection of data does not justify authorship and, except in the case of complex large-scale or multi-centre research, the number of authors should not exceed six.

Anatomia, Histologia, Embryologia adheres to the definition of authorship set up by The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE authorship criteria should be based on 1) substantial contributions to conception and design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3.

It is a requirement that all authors have been accredited as appropriate upon submission of the manuscript. Contributors who do not qualify as authors should be mentioned under Acknowledgements.

Acknowledgements: Under Acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study and any potential conflict of interests if appropriate. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included.

3.2. Ethical Approvals

Experimental Subjects: In experiments where animals were used, authors are requested to give full details about the animals (source, breeding, pathogen-free, conventional conditions, etc.) and their maintenance (standard diet, environment, etc.). When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.

All studies using animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee

approval for each study, if applicable. Editors reserve the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

3.3 Conflict of Interest and Source of Funding

Conflict of Interest: Authors are required to disclose any possible conflict of interest.

These include financial (for example patent, ownership, stock ownership, consultancies, speaker's fee). Author's conflict of interest (or information specifying the absence of conflicts of interest) will be published under a separate heading entitled 'Conflict of interest'.

Anatomia, Histologia, Embryologia requires that sources of institutional, private and corporate financial support for the work within the manuscript must be fully acknowledged, and any potential conflicts of interest noted. As of 1st March 2007, this information will be a requirement for all manuscripts submitted to the Journal and will be published in a highlighted box on the title page of the article. Please include this information under the separate headings of 'Source of Funding' and 'Conflict of Interest' at the end of your manuscript.

If the author does not include a conflict of interest statement in the manuscript then the following statement will be included by default: "No conflicts of interest have been declared".

Source of Funding: Authors are required to specify the source of funding for their research when submitting a paper. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included. The information will be disclosed in the published article.

3.4 Appeal of Decision

The decision on a paper is final and cannot be appealed.

3.5 Permissions

If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

3.6 Copyright

Authors submitting a paper do so on the understanding that the work and its essential substance have not been published before and is not being considered for publication elsewhere. The submission of the manuscript by the authors means that the authors automatically agree to sign a Copyright Transfer Agreement form when the manuscript is accepted for publication. The work shall not be published elsewhere in any language without the written consent of the publisher. The articles published in this journal are protected by copyright, which covers translation rights and the exclusive right to reproduce and distribute all of the articles printed in the journal. No material published in the journal may be stored on microfilm or videocassettes, in electronic databases and the like, or reproduced photographically without the prior written permission of the publisher.

Correspondence to the journal is accepted on the understanding that the contributing author licences the publisher to publish the letter as part of the journal or separately from it, in the exercise of any subsidiary rights relating to the journal and its contents. Upon acceptance of a paper, authors are required to sign the Copyright Transfer Agreement form. Papers will not be passed to the publisher for production unless a signed form has been received. A completed Copyright Transfer Agreement form must be sent to the production office and can be downloaded [here](#).

Please return the form to: Roy Somali Production Editor Journal Content Management Wiley-Blackwell Wiley Services Singapore Pte Ltd 600 North Bridge Road, #05-01 Parkview Square Singapore 188778 Fax: +65 62956202 E-mail: soroy@wiley.com

For questions concerning copyright, please visit [Wiley-Blackwell Publishing's Copyright FAQ](#).

4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED

Original Articles: Original papers should not exceed 30 DIN A4 typewritten pages including figures, tables and references. Summaries of original papers should not exceed 1200 characters.

Short Communications: Short communications should not exceed 5 DIN A4 typewritten pages including figures, tables and references. Summaries of short communications should not exceed 600 characters. Short communications may be given priority for publication.

Reviews: Due to their nature, reviews are not limited in length per se, however editors reserve the right to have them shortened for brevity during review.

5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

5.1. Format

Language: The language of publication is English. Authors for whom English is a second language must have their manuscript professionally edited by an English speaking person before submission to make sure the English is of high quality. It is preferred that manuscripts are professionally edited. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Abbreviations, Symbols and Nomenclature: All measurement specifications must follow the S.I. system. Solution concentrations are to be given in mol/l. All other concentrations are to be given in % (volume or weight). Abbreviations of biological, chemical or other terms should only be employed when it is certain they are internationally known. The full name must be stated in brackets when an abbreviation is used for the first time in a paper.

Scientific Names: All biological, chemical, medical or other names are to be given according to the most recent international nomenclature. In the case of substances or reagents obtained commercially, the name and address of the manufacturer or supplier (as a footnote) should be given the first time the product is mentioned. Products with a trademark should be marked with ©. Names of bacteria should be in accordance with the latest edition of Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (The Williams and Wilkins Co., Baltimore). Viruses should be classified and named as recommended by the International Committee on the Nomenclature of Viruses.

Font: Names of micro-organisms and zoological or botanical names should be given in italics.

5.2. Structure

All manuscripts submitted to *Anatomia*, *Histologia*, *Embryologia* should include: Summary, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, and References.

Title Page: The following information should be given on page one of the manuscript: the name of the institution where the work was carried out, the title of the manuscript, the name(s) of the author(s), the address(es) of the author(s), the e-mail address of the corresponding author, and the number of figures and tables accompanying the manuscript.

Summary: Summaries of original articles should not exceed 1200 characters, and those of short communications should not exceed 600 characters.

Optimizing Your Summary for Search Engines

Many students and researchers looking for information online will use search engines such as Google, Yahoo or similar. By optimizing your article for search engines, you will increase the chance of someone finding it. This in turn will make it more likely to be viewed and/or cited in another work. We have compiled these guidelines to enable you to maximize the web-friendliness of the most public part of your article.

5.3. References

Each original paper should have a list of references which should be restricted to a minimum. The references should be listed alphabetically according to the name of the first author.

Every reference should be structured as follows: author or author's surname and initials of the given name; year of publication (without brackets); title of paper; name of the journal; volume number (bold); page numbers, e.g.: Gothe, R., Y. Gold and A. Kraiss, 1986: On the subspecific validity of *Rhipicephalus evertsi mimeticus* DÖnitz, 1910. J. Vet. Med. B 33, 47-59.

Books or separate publications should be quoted as follows:

Boch, J. and R. Supperer, 1977: Veterinary Medical Parasitology. Paul Parey Scientific Publishers, Berlin.

Reference to the quoted literature in the text should be given by putting the name(s) of the author(s) in brackets, with the year of publication, e.g.: (Thein and Härtl, 1986).

The editor and publisher recommend that citation of online published papers and other material should be done via a DOI (digital object identifier), which all reputable online published material should have - see www.doi.org/ for more information. If an author cites anything which does not have a DOI they run the risk of the cited material not being traceable.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

www.endnote.com/support/enstyles.asp

Reference Manager reference styles can be searched for here:

www.refman.com/support/rmstyles.asp

5.4. Tables, Figures and Figure Legends

The number and size of illustrations and tables should be kept to the minimum necessary.

Tables: Tables should be created using the table function.

Figures: Please note that figures will generally be reduced to fit within the column-width or the print area. This means that numbering and lettering must still be readable when reduced (e.g. maps) and that the scale might not correspond with the original (microscopic pictures), thereby invalidating references to scale in the text. These figures should include a bar the size of which is defined in the caption of the photograph concerned. If a figure is to be

cropped, please mark the lines on a photocopy or tracing paper. Printouts should be made with a laserprinter at the highest resolution (> 600 dpi). If artwork is to be scanned, line drawings should only be contour drawings without halftones (shades of grey). Please do not use patterns; rough hatching is possible.

Graphs with an x and y axis should not be enclosed in frames; only 2-dimensional representations. Do not forget the labels and units.

Preparation of Electronic Figures for Publication

Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (line art) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only) should have a resolution of at least 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings) in relation to the reproduction size (see below). Please submit the data for figures in black and white or submit a Colour Work Agreement Form (see Colour Charges below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible). For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: line art: >600 dpi; halftones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley-Blackwell's guidelines for figures: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

Check your electronic artwork before submitting it: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>

Permissions: If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publisher.

Colour Charges: It is the policy of the *Anatomia*, *Histologia*, *Embryologia* for authors to pay the full cost for the reproduction of their colour artwork. However, in the event that an author is not able to cover the costs of reproducing colour figures in colour in the printed version of the journal, *Anatomia*, *Histologia*, *Embryologia* offers authors the opportunity to reproduce colour figures in colour for free in the online version of the article (but they will still appear in black and white in the print version). Questions concerning colour figures should be directed to the Editorial Office, Iduna Haus (iduna-haus@ethz.ch). If an author wishes to take advantage of this free colour-on-the-web service, they should liaise with the Editorial Office (iduna-haus@ethz.ch) to ensure that the appropriate documentation is completed for the Publisher. Therefore, please note that if there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley-Blackwell Publishing require you to complete and return a colour work agreement form before your paper can be published. This form can be downloaded as a PDF* from the Internet. The web address for the form is: http://www.blackwellpublishing.com/pdf/SN_Sub2000_F_CoW.pdf. Please return the Colour Work Agreement Form upon acceptance of your manuscript to the production editor: soroy@wiley.com

Figure Legends: Legends for the figures should give a precise description of the content and should not be repeated within the figure.

Note to NIH Grantees: Pursuant to NIH mandate, Wiley-Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate

6. AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of a paper for publication, the manuscript will be forwarded to the Production Editor who is responsible for the production of the journal.

6.1 Proof Corrections

The corresponding author will receive an e-mail alert containing a link to a website. A working e-mail address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site.

Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following website: www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html.

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs.

Proofs must be returned to the Production Editor within three days of receipt. Excessive changes made by the author in the proofs, excluding typesetting errors, will be charged separately. Other than in exceptional circumstances, all illustrations are retained by the publisher. Please note that the author is responsible for all statements made in their work, including changes made by the copy editor.

6.2 Early View (Publication Prior to Print)

Anatomia, Histologia, Embryologia is covered by Wiley-Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

6.3 Author Services

Online production tracking is available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production

tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

6.4 Author Material Archive Policy

Please note that unless specifically requested, Blackwell Publishing will dispose of all hardcopy or electronic material submitted two months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible.

6.5 Offprints and Extra Copies

Free access to the final PDF offprint or your article will be available via author services only. Please therefore sign up for author services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link, fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields:

offprint.cosprinters.com/cos/bw/main.jsp?SITE_ID=bw&FID=USER_HOME_PG
. If you have queries about offprints please e-mail offprint@cosprinters.com

Last update: July 2010

Anatomia, Histologia, Embryologia

Anatomy tomography description of the appendicular skeleton of
Chelonoidis carbonaria (Spix, 1824).

Anatomy of the appendicular skeleton of
Chelonoidis carbonaria (Spix, 1824).

Association of the 3D reconstruction and conventional radiography for the
description of the appendicular skeleton of
Chelonoidis carbonaria (Spix, 1824).

ZARA BORTOLINI, RICARDO C. LEHMKUHL, LARISSA M. OSEKI, MARCOS
V. TRANQUILIM, NATÁLIA F. SESOKO, CARLOS R. TEIXEIRA, LUIZ C.
VULCANO

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Univ. Estadual Paulista –
Campus Botucatu

School of Veterinary Medicine and Animal Science - UNESP - São Paulo State
University. Botucatu campus

Distrito de Rubião Júnior S/N – Botucatu - SP, Brazil.

Address communications to:

Zara Bortolini

Tel: 55 14 8827-1899

Fax: 55 14 3811 5542

e-mail: zarabortolini@yahoo.com.br; zarabortolini82@hotmail.com

ABSTRACT

The chelonians are among the most popular reptile pets. Currently, the number of these animals in veterinary practice is rising considerably. The main diseases affecting chelonians are related to the musculoskeletal system. In the practitioner routine, the diagnosis of these diseases is limited to the use of survey radiographs and ultrasonography. With the progress of the imaging technology, new techniques such as computed tomography (CT) and magnetic resonance (MRI) have been implemented. The main advantage of these techniques is to avoid superimposition of anatomical structures. There is a gap

objective of this study is to perform anatomic, radiographic and tomographic descriptions of the appendicular skeleton of red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonaria*) of different age, sex, size and body weight, in order to provide information for the veterinary practitioner and zoos for the accurate evaluation of bone lesions affecting this species. The three-dimensional reconstruction of the CT images was done using the VOXAR 3D® program, version 6.3. The differentiation of the anatomical structures distal to radius and ulna in the forelimb and to the tibia and fibula in the hindlimb was not possible through CT, so the description of the distal structures was achieved using survey radiographs and anatomical parts. The main anatomical characteristics differentiating the red-footed tortoise from the rest of the chelonians are the scapula:acromial process and the presence of an ischiatic protuberance.

Index Terms: Anatomy, Reptile, Chelonian, Turtle, Tomography

INTRODUCTION

The turtles belong to the Reptilia class and to the Chelonia order. This class is divided into four orders, Chelonia (all turtles), Crocodylia (crocodilians) Squamata (snakes and lizards) and Rhynchocephalia (tuatara) (Rivera, 2003). The chelonians are found throughout the Earth's surface, with the exception of the Antarctic Continent, occupying specific niches, relating to the environment

and the challenges they encounter. It is estimated that in the 290 species of known Testudines (Chelonia), around 166 are in extinction due to impact of the environmental degradation and to the human influence (Ribas and Monteiro Filho, 2002).

According to a survey conducted by Bérnills (2010), through of the Brazilian Society of Herpetology, there are about 36 species of Testudines In Brazil, distributed in various terrestrial and aquatic ecosystems, being 29 of freshwater, five marine and two terrestrial.

locomotion. However, in tetrapods, the members have acquired a dominant and positive role in the progression (Romer and Parsons, 1985).

According to Rivera (2003), the chelonians are in the group of living reptile more primitive, being that the Testudines order, during the Triassic period, developed a successful way of life and, in contrast to other animals that would have changed very little. The hull is the main factor of success, but it is also the reason for the limited diversity of the group (Souza, 2006; Renous *et al.*, 2008), and responsible for the slowness and peculiarity of limb movements used to maintain balance in heavy animals (Renous *et al.*, 2008).

Several modifications in the structure of the appendicular skeleton of reptiles are justified by the marked adaptation of this species to the environment in which they live, and is considered one of the more morphologically specialized orders among vertebrates (Pough *et al.*, 2003; Hildebrand and Goslow, 2006).

The marine individuals have forelimbs proportionally large in relation to the size of the hull and paddle-shaped. The freshwater species generally have the pelvic and thoracic limbs splayed, possessing distinct fingers with four or five claws. The terrestrial species already present the members in column shaped with indistinct toes (Pough *et al.*, 2003; Hildebran and Goslow, 2006). Most differences are in the proportion of the members, however, there is also variation in the number of bony structures that make up them (Romer and Parsons, 1985).

The bone is subject to numerous pathological changes that prevent the normal function of support and movement. These disorders are targets of

preventive medicine and surgery and, to be better resolved, they need subsidies from basic science (Gupta, 2005), and diagnostic options too.

The clinical routine care of chelonians in veterinary clinics has increased considerably in the last years and is related generally to lesions of the musculoskeletal system, resulting from motor vehicle collisions, falls or several trauma, which we are faced with difficulty in the assessment and accurate descriptions due to the lack of anatomical descriptions of bones and bone structures found in these species.

The majority of fractures in reptiles affects their members and in the chelonians we can observe that are common carapace fractures due to motor vehicle collisions, falls and bites. The falls are usually caused by accidents in artificial badly planned places and they may happen due to behavior deemed normal, but that were not considered during the construction of the buildings (Gould, 2004).

The ultrasonography and radiography imaging are modalities that are part of routine clinical practice, while new techniques such as computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), nuclear scintigraphy and other more advanced features are being used in a smaller degree, due to the lack of anatomical knowledge in the other species (Mackey *et al.*, 2008).

Regarding to a new diagnostic modalities such as MRI, the CT utilization has increased due to the cost and accessibility. The studies with exotic animals, pets or zoo animals have increased, contributing to improve the knowledge of anatomy and physiology of these species. It also benefits the physicians and surgeons as to the definitive diagnosis, prognosis and determination of the best treatment (Mackey *et al.*, 2008).

The diagnosis of bone changes in chelonians is based on radiographic studies, but in the radiographic examination of the appendicular system exists overlapping structures, such as carapace and plastron, which hinder the accurate diagnosis of these changes (Abou-Madi *et al.*, 2004). According to Mackey *et al.* (2008), studies show that the CT showed fractures and injuries that the radiographic examination was not indicated, with rich details such as size, shape and number of fragments, besides demonstrating the internal anatomy without superimposition of adjacent structures.

The objective of this study was to provide anatomical, radiographic and anatomy tomographic descriptions of the appendicular skeleton of red footed tortoise (*Chelonoidis carbonaria*) in young and adult animals of different size, age, sex and weight, providing grants to doctors, surgeons and research centers with reference to the osteological anatomy of these individuals.

MATERIAL AND METHODS

The present study is in accordance with the ethical principles for animal experimentation and was approved by the Ethics Committee on Animal Use - CEUA, School of Veterinary Medicine and Animal Science - FMVZ - UNESP / Botucatu - SP, under Protocol No. 101/2009 and released by authorization system and information on biodiversity (SISBIO) under number 21073-1.

In this study we describe the anatomy of the appendicular skeleton through observations in anatomical pieces, CT and radiography of the appendicular skeleton of individuals in the order of *Testudinata*, *Chelonoidis carbonaria* (red footed tortoise) species. The equipment used to obtain the CT images was a helical CT scanner of third-generation - Brand SHIMADZU, model TCS - 7800 TC1.

The equipment used for radiography was the model Ezy-Rad2, brand Shimadzu. The radiographs were revealed in an automatic processor, brand Macrotec MX-2, and performed only at the distal end of members (from carpal and tarsal bones). In this region, the anatomic study through CT was hampered by the size of the structures, making it impossible to distinguish them.

The research was used in the animals only once, reducing the possibility of harmful effects from ionizing radiation.

There were used six individuals of the *C. carbonaria* species, with different ages, sex and body weight; four of these animals were already located at the Centre of Study, Management and Research in Wildlife (CEMPAS) and two came from the Zoo of Sorocaba. After fasting for 24 hours, were restrained and anesthetized with 10 mg / kg body weight of Propofol intravenously through the venous sinus subcarapacal. As soon it was obtained an adequate muscle relaxation, a catheterization of a jugular vein was performed with a

complementary dose of propofol until it was possible to perform the endotracheal intubation of the animal. During the CT scan, these animals were kept under inhalation anesthesia with Isoflurane for not moving themselves during the examination.

After stabilizing the patient and maintenance of airways and blood, the animal was placed in a buffer of 25 cm and placed on the table of the tomography; this shield made that the members of the turtle stayed suspended and exposed to magnetic resonance imaging (Figure 01), avoiding overlay image, allowing the positioning similar to natural walking (anatomical position).

For each animal were obtained cuts from 01 mm in the axial plane (perpendicular to the long axis of the body), transverse and in coronal plane (front), for three-dimensional reconstruction, following the guidance of Gumpenberger and Henninger (2001), using a 120 kVp protocol and 140-160 mA and induration filter RF2 and window W: 320 L: 35. The reconstruction was performed using the program VOXAR 3D ® version 6.3.

After obtaining the images, they were saved with the extension type *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)* and stored on hard disk, *pen drive* and DVD. In the sequence, was performed an anatomy tomography description of the particularities of appendicular skeleton of red footed tortoise, comparing the anatomical specimens with the conventional radiographs that were used only for the bones from the carpus and tarsus, being the 3D reconstruction not successful. These findings were correlated with already existing descriptions in aquatic turtles, semi-aquatic and marine ecosystems.

RESULTS

Were observed forelimbs in the humerus, radius, ulna, seven to nine carpals, five metacarpals and 10 phalanges. The bones of the proximal carpal bones were described by anatomic and three-dimensional tomographic reconstruction. The description from the carpal bones was made through the osteological anatomy and radiography, as previously described (Figure 02).

The girdle pectoral was presented in a triradiaten form, composed by two bones well defined by a suture in anatomical specimens and observed as a line of relief in the 3D reconstruction. These bones are the scapula with its acromial process and coracoid bone (Figure 03).

The scapula was seen driving up ventro-dorsally, and in the dorsal region was articulating with the first rib bone and the first costal vertebrae. A columnar formatted slightly flattened cranio-caudally was formed. At its distal end is articulated with the coracoid, forming a concave surface with protruding edges, which articulates with the humeral head; this region is called the glenoid fossa. The acromial process has columnar format and is directed latero-medially, forming an angle of 108 ° to 124 ° with the scapula (A) (Figure 04) .

The coracoid bone, as previously mentioned, is articulated with the scapula, forming the glenoid fossa. It was presented distally with their ends extended, rump, cranio-caudally and is latero-medially directed, and its ventral surface was found far from the cravat. Its length 75% of the acromial process (Figure 04, B and C).

The humerus (Figure 05) has a craniocaudal flattened with obvious deviation of the axis bone. It presents a very prominent humeral neck where evidencie the humeral head projected of the major axis. Still in its cranial end is observed two tubercullum, the cranial and caudal, with the highest throughput and projecting beyond the humeral head. The tubercles remain with their respective tubercularis ridges. Between the ridges it is formed a intertubercularis fossa, located on the ventral surface of the humerus. The distal end is lateromedial expanded, where is the trochlea, presenting two obvious condyles, medial and lateral; the first is linked to the radio and the lateral with the articular face of the ulna and the radial fossa is caudally at the distal end.

The radio is presented in a columnar format with its distal end more expanded than the proximal. It is articulated with its proximal end with the condyle medial of the humerus and with the medial joint surface of the ulna, at its distal end articulates with the carpal bones (Figure 06).

The ulna is the largest bone of the forearm, with their ends flattened expanded, but its proximal end is more expanded than the distal, the opposite of the radio. The proximal end of the ulna is called of olecranon; in this region there is an oval articular surface which articulates with the articular surface of

the lateral condyle and medially it articulates with the radio. It articulates at its distal end with the first row of the carpus (Figure 06).

In the wrist was observed seven to nine irregular bones, represented by the intermediate carpal, located between the distal radius and ulna, the carporadial; the central carpus, which in adults can be fused with the radial; the carpoulnar, which can be fused with the carpal V, and the carpal I, II, III, IV and V, being that the I and II may be merged. These mergers were not observed in individuals evaluated separately (Figure 07).

This species has five metacarpal bones, the first and fifth are smaller and the remaining metacarpals do not show anatomical differences characterizing low specificity of digits.

The phalangeal mediolaterally formula is 2:2:2:2:2. The first and second fingers are wider, differently from the others. The distal phalanx is presented in a conical shape with a corneal coating adhered to the bone.

The pelvic girdle, as well as in domestic animals, is composed of three bony elements matched; the ilium, dorsally located and the ischium and pubis, ventrally located (Figure 08).

The ilium showed slight back-caudally tilt in all evaluated individuals. It is presented as a bone of columnar aspect with their ends extended. Dorsally has the costal face of the ilium where it articulates with the 8th rib bone; in this region the face-iliac joint cage is differentiated. At its distal end it joins ventrocranially with the pubis and ventrocaudally with the ischium, forming the acetabulum.

The ischium is the lowest of the bones that forms the pelvis. It is presented craniocaudally flattened. As in the ilio, we observe four faces, two sides, one cranial and one caudal in it. The cranial ischium pubis is separated from the obturator foramen and medially there is the ischial symphysis. It has ventromedially, in the region of the symphysis, a prominent triangular sharp, called ischio-pubic tuberculum (Figure 08, C and D).

The pubis is the most cranial element of the pelvic girdles. This bone is composed of two branches, cranial and caudal. In the cranial branch is a long process, the lateral process of the pubis. In the medial region lies the pubic symphysis, which in its cranial end has the epipubic cartilage not visualized in

the 3D reconstruction. The caudal branch ends with the beginning of the ischium bone.

They are part of the hind limbs, the femur, tibia, fibula, six tarsal bones, four metatarsals and 10 phalanges (Figure 9).

The femur has a slightly greater rotational axis, dorsoventral flattening of the distal bone. At its proximal end is a femoral neck evident, limiting the femoral head, which appears outside the longitudinal axis of the bone. Even at this end there are two trochanters, a larger and a smaller one, being the big one caudally located and more developed and the smaller cranially located. Between the femoral neck and trochanters is the trochanteric fossa. At its distal end is the femoral trochlea, which has a lunate articular surface to articulate with the fibula and an oval face for articulation with the tibia. In the craniolateral region of the end distal there are two condyles, the tibial, cranially located and the fibular condyle caudally located, and in the caudomedial region we can see the supracondylar fossa (Figure 10).

The tibia is cranially located and articulates near to the oval articular surface of the femur and caudally with the fibula. It has a columnar format with its proximal end expanded (Figure 11).

The fibula is caudally located in the tibia and less developed. These two bones are separated by the interosseous space. Its distal end is more expanded than the proximal, opposing to the tibia (Figure 11).

The descriptions of the tarsus, as well as the carpus, were performed using conventional radiographs and anatomical parts.

In the tarsal we found 6 irregular bones, and the proximal row consisted of the central and fibular tarsal, which may be fused. In the distal row are the distal tarsal I, II, III and IV. The distal I and II may be merged and the IV is larger, articulating the fourth and fifth metatarsal (Fig. 12).

In this species are found five metatarsals, each one corresponding to a digit, the II, III and IV metatarsals have similar size and shape. The first and fifth are wider and dorsoventrally flattened, but the fifth metatarsal is latero-caudally located to others.

Its phalangeal formula is 2:2:2:2:1. The distal phalanges are dorsoventrally flattened and have a corneal coating adhered to the bone. The V finger has only one vestigial phalanx.

DISCUSSION / CONCLUSION

Due to the diversity of Testudines, there is a relative lack of anatomical studies describing the representatives of this taxon, which restricts our understanding of the topographic anatomy of this order. Souza *et al.* (2000) describe Romer (1956) and Starck (1979) as important baptizers of the osteological anatomy of these species because they define patterns and variations in different areas of the Reptilia skeleton.

An important feature of the appendicular skeleton of this class is the triradiate pectoral girdle, different of all other tetrapods. In chelonians, is composed of three long structures, the scapula, the acromial process and the coracoid process. The acromion is anchored to the waistline plastron, permitting coordination during locomotion, while the scapula articulates the inner surface of the carapace. In the absence of a clavicle, these two elements are bony connection between the arm and the dorsal and ventral shell (Lee, 1996).

According to Walker (1973) *apud* Santos *et al.* (2000) and Renous *et al.* (2008), the most of the aquatic turtles has an angle of about 65 ° between the scapula and the acromial process; however, in semi-aquatic animals, this angle is approximately of 90 degrees, being also associated to the depth of the shell, that is, as more dorsoventrally flattened smaller will be the angle. Santos *et al.* (2000) confirmed the 90-degree angle in the *Trachemys Dorbignyi* species. And in the *Chelonoidis carbonaria* we found an angle over 90 degrees that, according to the authors, justifies their lack of swimming ability and the great depth of the hull, observed in the terrestrial turtles.

Another difference displayed in the girdle, according to Walker (1973), *apud* in Santos *et al.* (2000) is the relation between the size of the coracoid and the acromion process, that are similar in most of the species, but this relationship was not present in the *Podocnemis expansa*, where the acromial process is short. This characteristic was not observed in this study too (*C. carbonaria*), where we found a relation of 2:1 between the scapula and the acromial process, respectively.

Szalai (1932), mentioned by Santos *et al.* (2000), describes that in animals with good swimming ability, the costal edge of the coracoid is expanded, and this feature is confirmed in *P. expansa* and in marine turtles, but

is not present in *T. dorbignyi*. This feature was also observed in red footed tortoise, although these animals did not have swim skills, demonstrating that this characteristic it is not particular in species with good swimming ability.

The *T. dorbignyi* does not present the expanded coracoid because its nomina anatomy differs from the others, i.e., they consider the scapula as the coracoid, the acromial process as scapula and the coracoid as an acromial process.

With reference to the pelvic limb, the main characteristic present in turtles, also considering the swimming ability, is the relation between the greater and the smallest trochanter of the femur, the first being more developed (Walker, 1973 *apud* Santos *et al.*, 2000). However, in the descriptions *P. expansa*, marine turtles and *T. dorbignyi* there were no reference about this relation. In *C. carbonaria*, we also observed this relation, but the difference in size was very small.

The study considered the anatomy nomina veterinary and was based on some works in the area, as Gaffney (1972). This author also stressed the importance of standardization of the anatomical terms, up to simplify the descriptive works on turtles and the relation of specific nomina reptiles, whose application shows undeniable use in anatomical areas, because some structures or bones are specific in turtles. In this study, for example, we found in the mediocaudal region of the ischial, on each side of the sciatic symphysis, a presence of a prominence, which called ischio-pubic tuberculum, not found in other species, being different from the metaischiatic tuberosity found in the studied turtles. Also the presence of ossification of the carpal bones, especially those more medially located, raised the possibility of being due to a higher pressure in this region, by the mode of locomotion of these individuals.

The use of conventional radiography in the end members was due to the size of the bones found in this region. As they are very small and the CT equipment used do not make cuts smaller than 1mm, there was no differentiation between them. Probably, with newer equipment using multi-slice technology, allowing lower courts, it would be possible to differentiate these structures in 3D reconstruction. We remember that even in our study, where it was used a third-generation equipment, this provided us excellent rich details to

the anatomical description, and therefore we consider it an important tool for imaging procedures to study the appendicular skeleton of turtles.

The anatomical description of *Chelonoidis carbonaria*, which are strictly terrestrial, adds anatomical features that distinguish them from other turtles (aquatic and semi-aquatic) already studied.

ACKNOWLEDGEMENTS:

This study was funded by São Paulo Research Foundation (FAPESP) - R. Pio XI, 1500 São Paulo, São Paulo 05468-901, Brazil. (Case number 2009/10730-0).

REFERENCES (BIBLIOGRAPHY)

- Abou-Madi, N.; Scrivani, P.V.; Kollias, G.V. & Hernandez-Divers, S.M. 2004. Diagnosis of Skeletal Injuries in Chelonians Using Computed Tomography. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. **35 (2)**: 226-231.
- Bérnils R. S. 2010. Lista Brasileira de Répteis. Sociedade Brasileira de Herpetologia SBH. disponível em: http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/checklist_brasil.asp, acessado dia 28/08/2010.
- Gaffney E. S. 1972. An Illustrated Glossary of Turtle Skull Nomenclature. Amer Mus Novit: NY. **n. 2486**.
- Goulart, C.E.S. 2004. Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis. Editora LF livros.
- Gupta, R.K. 2005. Long bone fractures in osteopetrosis: awareness of primary pathology end appropriate pre-operative planning necessary to avoid pitfalls in fixation. *Injury Extra*. v.36, p.37-41.
- Hildebrand M. & Goslow G. E. 2006. Análise da estrutura dos vertebrados. São Paulo: Atheneu.
- Lee, M.S.Y. 1996. The homologies and early evolution of the shoulder girdle in turtles. *Proc. R. Soc. London B*, **263**, **111**.
- Mackey, E.B.; Hernandez-Divers, S.J.; Holland, M. & Frank, P. 2008. Clinical Technique: Application of Computed Tomography in Zoological Medicine. *Journal of Exotic Pet Medicine*, Vol 17, **n 3**. p. 198-209.

- Pough F. H., Janis C. M. & Heiser J. B. 2003. A vida dos vertebrados. São Paulo: Atheneu.
- Renous S., Broin F.L., Depecker M., Davenport J. & Bels V. 2008. Evolution of Locomotion in Aquatic Turtle. In: Wyneken J.; Godfrey M. H. & Bels V. Biology of Turtle. CRC Press: NY. p. 97-138.
- Ribas E. R. & Monteiro Filho E.L.A. 2002. Distribuição e habitat das tartarugas de água-doce (testudines, chelidae) do estado do Paraná, Brasil. Biociências. Maceió, v.10, **n.2**, p.15-32.
- Rivera S. 2003. The Chelonians. In: Ballard B. & Cheek R. Exotic Animal Medicine for the Veterinary Technician. 1ª Ed. Ed. Blackwell Publishing, p. 129-143.
- Romer, A.S. 1956. Osteology of the reptiles. Chicago, Univ. Chicago Press, 772p.
- Romer A.S. & Parsons T. 1985. Anatomia comparada dos vertebrados. São Paulo: Atheneu.
- Souza A.M., Malvasio A. & Lima L.A.B. 2000. Estudo do Esqueleto em *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron) (Reptilia, Testudines, Emydidae). Revista Brasileira de Zoologia. **17**(4): 1041-1063.
- Souza R. A. M. 2006. Comparação de Diferentes Protocolos Terapêuticos na Cicatrização de Carapaça de Tigres- Dissertação de mestrado: UFPR: Curitiba. 62p.
- Starck, D. 1979. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 2 Das Skeletsystem Allgemeines, Skeletsubstanzen, Skelet der Wirbeltiere einschließlic Lokomotionstypen. Berlin, Springer-Verlag, vol. 2, 776p.
- Szalai, T. 1932. Biomechanische Untersuchungen am Schultergürtel der Testudinaten. Ann. Naturhist. Mus. Wien. **46**. p. 157-163.
- Walker, J.R. & Warren, F. 1973 The Locomotor Apparatus of Testudines. In: Gans, C. Biology of Reptilia. London, Academic Press. 100p.

ATTACHMENTS



Figure 01- Image of an adult male specimen of the *Chelonoidis carbonaria* species, showing the positioning performed in all patients of the trial, observe the shield used, which allowed that the members stay long.

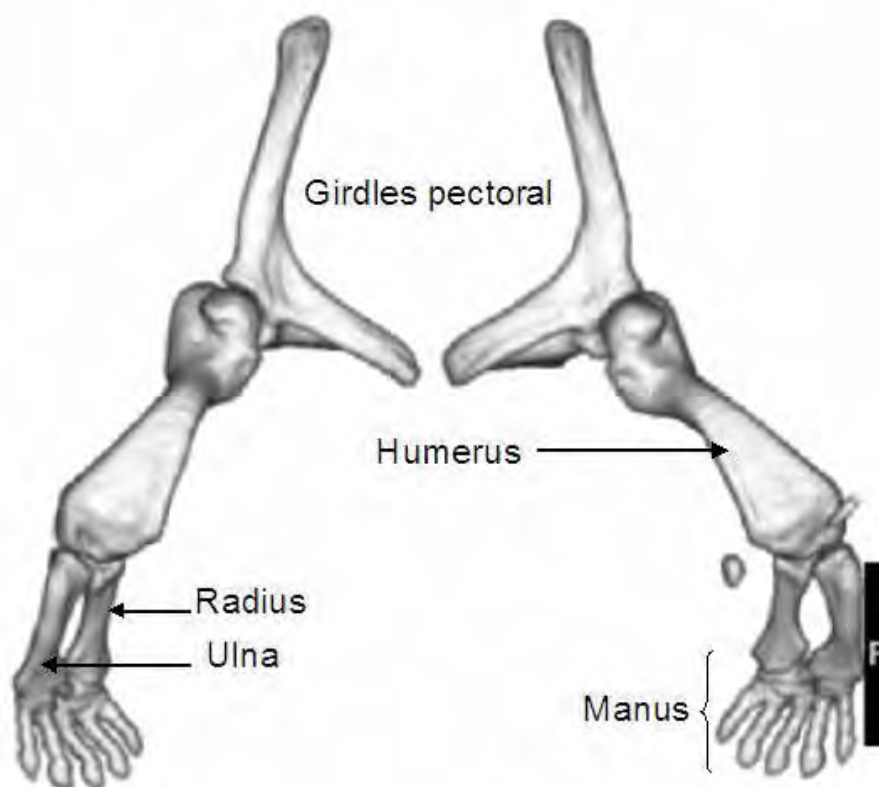


Figure 02 - 3D tomographic reconstruction of the shoulder girdle and forelimb of an adult specimen of *Chelonoidis carbonaria*; you can see in this image the low resolution and fails in the differentiation between the structures of the hands.

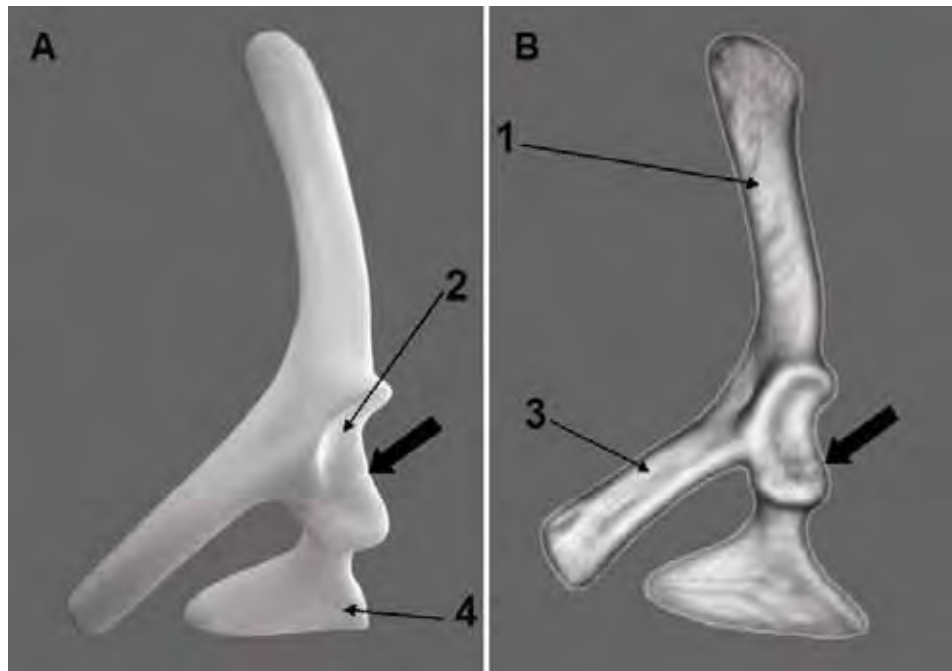


Figure 03 - Images showing the main structures found in the shoulder girdle. Note the union between the scapula and coracoid in the anatomical piece in Figure A, and in a 3D reconstruction in Figure B (Arrows). 1- Scapula; 2- Glenoid fossa; 3- Acromion process; 4- Coracoid.

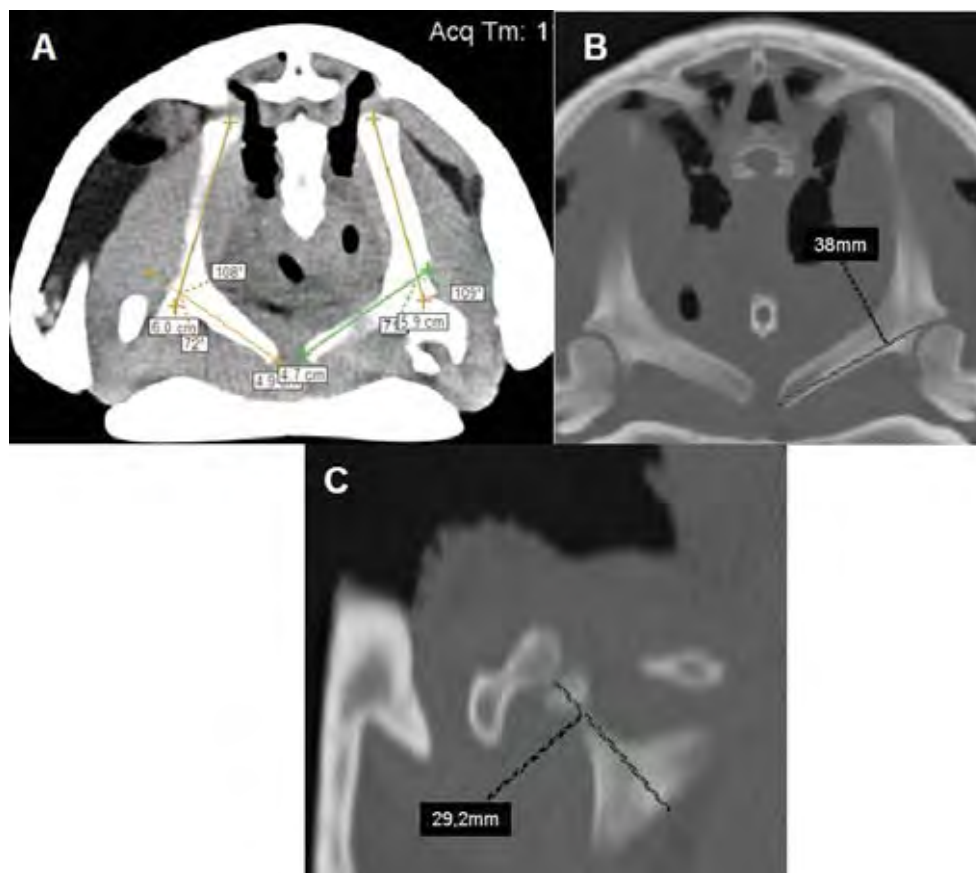


Figure 04 - In cross-sectional tomographic images we can see in Figure A the measurement of the angle between the scapula and the acromial process, and in B the measurement of the acromion process and in C a multiple plane reconstruction (MPR) visualizing the coracoid process of the *C. carbonaria* species.

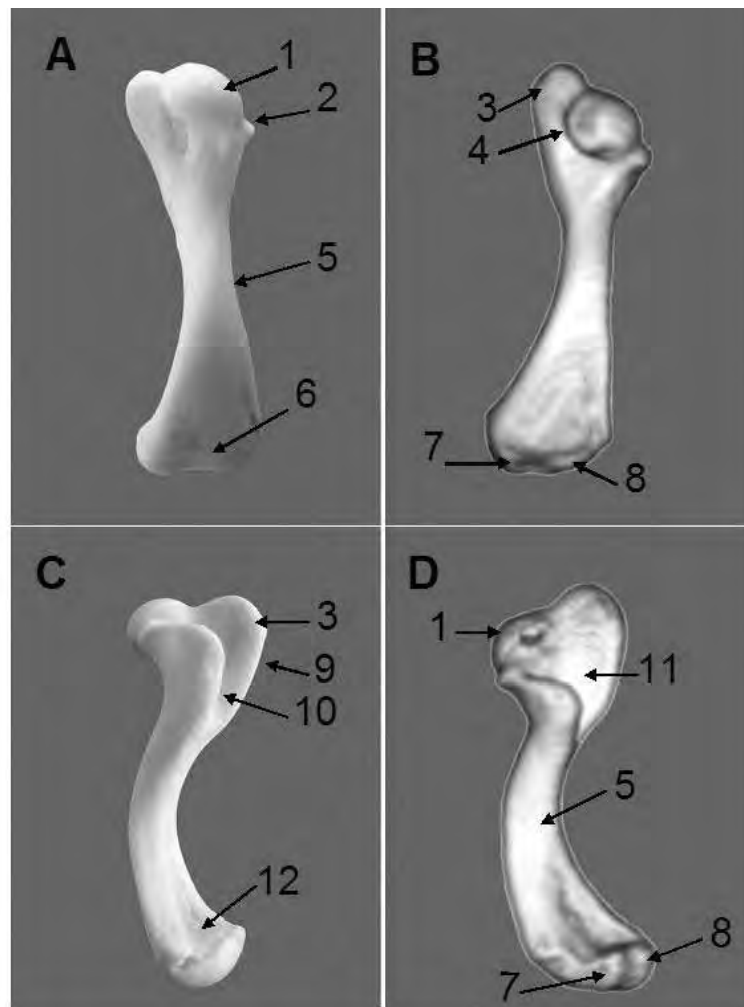


Figure 05 - Figures A and B in craniomedial view of the humerus and Figure C and D in caudomedial view of the humerus. The figures on the right (A and C) are of anatomical parts and on the left (B and D) of 3D reconstructions, both showing accidents and bone structures. 1- Head; 2- cranial tuberculum; 3- caudal tuberculum; 4- collum; 5- corpus; 6- trochlea; 7- lateral condyle; 8- medial condyle; 9- caudal crista tuberculum; 10- cranial crista tuberculum; 11- intertubercularis fossa; 12- radial fossa.

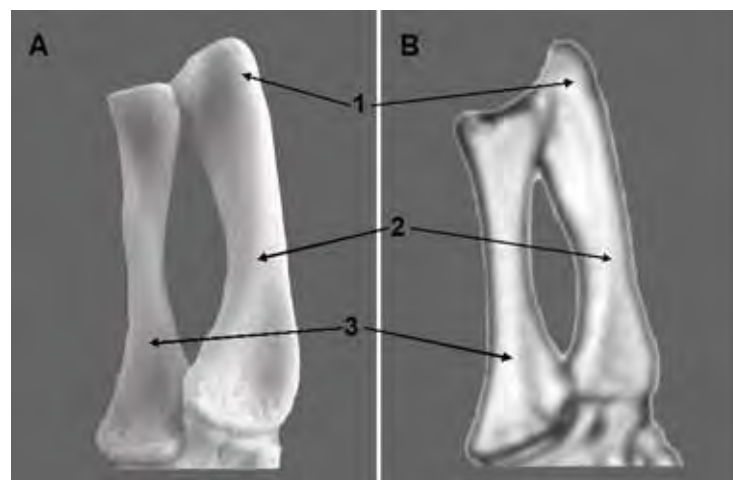


Figure 06 - Image in an anatomical piece (A) and by reconstruction in 3D(B) of the radio and ulna in a specimen of *C. carbonaria*. 1- olecranon; 2- ulna; 3- radius.

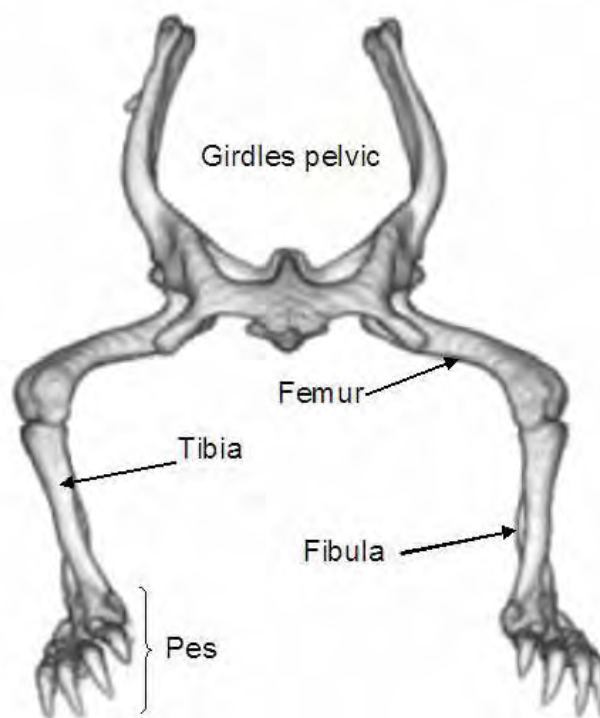


Figure 09 - 3D Reconstruction of the pelvic limb including pelvic girdle; it is possible to view this image at low resolution and fails in the differentiation between the structures of the feet.

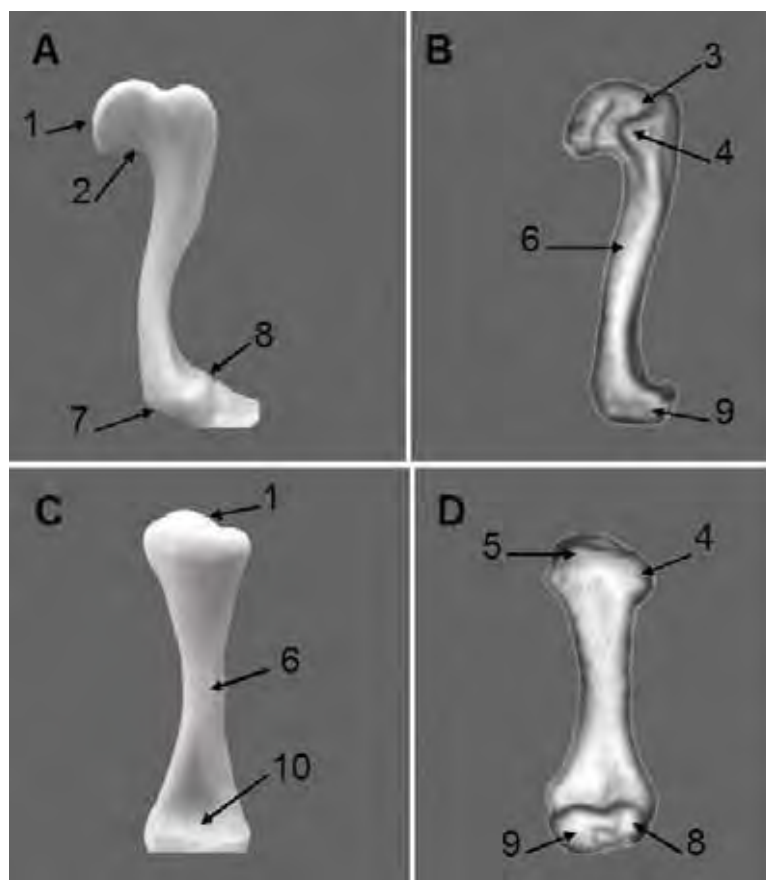


Figure 10 - Mediocranial vision of the right femur (A and B) and caudomedial of the left femur (C and D), showing the main bone structures. 1- head; 2- collum; 3- trochanterica fossa; 4- minor trochanter; 5- major trochanter; 6- corpus; 7- trochlea; 8- fibular condyle; 9- tibial condyle; 10- supracondyle fossa.

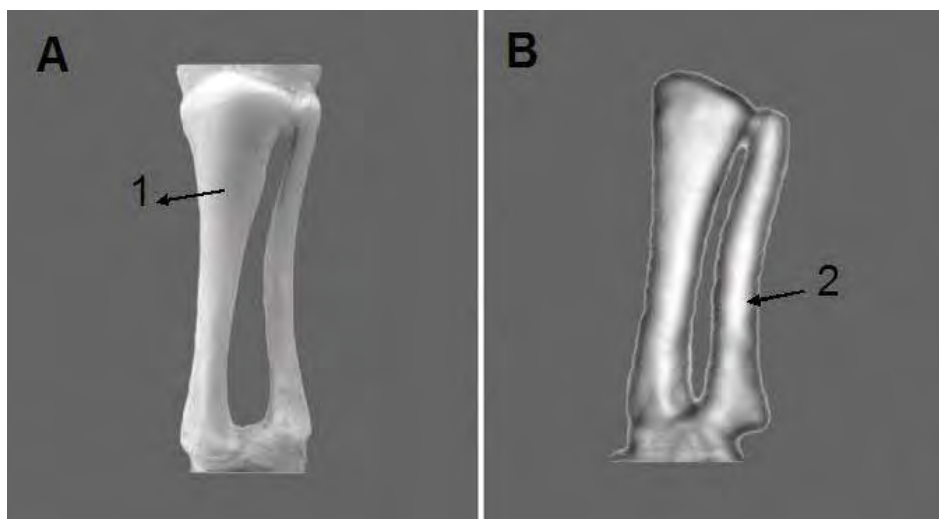


Figure 11- Images on anatomical piece (A) and three-dimensional reconstruction (B) of the tibia and left fibula of copies of *C. carbonaria*. 1- radius; 2- ulna.

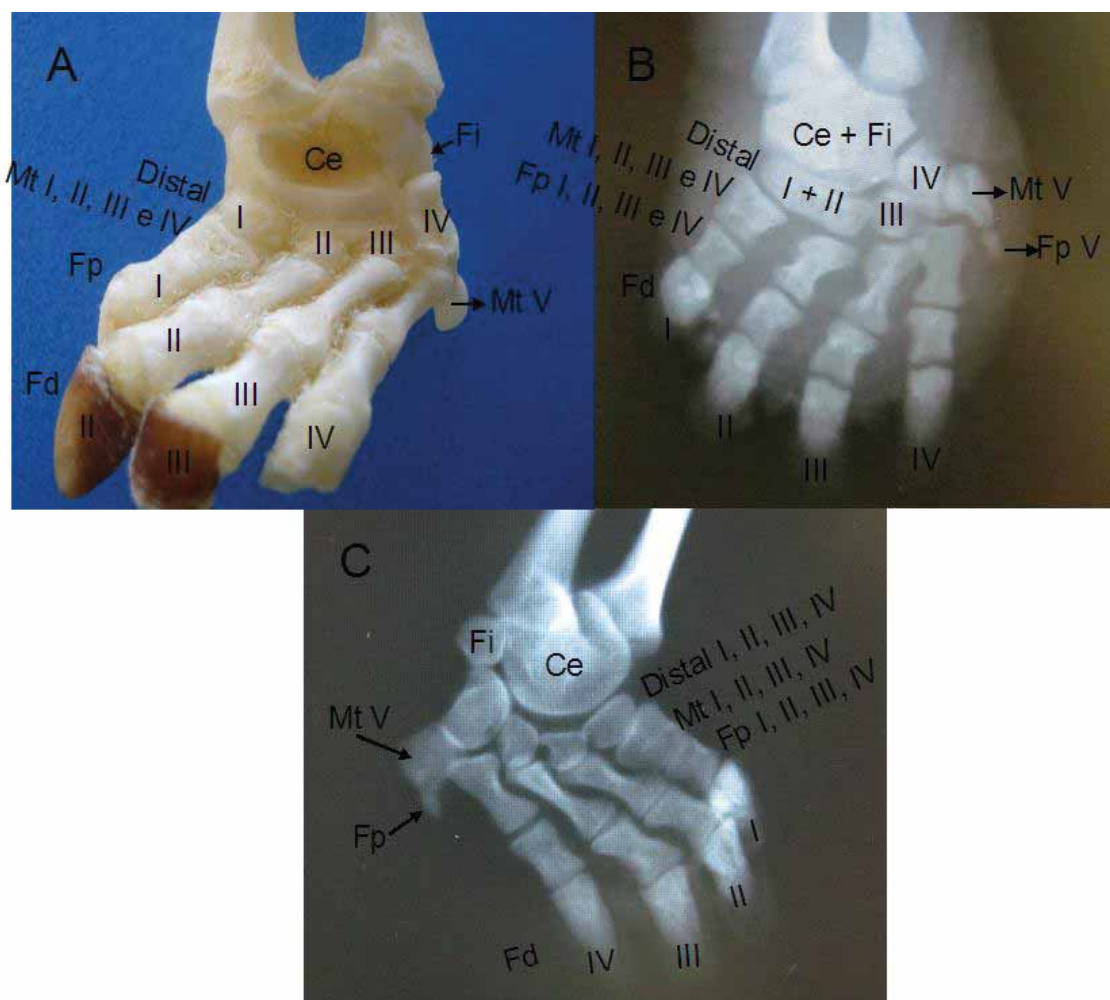


Figure 12 - Figures (A) and (C), in an anatomical piece and in a simple radiography, respectively, of individuals containing the separated tarsal bones. In (B), we can see on radiographs an exemplary union between some of these bones; (Fi) is the fibular tarsal; (Ce) the central tarsal; Distal (I, II, III, IV) the distal tarsal I, distal tarsal II, distal tarsal III and distal tarsal IV, respectively; Matthew (I, II, III, IV) the metatarsal I, metatarsal II, and III metatarsal metatarsal IV, respectively; Mt (V), metatarsal V; Fp (I, II, III, IV) the proximal phalanx I, proximal phalanx II, proximal phalanx III and proximal phalanx IV, respectively; Fp (V) proximal phalanx V; Fd (I, II, III, IV), the distal phalanx I, distal phalanx II, distal phalanx III and distal phalanx IV.