

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DAS ESTRUTURAS OSTEOARTICULARES DO
ESQUELETO AXIAL DO TATU-GALINHA (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758)
POR MEIO DA RADIOGRAFIA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

LIDIANE DA SILVA ALVES

Botucatu - SP

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DAS ESTRUTURAS OSTEOARTICULARES DO
ESQUELETO AXIAL DO TATU-GALINHA (*Dasyus novemcinctus* Linnaeus, 1758)
POR MEIO DA RADIOGRAFIA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

LIDIANE DA SILVA ALVES

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal, Área de concentração Diagnóstico por Imagem, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

Botucatu - SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Alves, Lidiane da Silva.

Descrição anatômica das estruturas osteoarticulares do esqueleto axial do tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758) por meio da radiografia e tomografia computadorizada / Lidiane da Silva Alves. - Botucatu, 2016

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Luiz Carlos Vulcano

Coorientador: Sheila Canevese Rahal

Coorientador: André Luis Filadelpho

Capes: 50501038

1. Xenartros. 2. Tatu. 3. Animais silvestres. 4. Crânio - Anatomia. 5. Coluna vertebral - Anatomia. 6. Tomografia. 7. Radiografia veterinária.

Palavras-chave: Anatomia; Animais selvagens; Coluna vertebral; Crânio; Xenarthra.

Autora: Lidiane da Silva Alves

Título: Descrição anatômica das estruturas osteoarticulares do esqueleto axial do tatu-galinha (*Dasyus novemcinctus* Linnaeus, 1758) por meio da radiografia e tomografia computadorizada

COMISSÃO EXAMINADORA

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

Prof^ª. Dr^ª. Sheila Canevese Rahal
Membro
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. André Luis Filadelpho
Membro
Departamento de Anatomia
IBB – UNESP – Botucatu

Data da defesa: 01 de fevereiro de 2016

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, à minha mãe e
ao meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Pedro e Iodenir, que, com muito esforço e dedicação, me proporcionaram a profissão que almejei desde os meus 6 anos de idade e que sempre me apoiaram nas minhas decisões e, graças à eles, estou finalizando mais uma etapa da minha formação. Agradeço também ao meu irmão, Danilo, pelo seu companheirismo e sua torcida pelo meu sucesso e à minha tia, Ioneide, que me apoiou e me ajudou quando mais precisei durante essa jornada.

Ao meu orientador, Luiz Carlos Vulcano, pela oportunidade de realizar o mestrado mesmo nesse momento próximo ao seu encerramento das atividades educacionais. Agradeço a disponibilidade, confiança e orientação, assim como a continuação deste aprendizado com o doutorado.

Às professoras do Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Vânia Maria de Vasconcelos Machado e Maria Jaqueline Mamprim, pelos ensinamentos durante a residência médica e incentivo no mestrado.

Ao meu amigo, André Nanny Le Sueur Vieira, por, além de compartilhar a graduação em nossa cidade natal, dividir a moradia comigo na cidade dos bons ares e ter se tornado um grande amigo, companheiro e confidente. Agradeço essa amizade que já dura há anos.

Às residentes Maria Cristina Castiglioni, Camila Sarkis, Barbara Verotti, Jeana Pereira, Talita Eising e Patrícia Rosa pela amizade e risadas no setor de Diagnóstico por Imagem. Me sinto lisonjeada por colaborar com seus aprendizados durante a residência médica.

Ao meu eterno R2, Murilo Charlier, e à minha "R5", Viviam Babicsak, pela amizade e pelas viagens juntos que fizemos (Tailândia, 2015) e que ainda faremos. Aos demais amigos (residentes, ex-residentes, pós-graduandos e funcionários) que conquistei durante minha permanência na FMVZ-UNESP Botucatu.

Ao tecnólogo, Heraldo Catalan Rosa, pelos ensinamentos de Tomografia Computadorizada para que eu pudesse executar meu projeto do mestrado, além das noções básicas em Ressonância Magnética durante a minha residência médica.

Ao professor André Luis Filadelpho, IBB - UNESP, Botucatu, pelo auxílio na confecção do modelo ósseo e à contribuição dos conhecimentos anatômicos. E à anestesista, Mônica Midon, pelos serviços anestésicos nos animais do projeto e pela parceria durante nosso período de residência médica.

À Patrícia Sanmarco Rosa, do Instituto Lauro de Sousa Lima (Bauru-SP), e ao diretor do Zoológico Municipal de Bauru, Luiz Antonio da Silva Pires, pela ajuda na obtenção dos animais vivos e carcaças, respectivamente.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida proporcionando, assim, a realização deste estudo e a minha permanência e exclusividade no programa de pós-graduação.

"Não dê ouvidos à multidão, ela manda pular."

David Bowie

FIGURAS

- Figura 1. Atual distribuição de tatus-galinhas (*Dasypus novemcinctus*) na América do Sul (A) e nas Américas Central e do Norte (B). *N*: norte; *S*: sul; *W*: oeste (fonte: adaptado de Aguiar e Fonseca, 2008). 6
- Figura 2. Representação diagramática da morfologia das facetas intervertebrais xenartras típicas na vértebra torácica caudal ou lombar em (A) vista cranial e em (B) vista caudal. *pa*=processo acessório; *cv*=corpo vertebral; *fx*=faceta xenartra; *fzl*=faceta zigapofisária lateral; *fzm*=faceta zigapofisária medial; *pm*=processo mamilar; *pe*=processo espinhoso (fonte: traduzido e adaptado de Gaudin, 1999). 9
- Figura 3. Ilustração do crânio do *Dasypus novemcinctus* em (A) vista dorsal, (B) vista ventral e (C) vista lateral (fonte: McBee e Baker, 1982). 10
- Figura 4. Vértebras lombares à nível de L3 e L4 do *Dasypus novemcinctus*. (A) vista lateral, sendo a face cranial à esquerda e caudal à direita; (B) vista cranial acima e caudal abaixo; (C) vista cranial oblíqua. Note que em (A) e (B) as superfícies articulares xenartras estão destacadas em preto. *faa*=faceta articular acessória cranial; *paCa*=processo articular cranial; *paCr*=processo articular caudal; *pe*=processo espinhoso; *pm*=processo mamilar; *pt*=processo transverso; *px*=processo xenartra (fonte: traduzido de Gaudin e Biewener, 1992). 12
- Figura 5. Ilustração do esterno e das costelas do tatu-canastra (*Priodontes maximus*) demonstrando o primeiro par de costelas (1) largo e robusto. *mb*=manúbrio; *xf*=xifoide (fonte: Flower, 1885). 12
- Figura 6. Modelo ósseo anatômico do crânio de (A) *Myrmecophaga tridactyla*, (B) *Tamandua tetradactyla* e (C) *Cyclopes didactylus* demonstrando a diversidade da morfologia nas espécies de tamanduás (fonte: adaptado de McDonald, Vizcaíno e Bargo, 2008). 13

Figura 7. (A) Modelo ósseo anatômico da região pré sacral em vista lateral esquerda e (B) reconstrução tomográfica 3D em plano transversal à nível da segunda vértebra lombar (2) de um *Myrmecophaga tridactyla*. O processo articular normal é mostrado (seta pequena) juntamente com os processos xenartros dorsal (seta média) e ventral (seta maior) bem desenvolvidos. *M*=processo mamilar (fonte: Endo *et al.*, 2007). 14

Figura 8. Esquema representativo do crânio de *Choloepus* em (A) vista lateral com a mandíbula separada e (B) vista ventral sem a mandíbula. Nota-se o crânio curto e arredondado, o arco zigomático incompleto e os dentes mais rostrais tipo caniniformes (fonte: adaptado de Gaudin, 2004). 16

Figura 9. Modelo ósseo anatômico completo do (A) *Bradypus* e (B) *Choloepus* demonstrando a longa extensão da coluna vertebral e diversas costelas, sendo em maior número em *Choloepus* (fonte: adaptado de Buchholtz e Stepien, 2009). 17

Figura 10. Modelo ósseo anatômico do *Bradypus variegatus* demonstrando o complexo articular intervertebral de T15 a L1 em vista lateral, sendo a face caudal à esquerda e a face cranial à direita. *fzm*=articulação zigapofisária medial; *fzl*=articulação zigapofisária lateral; *paCa*=processo articular acessório caudal; *paCr*=processo articular acessório cranial; *pm*=processo mamilar; *pt*=processo transversal (fonte: traduzido de Gaudin, 1999). 17

ABREVIACÕES

3D - tridimensional

°C - Graus Celsius

bpm - Batidas por minuto

C1-7 - Vértebras cervicais de um a sete

Ca1-27 - Vértebras caudais livres de um a 27

cm - centímetro

DICOM - *Digital Imaging and Communications in Medicine* (comunicações de imagens digitais na medicina)

DP - Desvio padrão

IC 95% - Intervalo de confiança de 95%

IM - Intramuscular

Kg - Kilograma

kVp - Kilovoltagem *peak* (pico de quilovoltagem)

L1-6 - Vértebras lombares de um à seis

mA - Miliampére

mAs - Miliampére por segundo

mg - miligrama

mpm - Movimento por minuto

MPR - *Multiplanar reconstruction* (reconstrução multiplanar)

PACS - *Picture Archiving and Communication System* (sistema de comunicação e arquivamento de imagem)

S1-9 - Vértebras do sinsacro de um a nove

T1-11 - Vértebras torácicas de um a 11

TC - Tomografia computadorizada

WL - *Window level* (nível da janela)

WW - *Window width* (largura da janela)

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 Ecologia do tatu-galinha.....	6
2.2 Anatomia do esqueleto axial dos Xenarthra.....	8
2.2.1 Subordem Cingulata.....	9
2.2.2 Subordem Vermilingua.....	13
2.2.3 Subordem Folivora (Tardigrada).....	15
2.3 Radiodiagnóstico nos Xenarthra.....	18
2.3.1 Radiografia.....	18
2.3.2 Tomografia computadorizada.....	19
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
CAPÍTULO 2: TRABALHO CIENTÍFICO.....	4
Resumo.....	34
Introdução.....	34
Materiais e métodos.....	36
Resultados.....	38
Discussão.....	44
Referências.....	50
ANEXOS.....	56

ALVES, L. S. Descrição anatômica das estruturas osteoarticulares do esqueleto axial do tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758) por meio da radiografia e tomografia computadorizada. Botucatu, 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", *Campus* de Botucatu.

RESUMO

O tatu-galinha é um dos animais mais populosos da ordem Xenarthra com distribuição do sul dos Estados Unidos até a América do Sul. São animais frequentemente caçados e, em muitos casos, são vítimas de atropelamentos rodoviários. Existem diversos estudos descritivos sobre a fisiologia, a genética e o comportamento, porém a anatomia óssea e articular destes animais ainda é restrita. Este estudo tem por objetivo, descrever a anatomia das estruturas osteoarticulares do esqueleto axial em 20 tatus-galinhas, vivos e carcaças, por meio da radiografia digital e da tomografia computadorizada propiciando informações mais detalhadas da anatomia esquelética desta espécie. Os resultados obtidos são descritivos e detalhados de cada estrutura; sendo observado processos complementares xenartros nas vértebras torácicas caudais até a última vértebra lombar, com proeminentes processos mamilares no segmento toracolombar, vértebras cervicais fusionadas da segunda à quarta vértebras e a presença de sinsacro correspondendo as vértebras sacrais e caudais fusionadas à pelve. A fórmula vertebral obtida nessa amostra de espécimes foi de sete cervicais, dez torácicas, cinco lombares, nove vértebras representando o sinsacro e de 20 a 27 vértebras caudais livres. São animais homodontes apresentando somente dentes molariformes com oito em cada lado do ramo mandibular/maxilar, totalizando 32 dentes. Tais características peculiares do tatu-galinha em relação à coluna vertebral e à dentição foram acreditadas a adaptações de hábitos de escavar e de rolar, e de sua alimentação onívora, respectivamente.

Palavras-chave: Xenarthra, animais selvagens, anatomia, coluna vertebral, crânio

ALVES, L. S. Osteoarticular anatomy description of the axial skeleton of the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758) by radiography and computed tomography. Botucatu, 2015. 62 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", *Campus* de Botucatu.

ABSTRACT

Nine-banded armadillo is the most populous of the Xenarthra order with its distribution from southern United States to the South America. The main causes of death for the nine-banded armadillo are hunting and being run over by vehicles. There are several descriptive studies with its physiology, genetic and behavior, but about osseous and joint anatomy of these animals still limited. The aim of this study is to describe the osteoarticular structures anatomy of the axial skeleton in 20 nine-banded armadillos *in vivo* and carcasses by means of digital radiography and computed tomography providing more detailed information of the skeletal anatomy of this species. Results are descriptive and detailed for each structure, observing xenarthrous complementary processes in the caudal thoracic vertebra to the last lumbar vertebra, with prominent mamillary processes in the thoracolumbar segment, fused cervical vertebra from the second to fourth vertebra, and the presence of synsacrum related to sacral and caudal vertebra fused to the pelvis. Vertebral formula obtained in this sample specimens was 7 cervical, 10 thoracic, 5 lumbar, 9 vertebrae related to the synsacrum, and 20-27 free caudal vertebrae. They are homodont animals presenting only molariform teeth with formula of 8/8, totaling 32 teeth. Such peculiar features of the nine-banded armadillo regarding to the vertebral column and teeth were wondering to be habits adaptations to digging and rolling, and the omnivorous diet, respectively.

Key words: Xenarthra, wild animals, anatomy, spine, skull

Capítulo 1:
Considerações Gerais

1. INTRODUÇÃO

O tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), ou tatu de nove bandas, pertence à classe Mammalia, ordem Xenarthra, subordem Cingulata, superfamília Dasypodoidea e família Dasypodidae (NOWAK, 1999). Essa família possui o grupo de animais mais populosos da ordem Xenarthra (GARDNER, 2005) com um total de oito gêneros existentes e 21 espécies (DELSUC; DOUZERY, 2008). Durante quase dois séculos, o nome específico do tatu-galinha mudou constantemente, tendo como principais gêneros *Dasypus* e *Tatusia*. Apesar das várias mudanças, a taxonomia atual se mantém a que Linnaeus propôs inicialmente em 1758 (HAMLETT, 1939; TALMAGE; BUCHANAN, 1954).

O que tornam os Xenarthra únicos são os processos articulares complementares denominados xenartros, presentes nas vértebras toracolombares (FLOWER, 1885; NOWARK, 1999). Esses processos estão localizados lateralmente às vértebras, entre os processos mamilares exuberantes e os pequenos processos transversos, auxiliando na articulação intervertebral (GAUDIN, 1999). Acredita-se que, nos tatus, os processos xenartros surgiram como forma de adaptação pelo atrito entre os processos transversos, articulares e acessórios durante o comportamento de rolamento (WINGE, 1941). Outra teoria defende que as vértebras xenartros podem representar uma adaptação para esses animais escavarem (GAUDIN; BIEWENER, 1992), permitindo que o peso do corpo seja suportado pelos membros pélvicos, liberando, assim, os membros torácicos para a escavação (FRECHKOP, 1949).

O atendimento clínico-cirúrgico de animais selvagens tem aumentado na rotina de zoológicos e de hospitais veterinários especializados e, assim como nos animais domésticos, tem se utilizado frequentemente as modalidades de diagnóstico por imagem para a obtenção de um melhor tratamento (FARROW, 2009). Os tatus, particularmente o tatu-galinha com sua ampla distribuição, têm sido apresentados à esses grandes centros de animais selvagens com lesões decorrentes de fraturas por atropelamentos rodoviários ou ataques por cães, como resultado do crescimento da urbanização e desmatamento (MEDRI *et al.*, 2006), ou por caça ilegal, pois sua carne é branca e macia (EISENBERG; REDFORD, 1999). Apesar disso, a espécie *D. novemcinctus* ainda não sofre ameaça de extinção devido à sua ampla distribuição (AGUIAR; FONSECA, 2008).

Diante da diversidade dos dasipodídeos, há uma relativa carência de estudos anatômicos descritivos dos representantes desta família, o que restringe o conhecimento sobre a anatomia topográfica destes animais. Assim sendo, o presente estudo anatômico tem por mérito oferecer à literatura dados com relação a padrões, características e variações anatômicas do esqueleto axial do tatu-galinha para comparação com diferentes espécies pertencentes à ordem Xenarthra já estudadas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ecologia do tatu-galinha

O tatu-galinha faz parte dos Xenarthra do Novo Mundo (VAUGHAN *et al.*, 2011) e acredita-se que foram originados na América do Sul e que todas as espécies existentes foram encontradas dentro de regiões específicas da América Latina (VIZCAÍNO; LOUGHRY, 2008). Essa espécie possui a maior distribuição geográfica dentre todos os Xenarthra. Ocorre desde o sul dos Estados Unidos (AGUIAR; DA FONSECA, 2008), sendo o único da ordem presente no país (FELDHAMER *et al.*, 1999; NOWAK, 1999), até a região noroeste da Argentina e do Uruguai (Figura 1) (NOWAK, 1999; AGUIAR; DA FONSECA, 2008). Os biomas brasileiros de ocorrência dessa espécie são a Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Campos Sulinos (MEDRI *et al.*, 2006) e Caatinga (EISENBERG; REDFORD, 1999; MEDRI *et al.*, 2006).

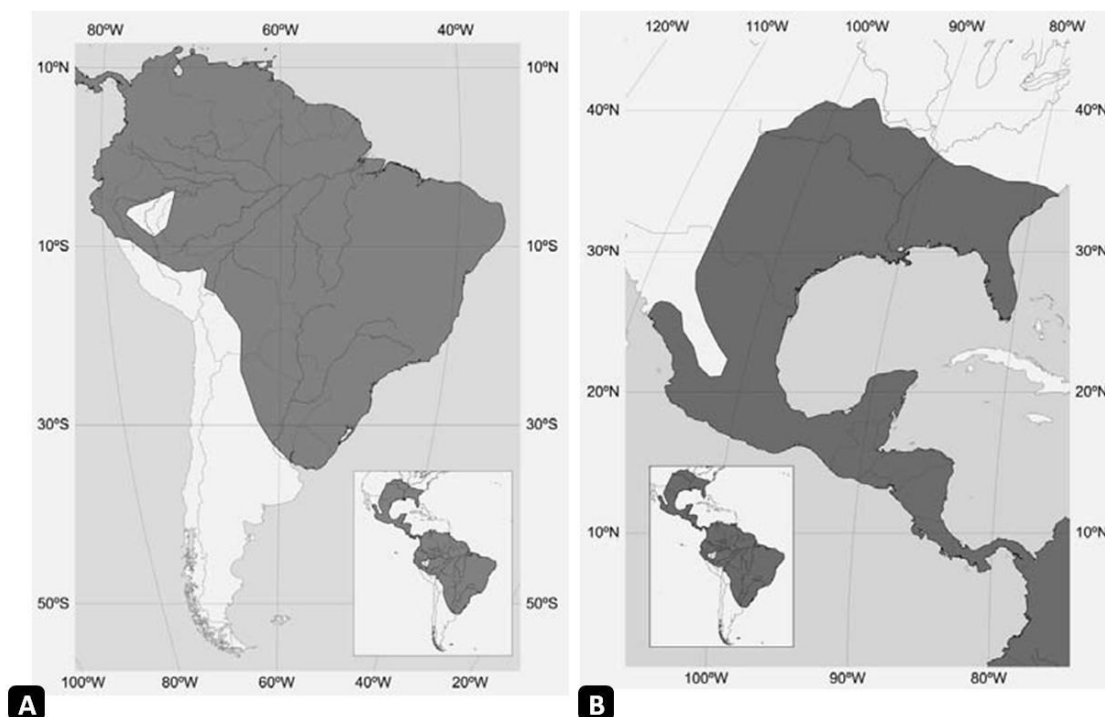


Figura 1. Atual distribuição de tatus-galinhas (*Dasyus novemcinctus*) na América do Sul (A) e nas Américas Central e do Norte (B). *N*: norte; *S*: sul; *W*: oeste (fonte: adaptado de Aguiar e Fonseca, 2008).

Os tatus, na sua grande maioria, possuem placas dérmicas ossificadas que recobrem a cabeça, o dorso, as laterais e a cauda (MCBEE; BARKER, 1982; EISENBERG; REDFORD, 1999; FELDHAMER *et al.*, 1999, NOWAK, 1999). A carapaça é dividida em três regiões principais: um escudo escapular que recobre os ombros, um escudo pélvico recobrindo a pelve, e na região média está presente uma série de cintas móveis (MCBEE; BARKER, 1982, NOWAK, 1999). Essas cintas estão conectadas pela flexibilidade da pele que, no tatu-galinha, são em número nove, podendo variar ao longo de sua distribuição geográfica (EISENBERG; REDFORD, 1999; FELDHAMER *et al.*, 1999), sendo nas regiões norte e sul de sua distribuição habitual, apresentando oito cintas, e na região central, representada pelo norte da América do Sul, apresentando nove cintas (NOWAK, 1999).

O tatu-galinha é a segunda maior espécie do gênero (EISENBERG; REDFORD, 1999), com a cabeça e o corpo medindo de 24,0 cm a 57,3 cm de comprimento, a cauda de 12,5 cm a 48,3 cm de comprimento (NOWAK, 1999), e pode apresentar o comprimento total de 64,5 cm. O peso corpóreo varia de 2,0 a 6,5 kg (GALLIARI; CARLINI; SÁNCHEZ-VILLAGRA, 2010), sendo de 3,0 a 6,0 kg para as fêmeas e de 5,5 a 7,7 kg para os machos (MCBEE; BARKER, 1982).

O pelo é de cor amarelo pálido, sendo quase falho nas regiões dorsais, e no restante do corpo é marrom malhado e branco amarelado. O corpo dos tatus, em geral, são alongados e achatados; o focinho é pontudo (NOWARK, 1999), macio e rosado; as orelhas são grandes, de cor acinzentada a preta, e cobertas com pele dura; e os olhos são pequenos (MCBEE; BARKER, 1982).

A espécie *D. novemcinctus* consome grande quantidade de moscas e de outros invertebrados, como os centípedes, miriápodes, aranhas e vermes (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008), podendo incluir pequenos vertebrados e algumas plantas (EISENBERG; REDFORD, 1999). Acredita-se que a ingestão acidental de terra e areia pode ajudar na digestão, fornecer minerais necessários ou que a terra pode conter grande número de pequenos insetos, como o *Collembola* sp., que pode ser usado como fonte de alimentação (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008).

Os tatus possuem variadas características morfológicas que estão associadas à estratégia de alimentação (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008). Como são animais escavadores, têm os membros curtos e espessos que oferecem grande força para escavar o solo para encontrar alimentos (MCBEE; BARKER, 1982; MCDONOUGH;

LOUGHRY, 2008). Além disso, possuem garras que lhes permitem escavar em solo compactado ou rasgar carne putrefata. A maioria dos tatus tem a língua alongada e com superfície pegajosa que permitem recolher pequenas presas. O tatu-galinha tem atividade quitinase que ocorre no tecido gástrico para ajudar a digerir os exoesqueletos de insetos (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008).

Esses animais são de hábitos noturnos, porém, frequentemente são vistos se alimentando durante o dia (NOWAK, 1999). São relativamente solitários, de vida longa (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008), com relatos de sobrevivência em cativeiro de aproximadamente 22 anos (NOWAK, 1999), e podem habitar a mesma área por longo período de tempo (MCDONOUGH; LOUGHRY, 2008).

2.2 Anatomia do esqueleto axial dos Xenarthra

Apesar de suas morfologias distintas, os tatus, tamanduás e bichos-preguiças foram agrupados na mesma filogenia por compartilharem uma característica diferente dos demais mamíferos, que são as articulações intervertebrais atípicas (ENGELMANN, 1985; GAUDIN, 1999). Devido a essa característica, a ordem, que anteriormente era denominada de Edentata (desdentados), passou a se chamar Xenarthra (*xenos* = estranho e *arthros* = articulação, em grego) (DELSUC; DOUZERY, 2008).

Vários autores descrevem essas articulações intervertebrais atípicas, ou processos xenartros, de forma diferente. Gaudin e Biewener (1992) descreveram as articulações xenartros como articulações intervertebrais complementares. Posteriormente, Gaudin (1999) descreveu detalhadamente três tipos de articulações intervertebrais: um medial à base do processo mamilar, representando a articulação zigapofisária medial, e dois laterais à base do processo mamilar, representando as articulações zigapofisária lateral e xenartra, que estão presentes em todas as vértebras pós diafragmáticas (Figura 2). Recentemente, Endo et al. (2009) descreveram como processo xenartro dorsal e processo xenartro ventral, que correspondem as articulações xenartra e zigapofisária lateral, respectivamente, e como processo articular normal correspondendo a articulação zigapofisária medial. Desse modo, a faceta intervertebral acessória cranial, que está localizada ventralmente ao processo mamilar, recebe os processos xenartros dorsal e ventral da vértebra anterior.

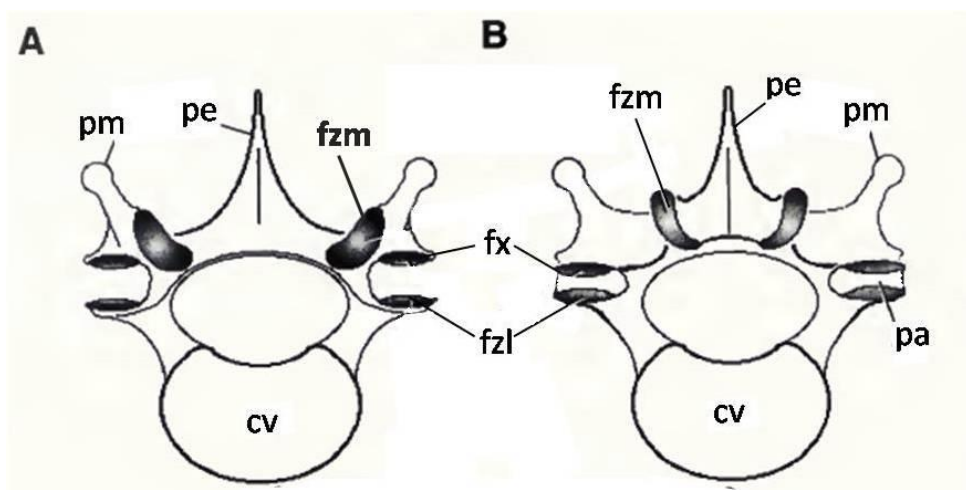


Figura 2. Representação diagramática da morfologia das facetas intervertebrais xenartras típicas na vértebra torácica caudal ou lombar em (A) vista cranial e em (B) vista caudal. *pa*=processo acessório; *cv*=corpo vertebral; *fx*=faceta xenartra; *fzl*=faceta zigapofisária lateral; *fzm*=faceta zigapofisária medial; *pm*=processo mamilar; *pe*=processo espinhoso (fonte: traduzido e adaptado de Gaudin, 1999).

2.2.1 Subordem Cingulata

Cerca de 21 espécies e oito gêneros de tatus pertencem à subordem Cingulata, sendo a família Dasypodidae, a mais populosa, dividida em cinco tribos: Dasypodini (*Dasypus* spp.), Euphractini (*Chaetophractus* spp., *Euphractus* spp., *Zaedyus* spp.), Tolypeutini (*Tolypeutes* spp.), Priodontini (*Priodontes* spp., *Cabassous* spp.) e Chlamyphorini (*Chlamyphorus* spp.) (DELSUC; DOUZERY, 2008).

O crânio do *Dasypus* é largo e deprimido com a face triangular (Figura 3) (FLOWER, 1885). Os côndilos occipitais são retangulares (GAUDIN; WIBLE, 2006) localizando-se posteriormente ao forame condiloide (GAUDIN, 2004) e seu processo paraoccipital é amplo (GAUDIN, 1995). A bula timpânica é completamente ossificada e anquilosada com o resto do crânio e o arco zigomático é completo. O aparelho hioide é ossificado com a região cranial apresentando três ossos, sendo o osso tiroide anquilosada com o basioide (FLOWER, 1885).

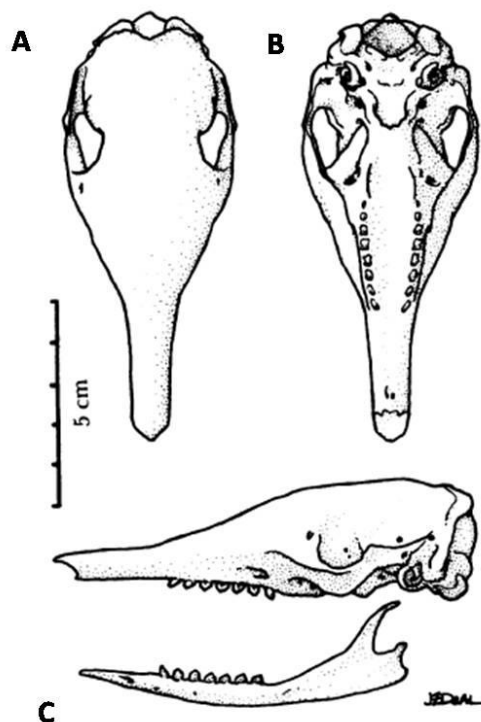


Figura 3. Ilustração do crânio do *Dasypus novemcinctus* em (A) vista dorsal, (B) vista ventral e (C) vista lateral (fonte: McBee e Baker, 1982).

Os tatus são animais homodontes apresentando somente um tipo de dentição que são os dentes molariformes (MCDONALD, 2003). Apesar de não possuírem dentes caninos e incisivos (MCBEE; BAKER, 1982), os tatus apresentam forames incisivos dentro da pré-maxila (WIBLE; GAUDIN, 2004). Nos *Dasypus*, os dentes são curtos e apresentam apenas uma raiz, sendo geralmente 16 dentes maxilares e 16 dentes mandibulares com ausência dos dentes decíduos e do esmalte dentário na vida adulta (TALMAGE; BUCHANAN, 1954; VAUGHAN *et al.*, 2011).

Na coluna cervical, os tatus possuem fusão do axis à uma ou mais vértebras (ENGELMANN, 1985), com o atlas sempre livre. Geralmente ocorre a fusão da segunda e terceira vértebras cervicais ou da segunda à quarta, como nos *Dasypus*, e em algumas espécies até a quinta vértebra cervical (FLOWER, 1885).

Segundo Gaudin (1999), as vértebras toracolombares podem variar de número nos tatus, sendo de 13 a 16 vértebras. A contagem de vértebras torácicas varia de 13 em *Priodontes* sp. à nove em *Dasypus hybridus*. O número de vértebras lombares varia de dois em *Priodontes* sp., podendo ser três, porém essa terceira pode estar fusionada com

o sacro, até cinco em *D. novemcinctus* e em alguns *D. hybridus* (FLOWER, 1885; GAUDIN; BIEWENER, 1992).

As vértebras torácicas caudais iniciam-se a partir da vértebra diafragmática que, geralmente, ocorre na sexta vértebra torácica. Os processos mamilares, ou metapófises, estão presentes desde a sétima vértebra torácica e segue até a primeira vértebra sacral (GAUDIN, 1999) aumentando de tamanho progressivamente (FLOWER, 1885). Os processos articulares, ou zigapófises, localizam-se na face medial do processo mamilar. Os processos espinhosos das vértebras torácicas craniais são mais extensos dorsalmente que as vértebras torácicas caudais (GAUDIN, 1999).

A articulação xenartra mais cranial pode ocorrer entre a vértebra diafragmática e a vértebra precedente ou a vértebra seguinte. Nos tatus existem um segundo tipo de articulação xenartra nas vértebras lombares que localiza-se entre a superfície ventral do processo acessório, ou anapófise, e a superfície dorsal do processo transversal da vértebra seguinte (Figura 4) (GAUDIN, 1999). As vértebras sacrais são fusionadas com a pelve e geralmente são nove vértebras no *D. novemcinctus*. A maioria dos tatus possuem os processos hemais no formato em "V" ventralmente as vértebras caudais (FLOWER, 1885).

Segundo Flower (1885), o esterno dos dasipodídeos apresenta um manúbrio largo e robusto, com seis esternébras largas que são ossificadas com as costelas esternais (Figura 5). O xifoide se expande caudalmente até a cartilagem xifoide, a qual é alongada. As costelas são largas e achatadas, sendo a primeira costela esternal muito curta e incorporada com a costela vertebral. As demais costelas esternais são ossificadas e articuladas por junções sinoviais com o esterno e com as costelas vertebrais.

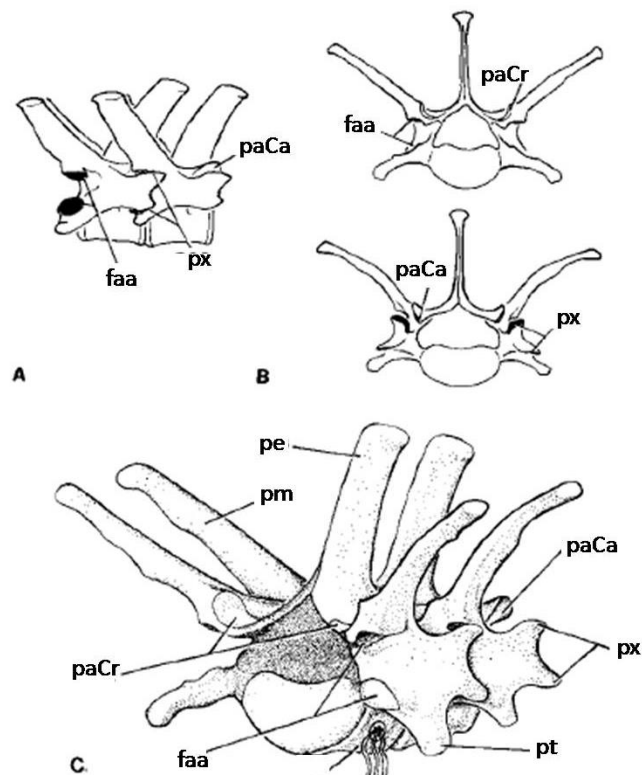


Figura 4. Vértex lombares à nível de L3 e L4 do *Dasyurus novemcinctus*. (A) vista lateral, sendo a face cranial à esquerda e caudal à direita; (B) vista cranial acima e caudal abaixo; (C) vista cranial oblíqua. Note que em (A) e (B) as superfícies articulares xenartras estão destacadas em preto. *faa*=*faceta articular acessória cranial*; *paCa*=*processo articular cranial*; *paCr*=*processo articular caudal*; *pe*=*processo espinhoso*; *pm*=*processo mamilar*; *pt*=*processo transverso*; *px*=*processo xenartro* (fonte: traduzido de Gaudin e Biewener, 1992).

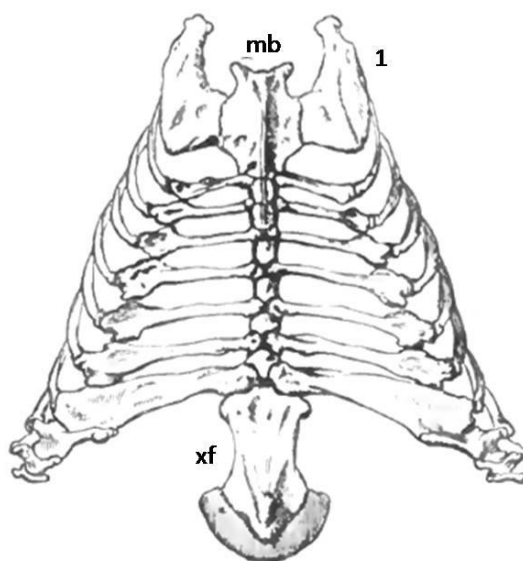


Figura 5. Ilustração do esterno e das costelas do tatu-canastra (*Prionodontes maximus*) demonstrando o primeiro par de costelas (1) largo e robusto. *mb*=*manúbrio*; *xf*=*xifoide* (fonte: Flower, 1885).

2.2.2 Subordem Vermilingua

Dentro dessa subordem, estão os tamanduás, sendo os de maiores tamanhos pertencentes ao gênero *Myrmecophaga* e os de menores tamanhos ao gênero *Tamandua*. Existem também os tamanduás pigmeus, que são os *Cyclopes*, porém são considerados morfologicamente diferente aos outros (ENGELMANN, 1985; DELSUC; DOUZERY, 2008).

Os tamanduás possuem um crânio tubular e alongado (ROSE *et al.*, 2005), com os ossos parietais estreitos, os frontais alongados e os occipitais planos (Figura 6) (FLOWER, 1885). São animais desprovidos de dentes (FLOWER, 1885; ENGELMANN, 1985) com a mandíbula alongada e delgada (FLOWER, 1885) e a sínfise mandibular separada (NAPLES, 1999; ENDO *et al.*, 2007). O palato duro estende-se posteriormente à cavidade timpânica (GAUDIN; MCDONALD, 2008). As bulas timpânicas são ossificadas (ENGELMANN, 1985) e os ossos entotimpânicos são reduzidos (GAUDIN, 1995). O arco zigomático é incompleto (FLOWER, 1885; ENGELMANN, 1985; ENDO *et al.*, 2007) com ausência da região ventrolateral da órbita (WIBLE; GAUDIN, 2004; ENDO *et al.*, 2007). A região cranial do aparelho hioide é bem alongada e delgada, e o osso tiroide se une ao basioide estreito (FLOWER, 1885) formando uma estrutura no formato em "V" (BOGOEVICH, 2011).

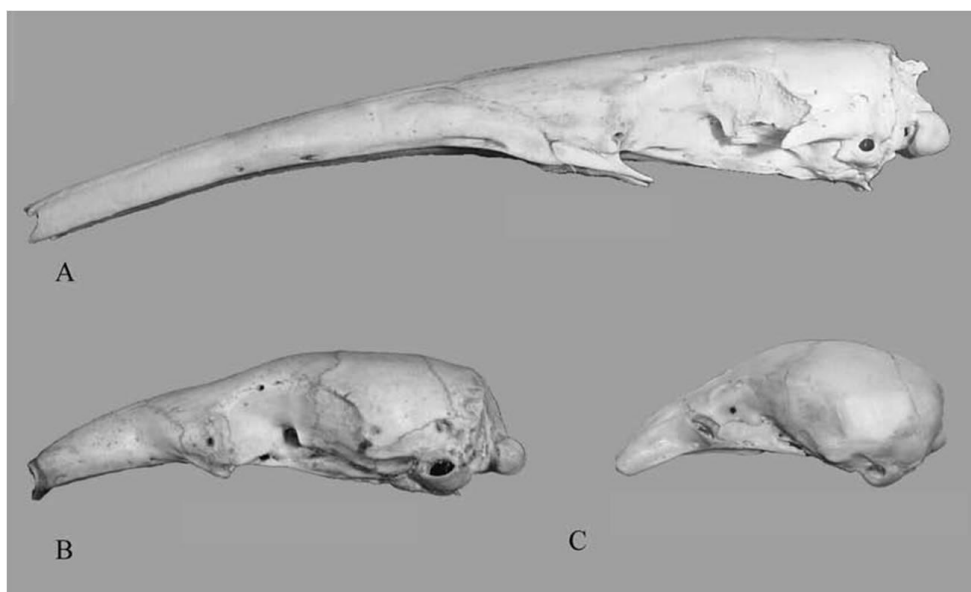


Figura 6. Modelo ósseo anatômico do crânio de (A) *Myrmecophaga tridactyla*, (B) *Tamandua tetradactyla* e (C) *Cyclopes didactylus* demonstrando a diversidade da morfologia nas espécies de tamanduás (fonte: adaptado de McDonald, Vizcaíno e Bargo, 2008).

Em geral, os tamanduás possuem sete vértebras cervicais (BOGOEVICH, 2011) e, diferente dos tatus, não são fusionadas (FLOWER, 1885). O número de vértebras toracolombares varia entre as espécies. Nos *Tamandua* varia de 17 a 18 vértebras torácicas e duas lombares (GAUDIN, 1999) e nos *Myrmecophaga* esse número varia de 15 a 16 vértebras torácicas e três (GAUDIN, 1999; BOGOEVICH, 2011) ou duas lombares (GAUDIN, 1999). Os tamanduás do gênero *Cyclopes* possuem 16 vértebras torácicas e duas lombares (FLOWER, 1885).

A articulação xenartra nos tamanduás geralmente ocorre entre a vértebra diafragmática e a pré diafragmática (GAUDIN, 1999), sendo no *M. tridactyla* nas cinco vértebras torácicas caudais e nas três lombares. O processo xenartro dorsal se articula com a face ventral do processo mamilar e o processo xenartro ventral com a face dorsal do processo transverso (Figura 7). O processo articular cranial conecta-se com o processo articular caudal da vértebra seguinte na região dorsal do corpo vertebral (ENDO *et al.*, 2007).



Figura 7. (A) Modelo ósseo anatômico da região pré sacral em vista lateral esquerda e (B) reconstrução tomográfica 3D em plano transversal à nível da segunda vértebra lombar (2) de um *Myrmecophaga tridactyla*. O processo articular normal é mostrado (seta pequena) juntamente com os processos xenartros dorsal (seta média) e ventral (seta maior) bem desenvolvidos. M=processo mamilar (fonte: Endo *et al.*, 2007).

Segundo McDonald *et al.* (2008), os tamanduás do gênero *Myrmecophaga* possuem quatro vértebras sacrais, com as três primeiras vértebras articulando com o ílio e a quarta com o ísquio, assim como a primeira vértebra caudal. Contudo, Bogoevich (2011) observou cinco vértebras sacrais na espécie *M. tridactyla*. Nos *Tamandua*, são três vértebras sacrais, com as duas primeiras articulando com o ílio e a terceira sem

contato com a pelve, enquanto a primeira vértebra caudal articula com o ísquio para formar o sinsacro. O número de vértebras sacrais nos *Cyclopes* é quatro, com as três primeiras articulando com o ílio, porém a quarta vértebra não tem contato com a pelve, e a primeira vértebra caudal articula-se com o ísquio (MCDONALD *et al.*, 2008). As vértebras caudais apresentam processos hemais por quase toda a cauda em formato de "V" (BOGOEVICH, 2011).

Nos *Myrmecophaga*, o esterno apresenta um manúbrio largo, achatado e oval, e o processo xifoide é alongado e simples. O mesoesterno apresenta, geralmente, oito esternébras curtas e largas (FLOWER, 1885). Os tamanduás possuem as costelas expandidas craniocaudalmente (JENKINS, 1970), sendo as costelas esternais apresentando articulação dupla com o esterno (FLOWER, 1885).

2.2.3 Subordem Folivora (Tardigrada)

Os bichos-preguiças são os animais que compõem essa subordem, sendo o gênero *Bradypus* conhecido como bicho-preguiça de três dedos e *Choloepus* conhecido como bicho-preguiça de dois dedos (DELSUC; DOUZERY, 2008).

Os *Bradypus* possuem um crânio achatado com a face extremamente curta e a região frontal ampla (FLOWER, 1885) e os *Choloepus* possuem um crânio discretamente largo e mais arredondado (Figura 8). Assim como nos tamanduás, os bichos-preguiças possuem o arco zigomático incompleto (BRITTON, 1941; ENGELMANN, 1985) e a pré maxila é quase ausente (BRITTON, 1941). Esses animais possuem cinco dentes maxilares e quatro dentes mandibulares (BRITTON, 1941; ROSE *et al.*, 2005), que não apresentam esmalte dentário, e são desprovidos de dentes caninos e incisivos e de dentes de leite (BRITTON, 1941). Os estiloídeos são largos, achatados e curvados e o basioide é pequeno e anquilosado com a cartilagem tiroide, sendo que nos *Bradypus* formam um osso no formato de "Y" e nos *Choloepus* no formato de "U" (FLOWER, 1885).

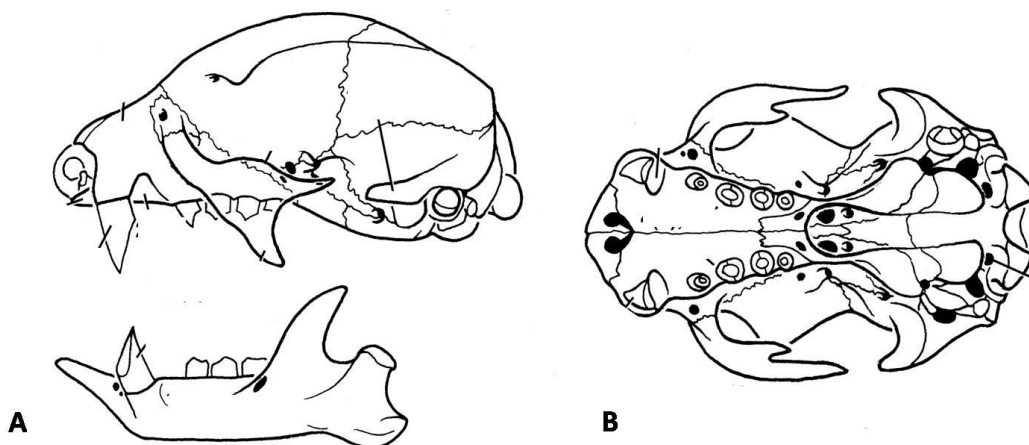


Figura 8. Esquema representativo do crânio de *Choloepus* em (A) vista lateral com a mandíbula separada e (B) vista ventral sem a mandíbula. Nota-se o crânio curto e arredondado, o arco zigomático incompleto e os dentes mais rostrais tipo caniniformes (fonte: adaptado de Gaudin, 2004).

Os *Bradypus* possuem oito a 10 vértebras cervicais (BUCHHOLTZ; STEPIEN, 2009), podendo a nona ou oitava vértebra apresentarem um par de costelas móveis que não se articula com o esterno. Já os *Choloepus* possuem sete vértebras cervicais, sendo algumas espécies com seis (FLOWER, 1885; BRITTON, 1941) ou cinco vértebras (BUCHHOLTZ; STEPIEN, 2009).

Os bichos-preguiças do gênero *Bradypus* possuem uma variação de 14 a 16 vértebras torácicas e três ou quatro vértebras lombares e nos *Choloepus* varia de 22 a 24 (Figura 9), sendo considerado o maior número entre os mamíferos, e de três a quatro vértebras lombares (FLOWER, 1885; GAUDIN, 1999). Os processos espinhosos nos *Bradypus* são muito mais curtos que nos tatus e tamanduás (GAUDIN, 1999; NYAKATURA; FISCHER, 2010). Existem processos mamilares rudimentares presentes na maioria das vértebras torácicas, iniciando em T3. Contudo, os primeiros processos mamilares distintos iniciam-se em T14 no *Bradypus* sp. e em T21 no *Choloepus* sp. e em tamanho reduzido, tornando-se maiores progressivamente. Vários gêneros de bichos-preguiças possuem uma ou mais vértebras lombares fusionadas ao sacro (GAUDIN, 1999).

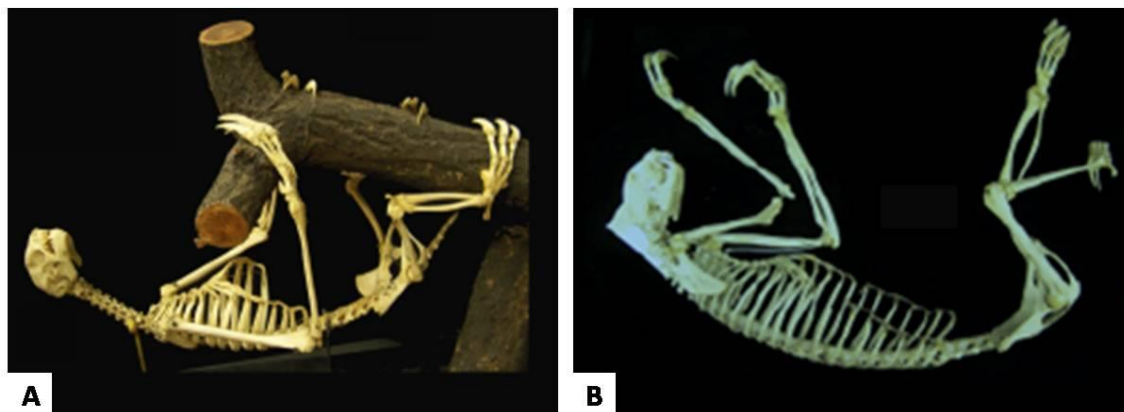


Figura 9. Modelo ósseo anatômico completo do (A) *Bradypus* e (B) *Choloepus* demonstrando a longa extensão da coluna vertebral e diversas costelas, sendo em maior número em *Choloepus* (fonte: adaptado de Buchholtz e Stepien, 2009).

Assim como nos tamanduás do gênero *Tamandua*, os *Bradypus* não possuem processos articulares intervertebrais acessórios nas vértebras torácicas craniais. A vértebra diafragmática nesse gênero ocorre na T15 e difere dos outros Xenarthra pela ausência de articulações intervertebrais complementares nessa vértebra (GAUDIN, 1999). Esses processos articulares complementares, ou xenartros, das vértebras torácicas caudais e lombares são pouco desenvolvidos nos bichos-preguiças (Figura 10) (GAUDIN, 1999; NYAKATURA; FISCHER, 2010).

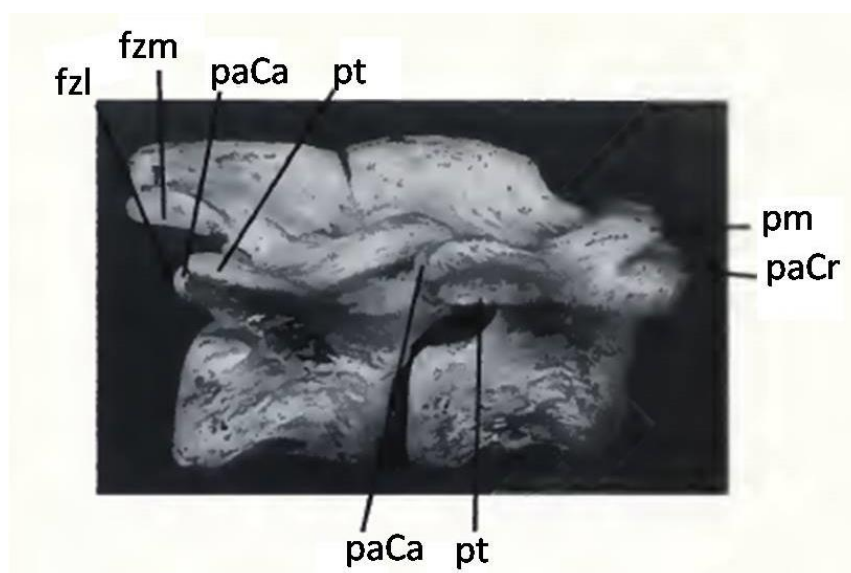


Figura 10. Modelo ósseo anatômico do *Bradypus variegatus* demonstrando o complexo articular intervertebral de T15 a L1 em vista lateral, sendo a face caudal à esquerda e a face cranial à direita. *fzm*=articulação zigapofisária medial; *fzl*=articulação zigapofisária lateral; *paCa*=processo articular acessório caudal; *paCr*=processo articular acessório cranial; *pm*=processo mamilar; *pt*=processo transverso (fonte: traduzido de Gaudin, 1999).

Assim como outros taxa da ordem Xenarthra, os bichos-preguiças também possuem a fusão do sacro com a pelve (FLOWER, 1885) e a fusão da primeira vértebra caudal com o ísquio, formando o sinsacro (NYAKATURA; FISCHER, 2010). Entretanto, as vértebras caudais são desprovidas de processos hemais nos animais dessa subordem (FLOWER, 1885).

Segundo Flower (1885), o esterno nos bichos-preguiças é longo e estreito. Os *Bradypus* têm um manúbrio largo, mas sem prolongamento cranial na inserção do primeiro par de costelas. O mesoesterno apresenta 20 esternébras e o xifoide é rudimentar ou ausente. Na região cranial do tórax, as costelas esternais são ossificadas firmemente e indistinguíveis das costelas vertebrais na vida adulta, porém na região caudal são separadas por uma costela intermediária menos ossificada.

2.3 Radiodiagnóstico nos Xenarthra

2.3.1 Radiografia

O diagnóstico por imagem em animais silvestres e selvagens proporciona aos biólogos, zoólogos, anatomistas e veterinários a compreensão da sua anatomia em animais *in vivo* (FARROW, 2009). Uma das ferramentas de imagem que tem sido cada vez mais utilizada na medicina veterinária é a radiografia digital, substituindo o uso de filmes radiográficos e de telas intensificadoras (écran) (ARMBRUST, 2010). Existem pequenos trabalhos envolvendo os tatus-galinhas, como relato de caso com o uso de radiografia, no qual é relatada fratura em vértebra lombar por atropelamento rodoviário em um animal de vida livre (ALVES *et al.*, 2013). Em tamanduás, existe um trabalho de relato de caso envolvendo cinco animais das espécies *Tamandua tetradactyla* e *Tamandua mexicana* com o uso de radiografia demonstrando hiperostose do esqueleto axial com provável hipervitaminose A ou D (CRAWSHAW; OYARZUN, 1996). Nos bichos-preguiças, trabalhos utilizando a radiografia ainda são escassos.

2.3.2 Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) também é uma ferramenta atualmente disponível que utiliza a atenuação dos feixes de raios-X para determinar a aparência do tecido (TIDWELL, 2010). Uma das maiores vantagens da TC sobre a radiografia é que as imagens são adquiridas em cortes transversais e então reconstruídas em planos sagital, dorsal ou oblíqua por meio da reconstrução multiplanar (MPR), a qual é necessária para determinar a origem anatômica de uma lesão (KINNS *et al.*, 2011) eliminando, portanto, a perda de percepção de profundidade associada às radiografias (TIDWELL, 2010). Ainda, é possível fazer reconstrução em três dimensões (3D), que pode ser aplicada em estruturas ósseas, vasculares e tecidos moles (KINNS *et al.*, 2011).

Existem alguns trabalhos utilizando a TC nos tamanduás avaliando a morfologia do sistema mastigatório (ENDO *et al.*, 2007), da coluna toracolombar (ENDO *et al.*, 2009) e da coluna vertebral completa e do aparelho hioide (BOGOEVICH, 2011) na espécie *Myrmecophaga tridactyla*. Nos bichos-preguiças, estudos utilizando TC e reconstrução 3D para a avaliação morfológica funcional da coluna vertebral foram documentados para a espécie *Choloepus didactylus* (NYAKATURA; FISCHER, 2010). Hautier *et al.* (2010) utilizaram reconstruções 3D em fetos de bichos-preguiças do gênero *Bradypus* e de tatus do gênero *Dasybus*, incluindo a espécie *D. novemcinctus*, para estudar a osteogênese desses animais. Como complemento do presente estudo, foram publicados dois trabalhos descrevendo os diferentes fenótipos de osteoderme da carcaça do tatu-galinha por meio de imagens tomográficas (ALVES *et al.*, 2015a) e um trabalho descritivo da pelve desses animais por meio de radiografia, TC e reconstrução 3D (ALVES *et al.*, 2015b).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. S. *et al.* Fratura em seguimento lombar da coluna vertebral em um tatu-galinha (*Dasybus novemcinctus*). **Anais do Simpósio Internacional de Diagnóstico por Imagem**, SINDIV, n. 3, p. 57-58, 2013.

ALVES, L. S. *et al.* Qualitative evaluation of the carapace using computed tomography in the nine-banded armadillo, *Dasybus novemcinctus*. **Proceedings Book of the World Small Animal Veterinary Association Congress**, WSAVA, n. 40, p. 62, 2015a.

ALVES, L. S. *et al.* Radiography, computed tomography and 3D reconstruction of the pelvis in the nine-banded armadillo, *Dasybus novemcinctus*. **Proceedings Book of the World Small Animal Veterinary Association Congress**, WSAVA, n. 40, p. 66-67, 2015b.

AGUIAR, J. M.; DA FONSECA, A. B. Conservation status of the Xenarthra. In: VIZCAÍNO, S. F.; LOUGHRY, W. J. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap. 21, p. 227-228.

ARMBRUST, L. J. Imagens digitais e captura digital de imagens radiográficas. In: THRALL, D. E. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 2, p. 22.

BOGOEVICH, A. M. Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus 1758): anatomia aplicada a radiografia e tomografia do aparelho hioide e coluna vertebral. 2011. 81f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

BRITTON, W. S. Form and function in the sloth (concluded). **The Quarterly Review of Biology**, v. 16, n. 2, p. 190-207, 1941.

BUCHHOLTZ, E. A.; STEPIEN, C. C. Anatomical transformation in mammals: developmental origin of aberrant cervical anatomy in tree sloths. **Evolution & Development**, v. 11, n. 1, p. 69-79, 2009.

CRAWSHAW, G. J.; OYARZUN, S. E. Vertebral hyperostosis in anteaters (*Tamandua tetradactyla* and *Tamandua mexicana*): probable hypervitaminosis A and/or D. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 27, n. 2, p. 158-169, 1996.

DELSUC, F.; DOUZERY, E. J. P. Recent advances and future prospects in xenarthran molecular phylogenetics. In: VIZCAÍNO, S. F.; LOUGHRY, W. J. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap. 2, p. 11-18.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Order Xenarthra (Edentata). In: _____. **Mammals of the neotropics**. vol. 3. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1999. Cap. 6, p. 98-105.

ENDO, H. *et al.* Three-dimensional CT examination of the mastication system in the giant anteater. **Zoological Science**, v. 24, n. 10, p. 1005-1011, 2007.

ENDO, H. *et al.* Three-dimensional reconstruction of the xenarthrous process of the thoracic and lumbar vertebrae in the giant anteater. **Mammal Study**, v. 34, n. 1, p. 1-6, 2009.

ENGELLMAN, G. F. A new Deseadan sloth (Mammalia: Xenarthra) from Salla, Bolivia, and its implications for the primitive condition of the dentition in edentates. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 7, n. 2, p. 217-223, 1987.

FARROW, C. S. **Veterinary diagnostic imaging: birds, exotic pets and wildlife**. 1 ed. St. Louis: Mosby Elsevier, 2009.

FELDHAMER, G. A. *et al.* Xenarthra, Pholidota, and Tubulidentata. In: _____. **Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology**. St. Louis: McGraw-Hill, 1999. Cap. 14, p. 250-252.

FLOWER, W. H. **Osteology of the Mammalia**. 3. ed. London: Macmillian and CO., 1885.

FRECHKOP, S. Explication biologique fournie par les tatous, d'un des caractères distinctifs des Xénarthres et d'un caractère adaptatif analogue chez les Pangolins. **Bulletin Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique**. v. 25, n. 28, p. 1-12, 1949.

GALLIARI, F. C.; CARLINI, A. A.; SÁNCHEZ-VILLAGRA, M. R. Evolution of the axial skeleton in armadillos (Mammalia, Dasypodidae). **Mammalian Biology**, v. 75, n. 4, p. 326-333, jul. 2010.

GARDNER, A. L. Order Cingulata. In: Wilson, D. E., Reeder, D. **Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference**. 3 ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2005. p. 94–103.

GAUDIN, T. J. Phylogenetic relationships among sloths (Mammalia, Xenarthra, Tardigrada): the craniodental evidence. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 140, n. 2, p. 255-305, 2004.

GAUDIN, T. J. The ear region of edentates and the phylogeny of the Tardigrada (Mammalia, Xenarthra). **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 15, n. 3, p. 672–705, 1995.

GAUDIN, T. J. The morphology of xenarthrous vertebrae (Mammalia: Xenarthra). **Fieldiana**, v. 1505, n. 41. p. 1-38, 1999.

GAUDIN, T. J.; BIEWENER, A. A. The functional morphology of xenarthrous vertebrae in the armadillo *Dasypus novemcinctus* (Mammalia, Xenarthra). **Journal of Morphology**, v. 214, n.1, p. 63-81, oct. 1992.

GAUDIN, T. J.; MCDONALD, H. G. Morphology-based investigations of the phylogenetic relationships among extant and fossil xenarthrans. In: VIZCAÍNO, S. F.; LOUGHRY, W. J. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap. 3, p. 24-36.

GAUDIN, T. J.; WIBLE, J. R. The phylogeny of living and extinct armadillos (Mammalia, Xenarthra, Cingulata): a craniodental analysis. In CARRANO, M. T. *et al.*, **Amniote paleobiology: perspectives on the evolution of mammals, birds and reptiles**. Chicago: University of Chicago Press, 2006, p. 153-98.

HAMLETT, G. W. D. Identity of *Dasypus septemcinctus* Linnaeus with notes on some related species. **Journal of Mammalogy**, v. 20, n. 3, p. 328-336, 1939.

HAUTIER, L. *et al.* Skeletal development in sloths and the evolution of mammalian vertebral patterning. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 44, p. 18903-18908, 2010.

JENKINS, F. A. Anatomy and function of expanded ribs in certain edentates and primates. **Journal of Mammalogy**, v. 51, n. 2, p. 288-301, 1970.

KINNS, J. *et al.* Special software applications. In: SCHWARZ, T.; SAUNDERS, L. **Veterinary computed tomography**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2011. Cap. 6, p. 70-71.

MCBEE, K.; BARKER, R. J. *Dasypus novemcinctus*. **Mammalian Species**, n. 162, p. 1-9, may. 1982.

MCDONALD, H. G. Xenarthran skeletal anatomy: primitive or derived? (Mammalia, Xenarthra). **Senckenbergiana biologica**, v. 83, p. 5-17, 2003.

MCDONALD, H. G.; VIZCAÍNO, S. F.; BARGO, M. S. Skeletal anatomy and the fossil history of the Vermilingua. In: VIZCAÍNO, S. F.; LOUGHRY, W. J. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap. 6, p. 64-74.

MCDONOUGH, C. M.; LOUGHRY, W. J. Behavioral ecology of armadillos. In: VIZCAÍNO, S. F.; LOUGHRY, W. J. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap. 26, p. 282-292.

MEDRI, Í. M.; MOURÃO, G. M.; RODRIGUES, F. H. G. Ordem Xenarthra. In: REIS, N. R. *et al.* **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. Cap. 4, p. 92-93.

NAPLES, V. L. 1999. Morphology, evolution and function of feeding in the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*). **Journal of Zoology**, v. 249, n. 1, p. 19-41, 1999.

NOWAK, R. M. **Walker's mammals of the world**. vol. 1. 6. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999.

NYAKATURA, J. A.; FISCHER, M. S. Functional morphology and three-dimensional kinematics of the thoraco-lumbar region of the spine of the two-toed sloth. **Journal of Experimental Biology**, v. 213, Pt 24, p. 4278-4290, 2010.

ROSE, K. D. *et al.* Xenarthra and Pholidota. In: ROSE, K. D.; ARCHIBALD, J. D. **The rise of placental mammals: origins and relationships of the major extant clades**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. p. 106-26.

TALMAGE, R. V.; BUCHANAN, G. D. The armadillo (*Dasypus novemcinctus*). A review of its natural history, ecology, anatomy and reproductive physiology. **Rice Institute Pamphlet, Monograph in Biology**, v. 41, n. 2, p. 1-135, 1954.

TIDWELL, A. S. Princípios da tomografia computadorizada e da imagem por ressonância magnética. In: THRALL, D. E. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 4, p. 50.

VAUGHAN, T. A.; RYAN, J. M.; CZAPLEWSKI, N. J. Cingulata, Pilosa, and Pholidota. In: _____. **Mammalogy**. 5 ed. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 2011. Cap. 10, p. 148-149.

VIZCAÍNO, S. F.; LOUGHRY, W. J. Xenarthran biology. In: _____. **The biology of the Xenarthra**. Gainesville: University Press of Florida, 2008. Cap. 1, p. 1.

WIBLE, J. R.; GAUDIN, T. J. On the cranial osteology of the yellow armadillo *Euphractus sexcinctus* (Dasypodidae, Xenarthra, Placentalia). **Annals of the Carnegie Museum of Natural History**, v. 73, n. 3, p. 117-96, 2004.

WINGE, H. **The interrelationships of the mammalian genera**. v. 1: Monotremata, Marsupialia, Insectivora, Chiroptera, Edentata. Copenhagen: C.A. Reitzels Forlag, 1941.

Capítulo 2:
Trabalho Científico

**TRABALHO A SER ENVIADO PARA A REVISTA
ANATOMIA HISTOLOGIA EMBRYOLOGIA**

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: [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 Author Services](#) for further information on the preparation and submission of articles and figures.

2. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

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, docx) 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.

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

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

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions: http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services:

http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and

[visithttp://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html](http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html).

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with your Funder requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

4. OnlineOpen

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://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-406241.html>.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp. 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.

5. 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.

6. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

6.1. 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.

6.2. 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.

6.3. 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 Reference Manager for reference management and formatting.

Reference Manager reference styles can be searched for here: www.refman.com/support/rmstyles.asp

6.4. 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 from the Author Guidelines here. Please return the Colour Work Agreement Form to the address listed on the form.

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

7. 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.

7.1 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.

7.2 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.

7.3 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.

7.4 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.

7.5 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 this link, fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields. If you have queries about offprints please e-mail offprint@cosprinters.com

Last update: February 2014

School of Veterinary Medicine and Animal Science, Sao Paulo State University,
Botucatu, Brazil

**Gross Osteology, Radiographic and Computed Tomographic Morphology of the
Axial Skeleton of the Nine-Banded Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)**

L. S. Alves^{1*}, M. Midon¹, A. L. Filadelpho², L. C. Vulcano¹

Addresses of authors:

¹ School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP - São Paulo State University, PO Box 560, Rubião Junior s/n, Botucatu, SP, Brazil, 18618-970;

² Bioscience Institute, UNESP - Sao Paulo State University, Prof Dr Antonio Celso Wahner Zanin s/n, Rubião Junior, Botucatu, SP, Brazil, 18618-689

*Correspondence:

Tel.: +55 17 99131 9226

fax: +55 14 3880 2130

e-mail: lidianealves.vet@gmail.com;

lidianealves@fmvz.unesp.br

With 11 figures and 1 table

Resumo

Este estudo utilizou 20 tatus-galinhas, quatro vivos e 16 carcaças, para descrever a anatomia das estruturas osteoarticulares do esqueleto axial por meio da radiografia digital e da tomografia computadorizada. A fórmula vertebral obtida nessa amostra de espécimes foi de sete cervicais, 10 torácicas, cinco lombares, nove vértebras representando o sinsacro e de 20 a 27 vértebras caudais livres. Características peculiares desta espécie foram notadas como a presença de processos xenartros nas vértebras torácicas caudais até a última vértebra lombar, proeminentes processos mamilares no segmento toracolombar, vértebras cervicais fusionadas da segunda à quarta vértebras e a presença de sinsacro correspondendo vértebras sacrais e caudais fusionadas à pelve. São animais homodontes apresentando somente dentes molariformes com oito em cada ramo mandibular/maxilar, totalizando 32 dentes. Não houve complexidade na execução dos exames radiográfico e tomográfico, podendo ser realizados nos tatus-galinhas durante rotina clínica de animais selvagens.

Introdução

O tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) pertence à ordem Xenarthra, a qual preguiças e tamanduás também fazem parte, e à família Dasypodidae (Vizcaíno e Loughry, 2008). Sua distribuição geográfica é ampla nas Américas, ocorrendo desde o sul dos Estados Unidos (Aguiar e Da Fonseca, 2008) até a região noroeste da Argentina e do Uruguai (Nowak, 1999, Aguiar e Da Fonseca, 2008).

Os tatus-galinhas são mamíferos com carapaça ossificada, que recobre todo o dorso do corpo, e apresentam de oito à nove cintas móveis na região média, as quais oferecem flexibilidade (McBee e Barker, 1982; Eisenberg e Redford, 1999; Feldhamer et al., 1999; Nowak, 1999). Uma característica particular dos Xenarthra são os processos articulares complementares, denominados de processos xenartros, que estão presentes nas vértebras da coluna toracolombar (Flower, 1885; Gaudin, 1999; Nowak, 1999; Galliari et al., 2010; Vaughan et al., 2011). Alguns autores acreditam que são adaptações de hábitos de rolamento (Winge, 1941) e de escavação (Frechkop, 1949; Gaudin e Biewener, 1992).

Assim como muitos animais silvestres de vida livre, os tatus-galinhas são vítimas frequentes de atropelamentos rodoviários (Medri et al., 2006) e, por viverem próximos à área urbana, são facilmente atacados por cães, podendo haver lesões como fraturas.

Existem poucos dados na literatura, até o momento, descrevendo a anatomia e/ou lesões osteoarticulares nos tatus-galinhas, como no relato de Alves et al. (2013) que diagnosticaram fratura em corpo vertebral e luxação de vértebras lombares em um animal da espécie por meio de exame radiográfico.

O exame radiográfico tem sido utilizado como a modalidade de diagnóstico por imagem de primeira escolha em animais selvagens, proporcionando a compreensão da anatomia vital de animais *in vivo* (Farrow, 2009). Outra modalidade de excelente diagnóstico que tem avançado na medicina de animais selvagens é a tomografia computadorizada (TC), que fornece melhor avaliação das estruturas ósseas comparada à radiografia, pois as imagens são adquiridas em cortes eliminando a sobreposição, além de possuir um contraste de tecido superior (D'Anjou, 2013). Ainda, após o processamento das imagens, é possível fazer a reconstrução multiplanar em vários planos e a reconstrução tridimensional (3D) (Kinns et al., 2011).

Nos animais domésticos, a osteologia normal por meio da radiografia e da TC tem sido bastante descrita fornecendo referências para o diagnóstico de doenças osteoarticulares (Thrall, 2013). Da mesma forma, alguns autores têm descrito a anatomia óssea do esqueleto axial por meio das modalidades diagnósticas por imagem nos Xenarthra (Endo et al., 2007, 2009; Nyakatura e Fischer, 2010; Bogoevich, 2011). Embora as vértebras xenartras (Flower, 1885; Gaudin e Biewener, 1992; Gaudin, 1999; Nowak, 1999; Galliari et al., 2010) e a dentição (Flower, 1885; Hamlett, 1939; Talmage e Buchanan, 1954; McBee e Baker, 1982) do tatu-galinha tenha sido estudadas quanto à forma e função, poucos trabalhos utilizaram a radiografia e/ou TC nesses animais. Alves et al. (2015) descreveram brevemente a pelve do tatu-galinha por meio de radiografia, TC e reconstrução 3D.

O objetivo do presente estudo foi documentar a anatomia radiográfica e tomográfica do esqueleto axial, incluindo crânio, aparelho hioide e coluna vertebral, nos tatus-galinhas utilizando modelos ósseos anatômicos como referência para fornecer dados da normalidade e, então, auxiliar na identificação de lesões nessas estruturas.

Materiais e métodos

Animais

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) institucional sob o protocolo de número 79/2014 e liberado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) de número 44057-3.

Vinte tatus-galinhas, da espécie *Dasyopus novemcinctus*, foram submetidos aos exames de radiografia e de tomografia computadorizada para a avaliação das estruturas osteoarticulares do esqueleto axial, sendo quatro animais vivos e 16 carcaças. Os animais vivos pertenciam ao biotério do Instituto Lauro de Souza Lima (Bauru, SP) e, das carcaças, quatro eram cadáveres inteiros de animais de vida livre que foram atendidos pelo Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS - UNESP, Botucatu, SP) que vieram a óbito por complicações de lesões por atropelamento ou por ataque de cães, e 12 carcaças eram provindas de caça ilegal apreendidas pela Polícia Ambiental Brasileira que tiveram suas vísceras torácicas e abdominais removidas.

O peso médio dos quatro animais vivos foi de 4,83 kg (DP = 0,95), sendo três machos e uma fêmea. A idade foi determinada apenas no animal que vivia em cativeiro, o qual apresentou 14 anos de idade. As carcaças não foram pesadas pois não representavam o peso real dos animais e o sexo e a idade não puderam ser determinados em todas as carcaças. Dentre os 20 tatus-galinhas, um era filhote, com poucos dias de vida, e um era jovem, sendo os demais adultos.

Os animais vivos foram submetidos ao jejum alimentar de 12 horas para o procedimento anestésico. Para a anestesia geral dissociativa, foi utilizado cloridrato de quetamina 10% (Cetamin 10%, Syntect do Brasil, Cotia-SP), na dose 10 mg/kg IM, associado a Midazolam (Dormire 5 mg, Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda., Itapira-SP) na dose de 0,4 mg/kg IM.

Radiografia

Um aparelho de radiografia digital direta (DR-F; GE Health Care Unit, Brasil) foi utilizado para o estudo. Para a aquisição de imagens radiográficas do crânio e da coluna vertebral, foram realizadas as incidências lateral direita e ventrodorsal, com a distância foco-filme de 100 cm. O protocolo da técnica radiográfica variou de 55-60 kVp e 8 mAs para a coluna vertebral e de 42-45 kVp e 8 mAs para o crânio e a cauda. Após a

aquisição, as imagens radiográficas foram acessadas em um sistema de imagem médico PACS (Synapse, Fuji Medical System; Tokyo, Japão).

Tomografia computadorizada

Os 20 animais foram posicionados em decúbito esternal, sobre uma almofada retangular de espuma, com os membros torácicos estendidos rostralmente e os membros pélvicos caudalmente. As imagens foram adquiridas na direção rostrocaudal de cada animal em um aparelho tomográfico helicoidal SCT-7800 TC (Shimadzu; Kyoto, Japão). O protocolo de aquisição foi de 120 kVp, 170 mA (*pitch* 2,5 com incremento de 1 mm e tempo de rotação do tubo de 1 segundo), com campo de visão (FoV) de 350 x 350 mm e usando janela óssea [largura da janela (WW): 3800; nível da janela (WL): 600].

A espessura de corte foi de 3 mm para a coluna vertebral e 2 mm para a cauda e o crânio com o gantry inclinado até -25° quando necessário. As imagens tomográficas foram transferidas para o software Voxar-3D (Barco; Edinburgh, Escócia) para a reconstrução de imagens multiplanares (MPR) em planos sagital e dorsal. Reconstrução 3D para ilustrar a anatomia óssea do esqueleto axial também foi obtida.

Modelo ósseo anatômico

Para melhor compreensão das imagens radiográficas e tomográficas, estas foram comparadas com dois modelos anatômicos ósseos do esqueleto axial das carcaças de tatu-galinha, um adulto e um jovem, previamente macerados em água fervente durante 30 minutos e em seguida deu-se início ao processo de limpeza do perióstio e dos tecidos moles restantes.

Este processo durou aproximadamente sete dias e, em seguida, o material seguiu para a etapa de clareamento, onde os ossos foram acondicionados em uma cuba plástica com solução de peróxido de hidrogênio a 40 volumes durante 48 horas. Em seguida, os ossos foram submetidos à secagem ao ar livre e expostos a luz solar e, deste modo, dando término ao processo de preparo.

Análise de resultados

Estatísticas descritivas (média, mediana, desvio padrão, erro padrão, mínimo, máximo e intervalos de confiança 95%) de cada segmento vertebral estudado foram produzidas com GraphPad Prism (GraphPad Software Inc., V. 6.07; Califórnia, USA).

Resultados

Crânio e aparelho hioide

Osteologia macroscópica

O crânio é comprido com a face dorsal plana e a região facial em formato triangular, sendo a região maxilonasal delgada. O osso frontal é amplo, as cavidades orbitais lateralizadas e, ventralmente, o arco zigomático completo com seus processos maxilar e temporal. Os ossos mandibulares são delgados e bem alongados com o processo coronoide fino e longo. O processo condiloide da mandíbula é arredondado, articulando-se com a face articular temporomandibular, e o processo angular curto.

Os dentes estão presentes no terço médio da cavidade oral, apresentando-se simples e com a face oclusiva de formato triangular, sendo oito dentes em cada lado mandibular (Fig. 1c) e maxilar (Fig. 2c), totalizando 32 dentes. Não foi observada diferença no número de dentes entre o filhote e os adultos.

Radiografia e TC

Por meio das imagens tomográficas em planos sagitais e das incidências radiográficas laterais, foi possível notar que a cavidade encefálica corresponde cerca de um terço de toda a extensão craniana, sendo as cavidades frontais exuberantes correspondendo a outro terço e a cavidade nasal correspondendo à terceira parte (Fig. 1a).

A protuberância occipital externa foi evidente nas radiografias laterais apresentando a face dorsal romba (Fig. 1a,b). O arco zigomático foi visível nas incidências radiográficas ventrodorsais (Fig. 1b). O osso vômer apresentou-se espesso nas imagens tomográficas dorsais e radiográficas ventrodorsais (Fig. 2a), e a placa cribiforme foi melhor identificada no exame tomográfico. O palato duro se mostrou radiograficamente extenso (Fig. 1a).

A porção caudal da mandíbula foi sobreposta pela carapaça nas imagens radiográficas laterais, não podendo caracterizar o processo angular e, em alguns animais também foi sobreposta a articulação temporomandibular (Fig. 1a). Contudo, nas incidências radiográficas ventrodorsais, assim como nas imagens tomográficas, a articulação temporomandibular pode ser identificada (Fig. 2a). O canal mandibular foi bem identificado nas incidências radiográficas laterais como um túbulo radiolucido entre as corticais. Os dentes mandibulares apresentam-se posicionados pouco mais rostralmente em relação aos maxilares. Na região mais rostral da cavidade oral, não se

observou estruturas dentárias, notando a ausência de dentes incisivos e caninos (Fig. 1a).

As cavidades timpânicas não foram identificadas nas imagens radiográficas laterais e pouco definidas nas incidências ventrodorsais nos animais adultos. No animal filhote, essas estruturas foram bem diferenciadas pelas radiografias (Fig. 3). Na avaliação tomográfica, as cavidades timpânicas apresentam-se pequenas com os ossos timpânicos finos e os ossos petrosos espessos. Os condutos auditivos são alongados e se estendem dorsocaudalmente até a base de cada orelha externa.

O aparelho hioide articula-se caudalmente aos ossos timpânicos e estende-se caudoventralmente até o osso tiroide formando uma estrutura em "U" (Fig. 1b,2b). Sua extensão é curta, abrangendo desde o osso occipital até a porção cranial de C2. Contudo, não foi possível visibilizar essa estrutura por meio das imagens radiográficas por serem pequenas e estarem sobrepostas pela carapaça ossificada nas incidências laterais e pelas estruturas atlanto-occipital nas incidências ventrodorsais.

Coluna vertebral

O número de vértebras obtido para a espécie *D. novemcinctus* foi de sete vértebras cervicais, as quais estão fundidas da segunda à quarta vértebra na fase adulta; dez vértebras torácicas, podendo ser divididas em vértebras torácicas craniais de T1 a T6 e vértebras torácicas caudais de T7 a T10 devido essas últimas apresentarem processos mamilares proeminentes; cinco vértebras lombares; nove vértebras representando o sinsacro, sendo oito vértebras com características sacrais e uma de características caudais que se fundem na fase adulta; e de 20 a 27 vértebras caudais livres. Os dados estatísticos estão apresentados na Tabela 1.

Osteologia macroscópica e TC

A primeira vértebra cervical, o atlas, apresenta o arco vertebral dorsal e ventral delgado e um tubérculo dorsal proeminente na face cranial do arco dorsal (Fig. 4a,b,c). Além disso, a massa lateral do atlas, estrutura que une o arco dorsal com o arco ventral, é espessa e as asas são pouco aparentes (Fig. 4a,c). As fôveas articulares cranial e caudal são amplas e a fôvea do dente do axis discretamente côncava. Na junção do pedículo lateral do arco com a massa lateral estão os forames vertebrais laterais (Fig. 4b,c).

A segunda vértebra cervical, o axis, como dito inicialmente, apresentou-se fusionada até a quarta vértebra cervical nos tatus-galinhas adultos (Fig. 4e,f,i). O processo espinhoso do axis apresenta-se fino e largo e projetando-se caudalmente envolvendo as demais vértebras fusionadas à ele (Fig. 4d,i). O processo odontoide, ou dente, é curto acomodando-se dentro do forame vertebral do atlas (Fig. 4a,e,f,i). As demais vértebras cervicais são delgadas e achatadas com os processos transversos curtos e de extremidades rombas (Fig. 4g-i). Os processos espinhosos não foram evidenciados.

Nos segmentos torácico e lombar, as vértebras possuem corpos vertebrais delgados somente em T1 e T2 e a partir de T3 o corpo vertebral se espessa progressivamente obtendo a forma cilíndrica até a primeira vértebra do sinsacro. Os processos mamilares se iniciam da sétima vértebra torácica e seguem até a primeira vértebra do sinsacro. Cada vértebra apresenta dois processos mamilares proeminentes projetados cranialmente a partir do pedículo do arco vertebral (Fig. 5d-i). São estruturas alongadas, delgadas, retangulares, com extremidades dorsais retas nas vértebras lombares e nas duas últimas vértebras torácicas caudais (T9 e T10), sendo que na T7 sua extremidade torna-se pontiaguda e na T8 romba. O tamanho dos processos mamilares varia para cada vértebra, aumentando gradualmente no sentido craniocaudal da coluna vertebral, apresentando-se na vértebra T7 muito pequeno e na L5 bem exuberante.

Na porção caudal de cada vértebra torácica caudal e lombar, localizados no arco vertebral dorsal, apresentam-se os processos articulares caudais que se encaixam com a faceta articular cranial da vértebra seguinte. Ventralmente a estes, nas faces caudais das vértebras, estão os processos xenartros dorsal e ventral que articulam-se com a faceta articular acessória localizada ventralmente aos processos mamilares na face cranial da vértebra procedente (Fig. 5e-i). As facetas articulares acessórias, onde articulam-se os processos xenartros dorsal e ventral, localizam-se ventralmente a base do processo mamilar e dorsalmente ao processo transversos (Fig. 5i).

No segmento torácico cranial (T1-T6), os processos espinhosos são alongados dorsalmente, moderadamente estreitos e de extremidades retas, e tornam-se progressivamente mais curtos (Fig. 5a-c). No segmento torácico caudal (T7-T10) os processos espinhosos se mantêm do mesmo tamanho, porém se alargam no sentido caudal, tornando na vértebra T10 mais largo que na T7. Nas vértebras lombares esses aspectos invertem; o processo espinhoso de L1 é mais largo e menor que o da vértebra L5. Os processos transversos são curtos nos segmentos torácico e lombar, sendo

projetados dorsalmente e com as extremidades rombas nas vértebras torácicas e apresentando foveas articulares costais craniais e caudais (Fig. 5a). Nas vértebras lombares, os processos transversos são pouco maiores em relação às vértebras torácicas e projetados lateral e cranialmente (Fig. 5g-i).

As primeiras três vértebras do sinsacro possuem o arco vertebral largo e robusto e são fusionadas ao ílio pelos pequenos processos transversos. A quarta e a quinta vértebras apresentam-se fusionadas entre si, porém não se fusionam com a pelve. As vértebras seguintes (S6-S8) possuem o corpo vertebral pequeno e cilíndrico, assim como a quarta e a quinta vértebras, e processos transversos alongados gradualmente (Fig. 6b,c). Em geral, as quatro últimas vértebras do sinsacro (S6-S9) são fusionadas ao ísquio por meio dos processos transversos.

A primeira vértebra do sinsacro, particularmente, apresenta pequenos processos mamilares, de aspecto pontiagudo e processos articular e xenartro craniais, com esses últimos apresentando a fossa articular proeminente para receber os processos xenartros da última vértebra lombar. As oito primeiras vértebras do sinsacro possuem processos espinhosos individuais, sendo que na primeira vértebra são pouco mais alongados dorsalmente com extremidade dorsal fina, nas duas primeiras vértebras são curtos e se estendem caudalmente abrangendo todo arco vertebral, assim como de S4 a S8, porém nesses, são projetados dorsalmente a partir do terço caudal (Fig. 6c). Diferente dessas, a última vértebra do sinsacro apresentou características de vértebra caudal, ou seja, com o processo espinhoso curto, quase ausente, e com a presença de processos articulares caudais que articulam com a faceta articular cranial da vértebra seguinte.

O número de vértebras do sinsacro foi determinado por meio das imagens tomográficas em planos dorsais, onde foi possível diferenciá-las devido ao forame sacral dorsal, que se localiza entre cada vértebra (Fig. 6b). As demais vértebras após o sinsacro serão consideradas como vértebras caudais livres nesse estudo.

O corpo vertebral do segmento caudal é largo e cilíndrico, os canais vertebrais reduzem progressivamente seu tamanho até a sétima vértebra, os processos transversos são alongados tornando-se curtos gradativamente (Fig. 7a-c). Os processos mamilares das vértebras caudais são curtos e robustos e na sua face medial apresentam as facetas articulares craniais, que se articulam com os processos articulares caudais da vértebra precedente (Fig. 7b,c). Os processos espinhosos não foram evidenciados nas vértebras caudais. Ventralmente às vértebras caudais foram notados os processos hemais em

formato de "Y" (Fig. 7d-f) que se iniciam entre a primeira e a segunda vértebras caudais livres. Por meio das imagens tomográficas, foi possível notar a presença dessas estruturas até o terço distal da cauda.

As costelas se apresentam em mesmo número que as vértebras torácicas, sendo dois pares de costelas flutuantes e dois pares de costelas esternais que formam o arco costal. Os seis pares de costelas restantes articulam-se com o esterno. As cartilagens costais estão presentes em quase todas as extremidades ventrais costais, exceto no primeiro par costal, e se apresentaram mineralizadas com densidade óssea de 250-500 UH. O primeiro par costal é curto e largo em relação aos demais e se articula ventralmente com o manúbrio e dorsalmente com a primeira vértebra torácica, contudo, sua face articular vertebral é curta e reta. As demais costelas apresentam-se com o corpo alongado e curvo e, em sua extremidade vertebral, apresenta cabeça, pescoço e tubérculo. O tubérculo costal articula-se com a fôvea costal cranial da vértebra e a cabeça costal, que tem o formato em cunha sendo mais espessa nos últimos pares costais, articula-se com a fôvea costal caudal da vértebra precedente.

O esterno é curto e com seis esternébras, sendo a primeira (manúbrio) larga e robusta que se articula cranialmente com as clavículas, além do primeiro par costal. As quatro esternébras do mesoesterno são curtas e entre elas articulam-se as cartilagens costais. A última esternébra (xifoide) é delgada e sua cartilagem xifoide alongada.

Radiografia

A coluna cervical foi bem visibilizada nas imagens radiográficas em ambas as incidências, tracionando caudalmente os membros torácicos e eliminando, assim, a sobreposição da cabeça umeral nas incidências laterais e das clavículas nas ventrodorsais (Fig. 8a,b). Contudo, para melhor avaliação da transição cervicotorácica, foi necessário tracionar os membros torácicos cranialmente nas incidências ventrodorsais (Fig. 8c). Apesar da carapaça ossificada, foi possível compreender as estruturas da coluna vertebral. As vértebras de C2 a C4 foram visibilizadas como um bloco de vértebras sem espaços intervertebrais pela incidência radiográfica lateral (Fig. 8a), porém cada uma dessas vértebras pode ser diferenciada por meio de seus processos transversos pela incidência ventrodorsal (Fig. 8b,c). O processo espinhoso de C2 apresenta-se sobrepondo até o terço médio de C5 ou, em alguns animais, até C6, nas vistas ventrodorsais (Fig. 8c). Os processos espinhosos das demais vértebras cervicais

caudais não foram caracterizados nas imagens radiográficas. O dente do axis pode ser visibilizado em ambas as incidências radiográficas (Fig. 8a, c).

Cada vértebra, em seus segmentos torácico e lombar, pode ser diferenciada nas imagens radiográficas pelos seus corpos vertebrais retangulares, separados por espaços intervertebrais radiolucentes (Fig. 9a). Os forames intervertebrais não foram diferenciados no segmento torácico cranial, devido à sobreposição das costelas, sendo parcialmente visibilizados nas vértebras torácicas caudais e lombares. Além da sobreposição dos processos mamilares que se projetam cranialmente, foram notados os processos xenartros dorsais (Fig. 9b) localizados exatamente onde estaria o forame intervertebral comumente visível nos animais domésticos pela incidência lateral. Em duas carcaças inteiras foi notada a sobreposição de fezes radiopacas nas vértebras lombares e do sinsacro na incidência ventrodorsal.

Outras estruturas pouco definidas pelas imagens radiográficas laterais foram os processos mamilares da vértebra T7, por serem de pequenos tamanhos, e da última vértebra lombar, devido à sobreposição do ílio. Na incidência radiográfica ventrodorsal, os processos mamilares foram bem definidos em todo o segmento lombar, identificados lateral e cranialmente ao corpo vertebral, e no segmento torácico caudal apresentam-se de forma semelhante, visibilizados entre a costela de sua vértebra e a costela da vértebra precedente, porém houve dificuldade na identificação dessa estrutura na vértebra T7 (Fig. 9c). No animal jovem, foi possível observar o processo mamilar até T10 na projeção lateral e até T8 na projeção ventrodorsal. Por serem curtos, os processos transversos foram pouco identificados nas imagens radiográficas.

As vértebras do sinsacro foram facilmente distinguidas no animal filhote pelas imagens radiográficas por não estarem fusionadas nessas fases (Fig. 10a). Nos animais adultos, o sinsacro foi observado como uma estrutura única com sua porção caudal sobrepondo a exuberante tuberosidade isquiática na incidência lateral (Fig. 10b) e a sínfise púbica na ventrodorsal (Fig. 6a). Os processos transversos das últimas vértebras do sinsacro, que se fundem ao ísquio, não foram visibilizados nas imagens radiográficas, assim como os processos espinhosos.

As primeiras três vértebras caudais livres apresentam-se dentro da carapaça pélvica (Fig. 10b), sendo as demais mostrando-se envolvidas, cada uma, por um anel de placas dérmicas (Fig. 7d). Nas vistas ventrodorsais, foi possível notar as extremidades dos

processos transversos fixados na derme (Fig. 6a). Os processos hemais foram pouco identificados nas imagens radiográficas devido a sobreposição dos anéis dérmicos.

As costelas foram facilmente visibilizadas ao exame radiográfico, porém, o último par de costelas flutuantes foi melhor identificado nas incidências ventrodorsais. O esterno se apresenta curto e largo com o processo xifoide alongado nas incidências laterais, não sendo identificado nas incidências ventrodorsais devido à sobreposição das vértebras torácicas.

Outros achados

Lombarização unilateral da última vértebra torácica foi verificada em um animal, o qual apresentou 11 vértebras torácicas e cinco lombares, com ausência da costela esquerda, apresentando processos transversos semelhantes às demais vértebras torácicas. Foram observados entesófitos do ligamento longitudinal ventral no segmento lombossacro no animal de 14 anos (Fig. 11c), o qual apresentou nove vértebras torácicas e seis lombares, e osteófitos ventrais nas vértebras torácicas caudais. Esse mesmo animal apresentou fragmentação dos processos mamilares torácicos de T7 a T9 (Fig. 11b) e ausência de quase todos os dentes da cavidade oral (Fig. 11a). Foi visibilizada por meio do plano transversal tomográfico, a fratura do processo espinhoso de T10 em um tatu-galinha, devido mordedura por cão.

Discussão

Nos tatus, em geral, as bulas timpânicas são pequenas e completamente ossificadas e anquilosadas com o basicrânio (Flower, 1885; Wible, 2010), o que justifica a dificuldade de caracterização nas imagens radiográficas nos tatus-galinhas adultos do presente estudo. Além disso, os ossos ectotimpânicos têm o formato de anel semi circular (Wible, 2010), que pode ser observado pelas imagens tomográficas em planos transversais nesses animais.

As amplas cavidades frontais observadas nos tatus-galinhas do presente estudo pode ser resultado da adaptação dos hábitos desses animais de escavar tocas e permanecer por um período abaixo da terra. De acordo com Dyce e Wensing (2010), essas estruturas oferecem proteção térmica e mecânica para a órbita e para as cavidades nasal e craniana, além de afetar a ressonância da voz.

O aparelho hioide dos tatus-galinhas se mostrou curto e em aspecto de "U", diferentemente dos tamanduás, que têm como principal característica o aparelho hioide alongado e profundo com formato em "V" (Bogoevich, 2011).

Os *Xenarthra* possuem características dentárias peculiares, como a ausência de esmalte dentário na vida adulta (Talmage e Buchanan, 1954; McBee e Baker, 1982; Vizcaíno et al., 2004) e de dentes decíduos (Vizcaíno et al., 2004), que pode ser notado, no tatu-galinha filhote deste estudo, dentes de mesmo número e forma que nos adultos. Vários autores descrevem os dentes dos tatus como "peglike" (McBee e Baker, 1982; Nowak, 1999; Vizcaíno e Loughry, 2008), pois são pequenos e simples se assemelhando a pregos de madeira, diferentemente de outros *Xenarthra* que possuem os dentes lobados (Vizcaíno et al., 2006).

Os tatus-galinhas são animais homodontes que possuem somente dentes molariformes, sendo desprovidos de dentes incisivos e caninos (Talmage e Buchanan, 1954; McBee e Baker, 1982), assim como os bichos-preguiças (Britton, 1941). Já os tamanduás não apresentam estruturas dentárias (Vizcaíno e Loughry, 2008). A presença de dentes nos tatus pode ser uma adaptação da dieta onívora desses animais que se alimentam de vegetais, ovos, insetos e pequenos vertebrados (Talmage e Buchanan, 1954).

A fusão de vértebras cervicais, sendo denominada de osso mesocervical por Scillato-Yané (1982), esteve presente em todos os tatus-galinhas do presente estudo, exceto nos animais jovens, ocorrendo de C2 a C4, assim como Galliari et al. (2010) descreveram para essa espécie e para *Cabassous chacoensis*. Os mesmos autores observaram que a fusão das vértebras cervicais foi diferente nos demais tatus da família, sendo de C2 e C3 nas espécies *Euphractus sexcinctus*, *Priodontes maximus* e *Cabassous tatouay*. Contudo, além de o processo de fusão variar de C2-C3 e C2-C4, a espécie *Tolypeutes matacus* apresentou o que foi denominado de osso pós cervical, no qual as vértebras C7 e T1 são fusionadas (Scillato-Yané, 1982; Galliari et al., 2010). Até o momento, pouco foi discutido quanto à função de vértebras cervicais fusionadas nesses animais. Rose e Emry (1993) acreditam que a presença do osso mesocervical nos tatus está associada com o comportamento de escavar.

Apesar de a maioria dos mamíferos possuírem sete vértebras cervicais (Getty, 1981), alguns xenarthras apresentam variações nesse número. Isso é observado em dois gêneros de bicho-preguiça, *Bradypus* e *Choloepus*, que apresentam variação de oito à

dez e de cinco à sete vértebras cervicais, respectivamente (Buchholtz e Stepien, 2009; Hautier et al., 2010). Quanto ao número de vértebras toracolombares, os Xenarthra são os que possuem maior variação dentro da classe Mammalia, com os bichos-preguiças variando de 19 a 28 e os tamanduás de 18 a 20 (Sánchez-Villagra et al., 2007). Em comparação a esses dois grupos, os tatus apresentam o número de vértebras toracolombares reduzido com 13 a 16 vértebras (Gaudin e Biewener, 1992; Narita e Kuratani, 2005; Galliari et al., 2010).

A fórmula vertebral dos tatus-galinhas obtida no presente estudo foi de $C_7T_{10}L_5S_9Ca_{20-27}$, corroborando com os dados obtidos por outros autores. Entretanto, Flower (1885) considerou as nove vértebras do sinsacro como vértebras sacrais, sem distinção de vértebra caudal fusionada à pelve, e Galliari et al. (2010) determinaram apenas o número de vértebras toracolombares que foram de 10 torácicas e cinco lombares. Durante a avaliação das imagens radiográficas, o número de vértebras do segmento toracolombar nos tatus-galinhas variou de nove à onze vértebras torácicas e de cinco à seis vértebras lombares.

Acredita-se que o comportamento de escavar dos tatus-galinhas contribuíram com a adaptação do esqueleto apendicular, como os ossos longos fortes e robustos (McBee e Barker, 1982; Vizcaíno e Milne, 2002; McDonough e Loughry, 2008) e com a pelve fusionada à coluna (Flower, 1885; Nowak, 1999). No esqueleto axial, as vértebras receberam os processos xenartros como adaptação dos comportamentos de rolar e escavar desses animais (Winge, 1941; Frechkop, 1949; Gaudin e Biewener, 1992). Winge (1941) defende que a articulação xenartra foi induzida à forma pelo atrito entre os processos transversos e articulares durante o comportamento de rolamento.

Sendo assim, os processos xenartros presentes nas vértebras torácicas caudais e lombares observados nos tatus-galinhas permitem que o peso do corpo seja suportado pelos membros pélvicos, liberando, assim, os membros torácicos para a escavação e atividades semelhantes (Frechkop, 1949). Dessa forma, quando há lesões, como fraturas ou luxações, dos processos xenartros e das estruturas ósseas do sinsacro, as atividades comportamentais destes animais podem estar comprometidas podendo, então, correrem o risco de morte na vida selvagem. Tais lesões podem interferir na defesa durante o comportamento de rolamento e na procriação da espécie, pois segundo Nowak (1999), são animais que escavam para construir tocas de 0,5 a 3,5 m de profundidade e até 7,5 m de comprimento para montar os ninhos. Com isso, os exames radiográficos e,

principalmente, tomográficos tornam-se de extrema importância para a avaliação das estruturas osteoarticulares nos tatus-galinhas por serem exames que avaliam os animais *in vivo*, identificando possíveis lesões dessas estruturas.

Embora os tatus sejam os únicos da ordem a rolar e escavarem tocas, os bichos-preguiças, que possuem hábitos arbóreos, e os tamanduás, com hábitos de destruir cupinzeiros e formigueiros, também foram adaptados, de alguma forma, com vértebras xenartras. Alguns autores tentaram explicar esse fato, como Endo et al. (2009), que acreditam que a função das vértebras xenartras nos bichos-preguiças é de suportar o peso corporal desses animais nas atividades locomotoras arbóreas enquanto se seguram com os membros nos galhos. Esses mesmos autores sugerem que nos tamanduás a presença dessas vértebras está relacionada com a postura bipedal desses animais enquanto destroem os cupinzeiros e/ou formigueiros com as garras anteriores ficando, principalmente, sobre os membros pélvicos, pois requerem um forte mecanismo para suportar o peso corporal na região das vértebras torácicas caudais e lombares.

Os processos xenartros são processos articulares complementares localizados ventralmente aos processos mamilares (Gaudin e Biewener, 1992). Nos tatus-galinhas do presente estudo foram notados processos xenartros dorsal e ventral, assim como Endo et al. (2009) descreveram para a espécie *Myrmecophaga tridactyla*, ocorrendo na primeira vértebra torácica caudal (T7) até a última vértebra lombar (L5). Nos bichos-preguiças não tem sido discutido a duplicidade do processo xenartro, embora descreveram como articulações intervertebrais adicionais (xenartras) no *Choloepus didactylus* que ocorre nas vértebras pós-diafragmáticas, ou seja, após a vértebra T22, e que são pouco desenvolvidos (Nyakatura e Fischer, 2010).

Em alguns mamíferos, como o cão, as vértebras torácicas caudais são definidas a partir da vértebra anti-inclinal, que normalmente corresponde à T11 (Evans e De Lahunta, 2013). Contudo, os tatus-galinhas do presente estudo não apresentaram essa característica, sendo consideradas vértebras torácicas caudais a partir daquela que apresentou processos mamilares proeminentes e processos xenartros, que ocorreu na sétima vértebra torácica. Outros representantes da ordem Xenarthra também não apresentam vértebras anti-inclinais em estudos prévios, como o tamanduá-bandeira (Endo et al., 2009; Bogoevich, 2011) e o bicho-preguiça de dois dedos. Além disso, esse último possui processos espinhosos do segmento toracolombar muito curtos e pouco identificados (Nyakatura e Fischer, 2010).

Os processos mamilares longos no segmento toracolombar, que se projetam craniodorsalmente nos tatus, fixam a carapaça servindo, assim, de apoio para essa estrutura rígida (Flower, 1885; Feldhamer et al., 1999). Entretanto, diferente dos quelônios, foi visto que os tatus-galinhas, assim como os demais tatus, não apresentam fusão da carapaça com o esqueleto, o que pode ser notado nas imagens tomográficas do presente estudo. Nos tamanduás (Endo et al., 2009) e bichos-preguiças (Nyakatura e Fischer, 2010) os processos mamilares são curtos.

Nos tatus-galinhas deste estudo, as vértebras sacrais e a primeira vértebra caudal estavam fusionadas com a pelve nos animais adultos. Flower (1885) descreveu como sacro verdadeiro as primeiras cinco vértebras sacrais e como vértebras pseudossacrais àquelas com processos transversos longos que se fundem ao ísquio. Recentemente, Nyakatura e Fischer (2010) observaram que, em todos os representantes da ordem Xenarthra, as vértebras sacrais e as primeiras vértebras caudais são fusionadas com o sacro pela junção sacroilíaca e ao ísquio pela sutura sacro-isquiática, respectivamente, denominando esse conjunto como sinsacro.

Vários animais que possuem caudas rudimentares apresentam processos hemais ventralmente às vértebras caudais, que são bifurcações nas extremidades ventrais do corpo vertebral e estão presentes em pares nos formatos em "V" ou "Y" (Flower, 1885). A função dessa estrutura óssea é proteger a artéria caudal mediana, que passa através do arco hemal (Evans e De Lahunta, 2013). Descrições anatômicas em Xenarthra relatam a presença dessas estruturas por quase toda a cauda em tamanduá-bandeira no formato em "V" (Bogoevich, 2011) e ausência nos bichos-preguiças. Segundo Flower (1885), a maioria dos tatus possuem o processo hemal em formato de "V" na cauda. Entretanto, os processos hemais nos tatus-galinhas do presente estudo apresentaram-se em "Y" nas imagens tomográficas transversais. Nas imagens radiográficas, houve sobreposição dos anéis dérmicos ossificados nessas estruturas, podendo notá-las melhor na porção proximal da cauda como pequenas estruturas filiformes radiopacas dispostas ventralmente e entre as vértebras caudais.

O manúbrio esternal nos tatus-galinhas apresentou-se largo e robusto, como já descrito previamente por Flower (1885). Essa característica é comum em animais que possuem clavículas bem desenvolvidas, diferente daqueles que a clavícula é ausente ou rudimentar, como o cavalo e o cão, respectivamente, que normalmente possuem o manúbrio pequeno e comprido (Getty, 1981).

Processo degenerativo da coluna vertebral é comum no envelhecimento normal ou quando há instabilidade vertebral (Widmer e Thrall, 2013). Segundo Nowak (1999), o tatu-galinha pode viver até 22 anos em cativeiro, podendo considerar, então, o tatu-galinha de 14 anos do estudo como idoso. A fragmentação observada nos processos mamilares desse animal é semelhante àquela que ocorre nas cartilagens costoverbrais em gatos no processo de senescência. Vértebras transicionais toracolombares foram descritas, também, em bichos-preguiças do gênero *Bradypus* por Buchholtz e Stepien (2009) e, segundo Burk e Feeney (2003), as vértebras transicionais não causam sinais clínicos.

Apesar de a radiografia ser um exame imagenológico de primeira escolha, houve dificuldade de avaliação na coluna vertebral lombar e no sinsacro nas projeções ventrodorsais das carcaças inteiras devido à sobreposição de conteúdo fecal radiodenso nesses animais. As fezes radiopacas são comuns em tatus de vida livre que ingerem terra e areia para auxiliar na digestão, pois fornecem minerais necessários e podem conter grande número de pequenos insetos (McDonough e Loughry, 2008). Contudo, nos animais vivos, foi realizado jejum alimentar de 12 horas para o procedimento anestésico, não havendo a sobreposição de fezes nas imagens radiográficas. Visto isso, sugere-se jejum alimentar prévio e/ou esvaziamento retal para a avaliação radiográfica da coluna vertebral.

Por serem animais com carapaça, foi optada a incidência ventrodorsal do crânio pela facilidade de estender a cabeça rostradorsalmente nesses animais. Entretanto, para a realização da incidência dorsoventral é recomendada a utilização de almofadas de apoio sob a mandíbula para que o crânio fique posicionado perpendicularmente aos feixes de raios-x e à mesa de exame eliminando, assim, o artefato de magnificação. As almofadas podem auxiliar, também, na lateralização dos membros torácicos a fim de evitar sobreposição de estruturas na área de estudo.

Os discos intervertebrais não foram caracterizados nos animais deste estudo por meio da tomografia computadorizada. Isto ocorreu pois os tatus-galinhas são animais pequenos e, também, porque foi utilizado um aparelho tomográfico helicoidal de um *slice*. Além do mais, o exame de ressonância magnética é o exame de escolha para a melhor avaliação de tecidos com grande quantidade de moléculas de hidrogênio (Gavin, 2009), como os discos intervertebrais. Sendo assim, estudos futuros utilizando a ressonância magnética para a avaliação dessas estruturas serão necessários.

Não houve complexidade na execução dos exames de radiografia e de tomografia computadorizada nos tatus-galinhas, podendo ser aplicados na rotina clínica de animais selvagens. Algumas alterações ósseas mais sutis que não foram identificadas ao exame radiográfico nesse estudo foram facilmente caracterizadas nas imagens tomográficas. Como os processos xenartros exercem extrema função para a sobrevivência desta espécie, por estarem relacionados às atividades de rolamento e escavação, a identificação de lesões nessas estruturas por meio de exames imagenológicos auxilia na preservação e manutenção da espécie. Além disso, ter o conhecimento da morfologia normal e de suas variações em diferentes espécies é essencial para identificar lesões com sucesso.

Agradecimentos

Esse estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Nós agradecemos à Patrícia Sanmarco Rosa e ao Luiz Antonio da Silva Pires pela ajuda na obtenção dos animais *in vivo* e das carcaças, respectivamente.

Referências

Aguiar, J. M., and A. B. Da Fonseca, 2008: Conservation status of the Xenarthra. In: The biology of the Xenarthra (S. F. Vizcaíno and W. J. Loughry, eds). Gainesville: University Press of Florida, 2008. pp. 227-228.

Alves, L. S., L. R. Oliva, M. G. S. Charlier, S. P. Bonatelli, L. R. Inamassu, L. C. Vulcano, and C. R. Teixeira, 2013: Fratura em seguimento lombar da coluna vertebral em um tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*). An. Simp. Intern. Diag. Imag. SINDIV **3**, 57-58.

Alves, L. S., V. R. Babicsak, M. G. S. Charlier, L. C. Vulcano, 2015. Radiography, computed tomography and 3D reconstruction of the pelvis in the nine-banded armadillo, *Dasypus novemcinctus*. Worl. Small An. Vet. Assoc. Congr. Proc. WSAVA **40**, 66-67.

Bogoevich, A. M., 2011: Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus 1758): anatomia aplicada a radiografia e tomografia do aparelho hioide e coluna vertebral. Dissertação de Mestrado, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, pp. 81.

Britton, W. S., 1941: Form and function in the sloth (concluded). *Q. Rev. Biol.* **16**, 190-207.

Buchholtz, E. A., and C. C. Stepien, 2009: Anatomical transformation in mammals: developmental origin of aberrant cervical anatomy in tree sloths. *Evol. Dev.* **11**, 69-79.

Burk, R. L., and D. A. Feeney, (eds.) 2003: The spine. In: *Small Animal Radiology and Ultrasonography*. St. Louis: Elsevier Science. p. 670.

D'Anjou, M-A., 2013: Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (D. E. Thrall, ed). St Louis: Elsevier Saunders. pp. 50-73.

Dyce, K. M., and C. J. G. Wensing, (eds.) 2010: The respiratory apparatus. In: *Textbook of veterinary anatomy*. St. Louis: Saunders Elsevier. 4th ed. p. 152

Eisenberg, J. F., and K. H. Redford, (eds.) 1999: Order Xenarthra (Edentata). In: *Mammals of the Neotropics*. Chicago and London: The University of Chicago Press. pp. 98-105.

Endo, H., N. Niizawa, T. Komiya, S. Kawada, J. Kimura, T. Itou, H. Koie, and T. Sakai, 2007: Three-dimensional CT examination of the mastication system in the giant anteater. *Zool. Sci.* **24**, 1005-1011.

Endo, H., T. Komiya, S. Kaeada, A. Hayashida, J. Kimura, T. Itou, H. Koie, and T. Sakai, 2009: Three-dimensional reconstruction of the xenarthrous process of the thoracic and lumbar vertebrae in the giant anteater. *Mamm. Stud.* **34**, 1-6.

Evans, H. E., and A. De Lahunta, (eds.) 2013: The skeleton. In: *Miller's Anatomy of the Dog*. St Louis: Elsevier Saunders. pp. 113-127.

Farrow, C. S., 2009: *Veterinary Diagnostic Imaging: Birds, Exotic Pets And Wildlife*. St. Louis: Mosby Elsevier.

Feldhamer, G. A., L. C. Drickamer, S. H. Vessey, and J. F. Merritt, (eds.) 1999: Xenarthra, Pholidota, and Tubulidentata. In: *Mammalogy: Adaptation, Diversity, And Ecology*. St. Louis: McGraw-Hill. pp. 250-252.

Flower, W. H., 1885: *Osteology of the Mammalia*. London: Macmillian and CO.

Frechkop, S., 1949: Explication biologique fournie par les tatous, d'un des caractères distinctifs des Xénarthres et d'un caractère adaptatif analogue chez les Pangolins. *Bulletin Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*. **25**, 1-12.

Galliari, F. C., A. A. Carlini, and M. R. Sánchez-Villagra, 2010: Evolution of the axial skeleton in armadillos (Mammalia, Dasypodidae). *Mamm. Biol.* **75**, 326-333.

Gaudin, T. J., 1999: The morphology of the xenarthrous vertebrae (Mammalia: Xenarthra). *Field Museum of Natural History*. **41**, 1-38.

Gaudin, T. J., and A. A. Biewener, 1992: The functional morphology of xenarthrous vertebrae in the armadillo *Dasypus novemcinctus* (Mammalia, Xenarthra). *J. Morphol.* **214**, 63-81.

Gavin, P. R., 2009: Basic physics. In: *Practical small animal MRI* (P. R. Gavin and R. S. Bagley, eds.). Iowa: Wiley-Blackwell. pp. 4-7.

Getty, R., (ed.) 1981: General osteology. In: *The anatomy of the domestic animals*, 5th edn, Vol. 1. Philadelphia, London, Toronto: WB Saunders Co., pp.19-26.

Hamlett, G. W. D. 1939: Identity of *Dasypus septemcinctus* Linnaeus with notes on some related species. *J. Mamm.* **20**, 328-336.

Hautier, L., V. Weisbecker, M. R. Sánchez-Villagra, A. Goswami, and R. J. Asher, 2010: Skeletal development in sloths and the evolution of mammalian vertebral patterning. *P. Natl. Acad. Sci-Biol.* **107**, 18903-18908.

Kinns, J., R. Malinowski, F. McEvoy, T. Schwarz, and A. Zwingenberger, 2011: Special software applications. In: *Veterinary Computed Tomography* (T. Schwarz and L. Saunders, eds). West Sussex: John Wiley & Sons. pp. 70-71.

McBee, K, and R. J. Barker, 1982: *Dasyus novemcinctus*. *Mamm. Species* **162**, 1-9.

McDonough, C. M., and W. J. Loughry, 2008: Behavioral ecology of armadillos. In: *The Biology of the Xenarthra* (S. F. Vizcaíno and W. J. Loughry, eds). Gainesville: University Press of Florida. pp. 282-292.

Medri, Í. M., G. M. Mourão, and F. H. G. Rodrigues, 2006: Ordem Xenarthra. In: *Mamíferos do Brasil* (N. R. Reis, A. L. Perachi, W. A. Pedro, and I. P. Lima, eds). Londrina: Universidade Estadual de Londrina. pp. 92-93.

Narita, Y., and S. Kuratani, 2005: Evolution of the vertebral formulae in mammals: a perspective on developmental constraints. *J. Exp. Zool. Part B* **30**, 91-106.

Nowak, R. M., (ed.) 1999: *Walker's Mammals of the World*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Nyakatura, J. A., and M. S. Fischer, 2010: Functional morphology and three-dimensional kinematics of the thoraco-lumbar region of the spine of the two-toed sloth. *J. Exp. Biol.* **213**, 4278-4290.

Rose, K. D., and R. J. Emry, 1993: Relationships of Xenarthra, Pholidota and fossil "Edentates": The morphological evidence. In: *Mammal Phylogeny. Placentals* (F. S. Szalay, M. J. Novacek, and M. C. McKenna, eds). New York: Springer. pp. 81–102.

Sánchez-Villagra, M. R., Y. Narita, and S. Kuratani, 2007: Thoracolumbar vertebral number: the first skeletal synapomorphy for afrotherian mammals. *Syst. Biodivers.* **5**, 1-7.

Scillato-Yané, G. J., 1982: Los Dasypodidae (Mammalia, Edentata) del Plioceno y Pleistoceno de Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, pp. 159.

Talmage, R. V., and G. D. Buchanan, 1954: The armadillo (*Dasypus novemcinctus*). A review of its natural history, ecology, anatomy and reproductive physiology. Rice Inst. Pamphlet, Monogr. Biol. **41**, 1-135.

Thrall, D. E., 2013: Principles of radiography interpretation of the axial skeleton. In: Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology (D. E. Thrall, ed), 6th edn. St Louis: Elsevier Saunders. pp. 101-113.

Vaughan, T. A., J. M. Ryan, and N. J. Czaplewski, 2011: Cingulata, Pilosa, and Pholidota. In: Mammalogy (T. A. Vaughan, J. M. Ryan, and N. J. Czaplewski, eds). Sudbury: Jones and Bartlett Publishers. pp. 148-149.

Vizcaíno, S. F., and N. Milne, 2002: Structure and function in armadillo limbs (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae). J. Zool. **257**, 117-127.

Vizcaíno, S. F., and W. J. Loughry, 2008: Xenarthran biology: past, present, and future. In: The Biology of the Xenarthra (S. F. Vizcaíno and W. J. Loughry, eds). Gainesville: University Press of Florida. pp. 1-7.

Vizcaíno, S. F., M. S. Bargo, and G. H. Cassini, 2006: Dental occlusal surface area in relation to body mass, food habits and other biological features in fossil xenarthrans. Rev. Asos. Paleontol. Argent. **43**, 11-26.

Vizcaíno, S. F., R. A. Fariña, M. S. Bargo, and G. De Iuliis, 2004: Functional and phylogenetic assessment of the masticatory adaptations in Cingulata (Mammalia, Xenarthra). Rev. Asos. Paleontol. Argent. **41**, 651-664.

Widmer, W. R., and D. E. Thrall, 2013: The canine and feline vertebrae. In: Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology (D. E., Thrall, ed), 6th. St Louis: Elsevier Saunders. pp. 175-176.

Winge, H., 1941: The interrelationships of the mammalian genera. Monotremata, Marsupialia, Insectivora, Chiroptera, Edentata, Vol. 1. Copenhagen: C.A. Reitzels Forlag.

ANEXOS

Tabela 1. Análise estatística descritiva da coluna vertebral dos 20 tatus-galinhas, com exceção do segmento caudal, o qual foi avaliado em 8 tatus-galinhas

	Cervical	Torácica	Lombar	Sinsacro	Caudais livres
Número da amostra	20	20	20	20	8
Mínimo	7	9	5	9	20
25% Percentuais	7	10	5	9	23
Médio	7	10	5	9	24
75% Percentuais	7	10	5	9	25
Máximo	7	11	6	9	27
Média ± DP	7 ± 0	10 ± 0,3	5,1 ± 0,3	9 ± 0	23,88 ± 2,03
Erro padrão da média	0	0,07255	0,06882	0	0,7181
Menor IC 95% da média	7	9,848	4,956	9	22,18
Maior IC 95% da média	7	10,15	5,244	9	25,57

DP, Desvio padrão; IC 95%, Intervalo de confiança de 95%

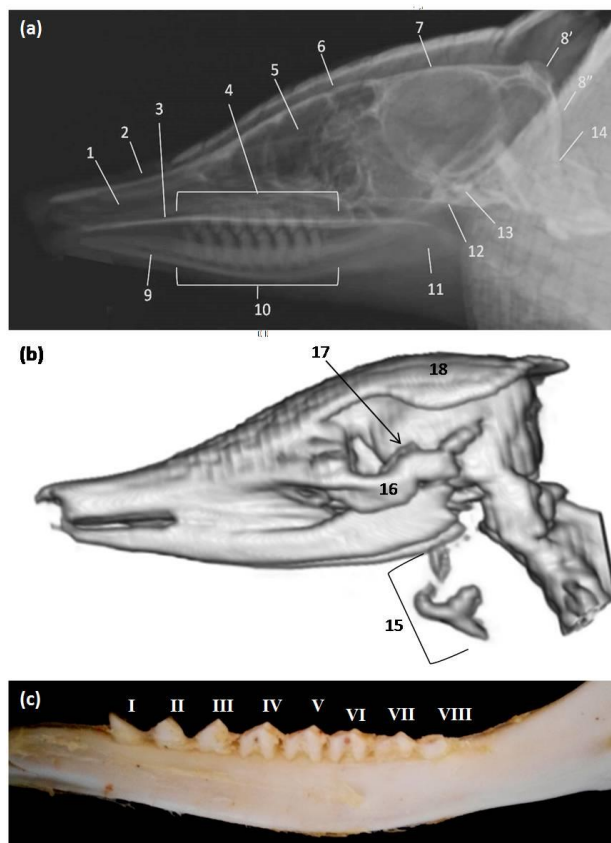


Fig. 1. Vista lateral do crânio do *Dasyops novemcinctus* por meio da (a) radiografia e da (b) reconstrução 3D. Abaixo (c), imagem macroscópica do ramo mandibular em vista lateral com destaque nos dentes mandibulares (I-VIII). (1) cavidade nasal; (2) osso nasal; (3) palato duro; (4) dentes maxilares; (5) cavidade frontal; (6) osso frontal; (7) osso parietal; (8') protuberância occipital externa; (8'') osso occipital; (9) osso mandibular; (10) dentes mandibulares; (11) processo angular da mandíbula; (12) articulação temporomandibular; (13) ossos timpânicos; (14) articulação atlanto-occipital; (15) aparelho hioide; (16) arco zigomático; (17) processo coronoide; (18) placas dérmicas do crânio.

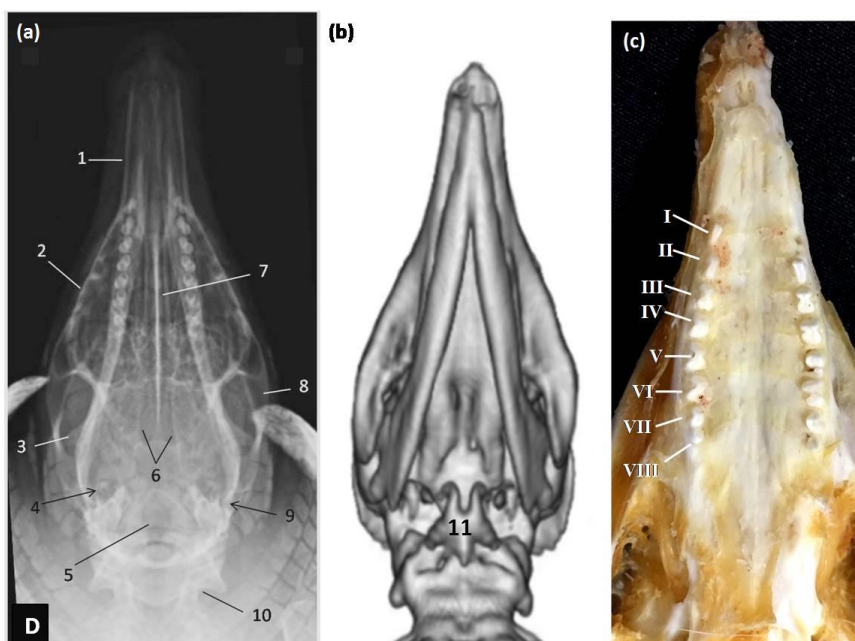


Fig. 2. Vista ventrodorsal do crânio do *Dasyops novemcinctus* por meio da (a) radiografia e da (b) reconstrução 3D. Destaque na imagem macroscópica dos dentes maxilares (I-VIII) em vista ventrodorsal. (1) osso maxilar; (2) osso frontal; (3) processo coronoide da mandíbula; (4) cavidade timpânica; (5) forame magno; (6) fossas etmoidais; (7) vômer; (8) osso zigomático; (9) articulação temporomandibular; (10) vértebra C1; (11) aparelho hioide. *D*=direito.



Fig. 3. Imagens radiográficas (a) lateral e (b) ventrodorsal de um tatu-galinha filhote com poucos dias de vida demonstrando a bula timpânica ampla (seta) e as estruturas ósseas timpânicas (ponta de seta) radiopacas e bem definidas. *D=direito*.

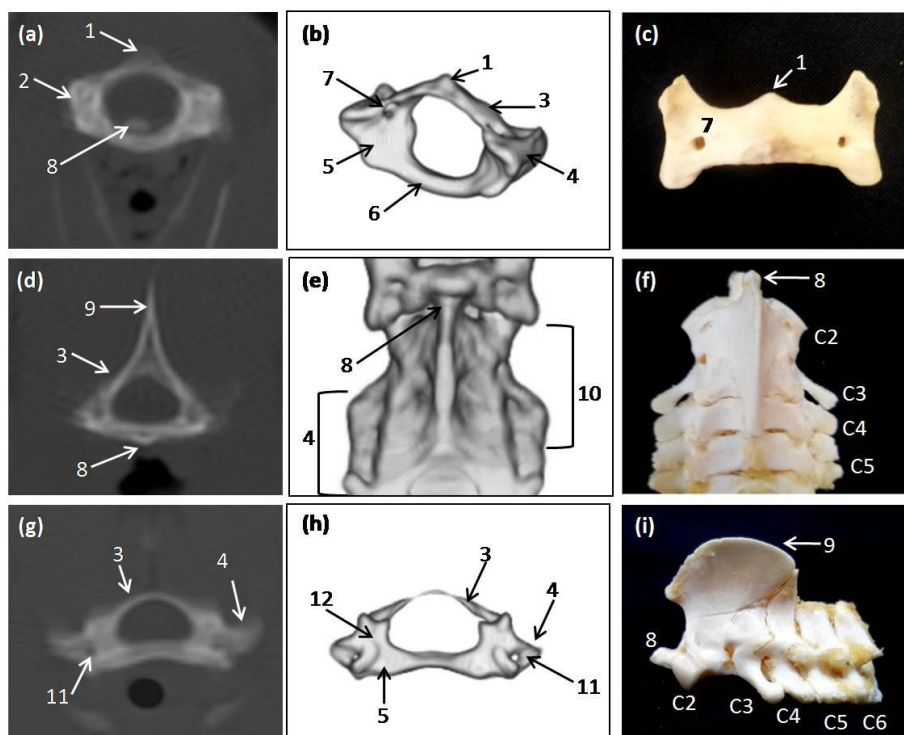


Fig. 4. Segmento vertebral cervical do *Dasyus novemcinctus*. Imagens do atlas em (a) plano transversal tomográfico, (b) reconstrução 3D em vista oblíqua craniolateral e (c) imagem macroscópica em vista dorsal. Imagens do axis/mesocervical em (d) plano transversal tomográfico, (e) reconstrução 3D em vista dorsal e (f) imagem macroscópica em vista dorsal. Imagens das demais vértebras cervicais em (a) plano transversal tomográfico, (b) reconstrução 3D em vista cranial e (c) imagem macroscópica em vista lateral. (1) tubérculo dorsal; (2) massa lateral; (3) arco vertebral dorsal; (4) processo transverso; (5) fôvea articular cranial; (6) arco vertebral ventral; (7) forame vertebral lateral; (8) dente do axis; (9) processo espinhoso; (10) osso mesocervical; (11) forame transverso; (12) processo articular cranial.

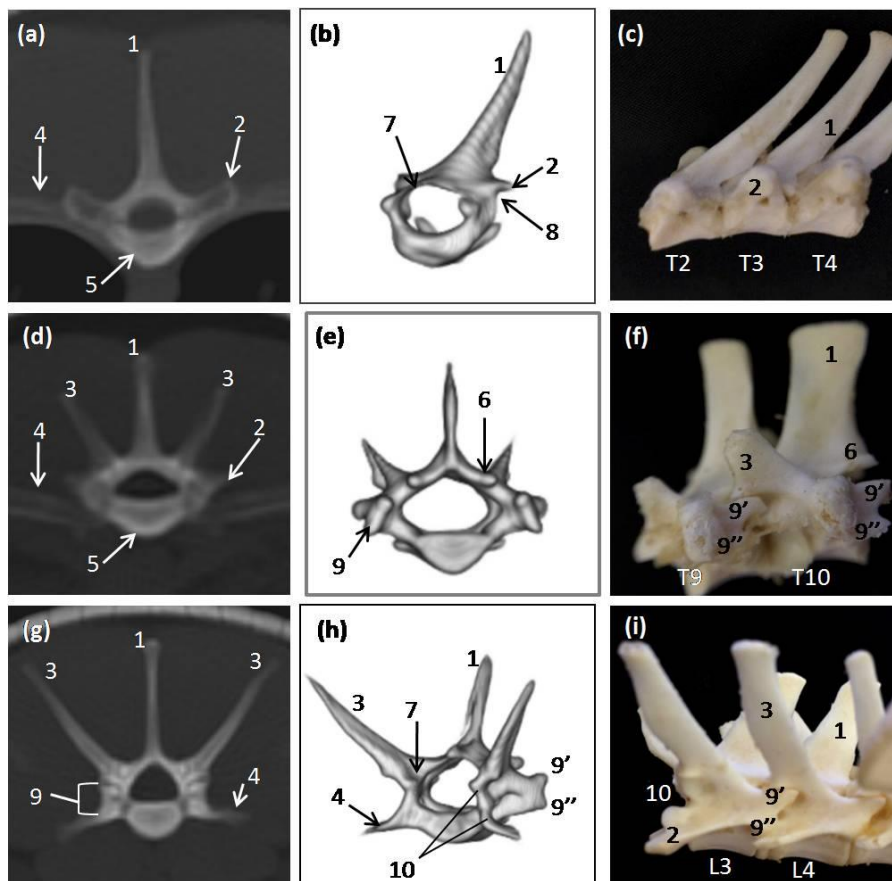


Fig. 5. Segmento vertebral toracolombar do *Dasypus novemcinctus*. Imagens de vértebras torácicas craniais em (a) plano transversal tomográfico, (b) reconstrução 3D em vista oblíqua craniolateral e (c) imagem macroscópica em vista lateral. Imagens de vértebras torácicas caudais em (d) plano transversal tomográfico, (e) reconstrução 3D em vista oblíqua caudal e (f) imagem macroscópica em vista lateral. Imagens de vértebras lombares em (g) plano transversal tomográfico, (h) reconstrução 3D em vista oblíqua craniolateral e (i) imagem macroscópica em vista lateral. (1) processo espinhoso; (2) processo transverso; (3) processo mamilar; (4) costela; (5) corpo vertebral; (6) processo articular caudal; (7) processo articular cranial; (8) fôvea costal caudal; (9') processo xenartro dorsal; (9'') processo xenartro ventral; (10) facetas articulares acessórias craniais do processo xenartro.

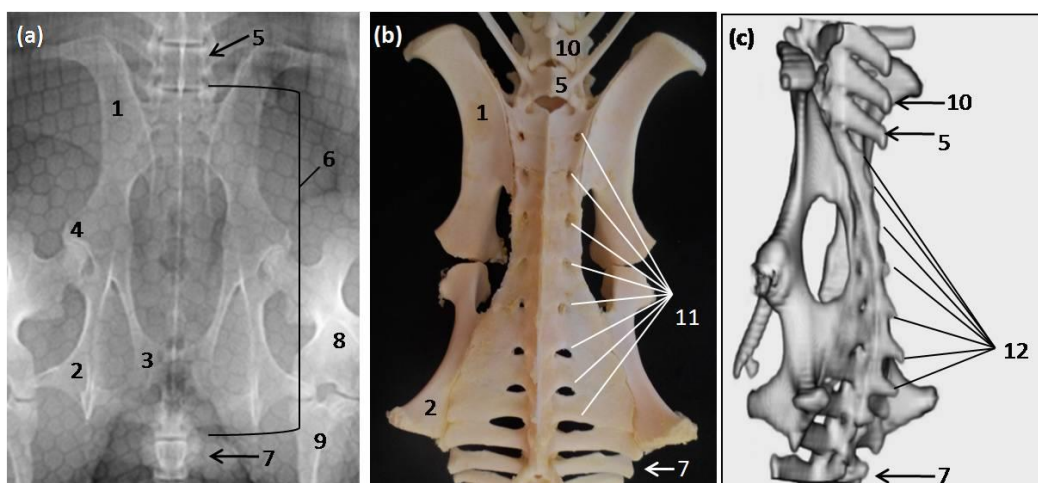


Fig. 6. Pelve do *Dasypus novemcinctus* demonstrado na (a) imagem radiográfica ventrodorsal, (b) imagem macroscópica em vista dorsal e (c) reconstrução 3D em vista laterodorsal oblíqua. (1) flijo; (2) ísquio; (3) púbis; (4) acetábulo; (5) última vértebra lombar-L5; (6) sinsacro; (7) processos transversos das vértebras caudais fusionadas ao ísquio; (8) fêmur; (9) tíbia; (10) penúltima vértebra lombar-L4; (11) forames sacrais pélvicos; (12) processos espinhosos de cada vértebra do sinsacro.

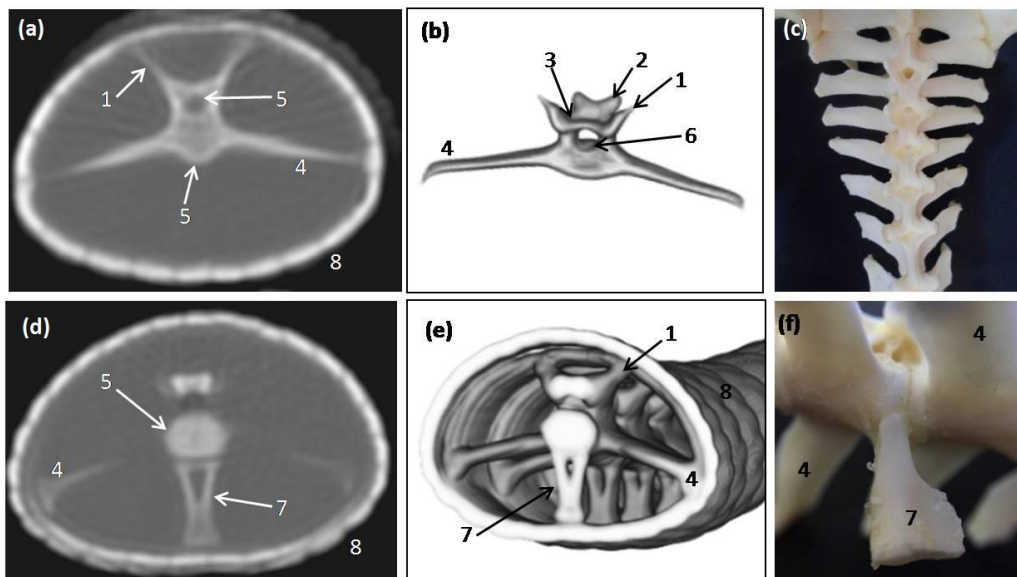


Fig. 7. Segmento vertebral caudal do *Dasyurus novemcinctus*. Imagens de vértebras caudais em (a) plano transversal tomográfico, (b) reconstrução 3D em vista oblíqua craniodorsal e (c) imagem macroscópica em vista dorsal demonstrando a redução gradual dos processos transversos. Imagens dos processos hemais em (d) plano transversal tomográfico, (e) reconstrução 3D em vista oblíqua craniolateral e (f) imagem macroscópica em vista lateral com destaque no espaço intervertebral. (1) processo mamilar; (2) processo articular caudal; (3) processo articular cranial; (4) processo transverso; (5) corpo vertebral; (6) canal vertebral; (7) processo hemal; (8) placas dérmicas da cauda.

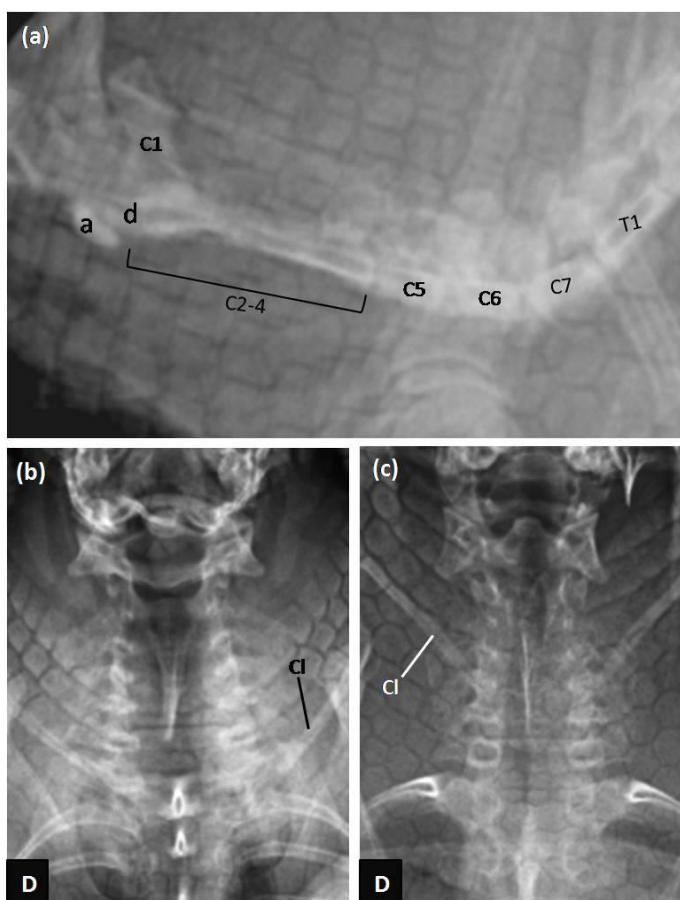


Fig. 8. Imagens radiográficas da coluna cervical do *Dasyurus novemcinctus* em (a) vista lateral demonstrando as sete vértebras cervicais (C1-C7), com o osso mesocervical marcado como C2-4, e em vista ventrodorsal com (b) os membros tracionados caudalmente e (c) tracionados rostralmente, demonstrando o movimento da clavícula. Nota o processo espinhoso do axis sobrepondo até a sexta vértebra cervical. *a*= arco ventral do atlas; *Cl*=clavícula; *d*=dente do axis.

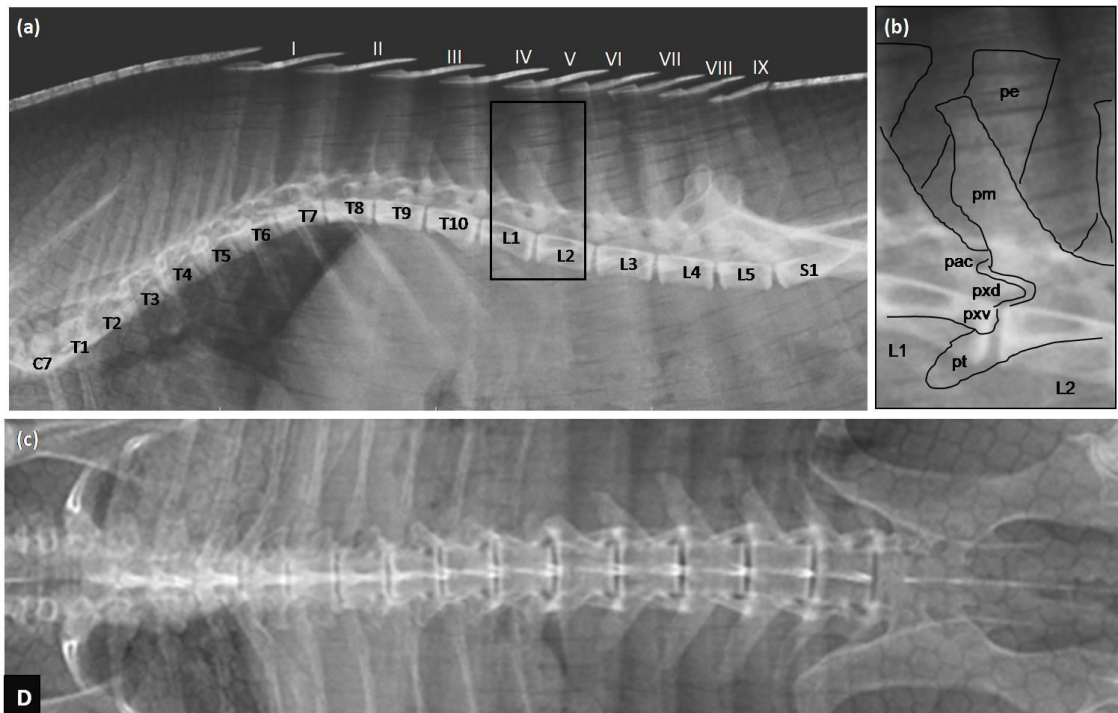


Fig. 9. Imagens radiográficas da coluna toracolombar do *Dasyus novemcinctus* em (a) vista lateral, com (b) destaque no complexo articular intervertebral de L1-L2, e (c) vista ventrodorsal. Note os processos mamilares projetados cranialmente na incidência lateral, sobrepondo os processos espinhosos, e laterocranialmente na incidência ventrodorsal, não sendo notados os processos transversos. *pac*=processo articular caudal de L1; *pe*=processo espinhoso de L1; *pm*=processo mamilar de L2; *pt*=processo transverso de L2; *pxd*=processo xenartro dorsal; *pxv*=processo xenartro ventral; I-IX=cintas móveis da carapaça.

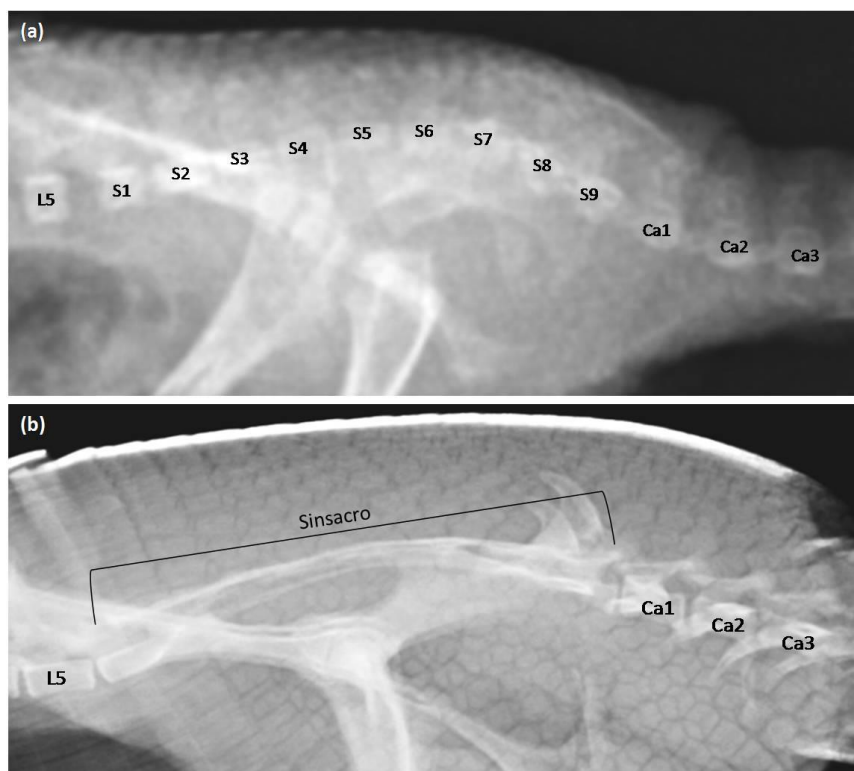


Fig. 10. Imagens radiográficas em vista lateral de (a) um tatu-galinha filhote demonstrando as vértebras do sinsacro separadas pelo espaço intervertebral radioluciente e de (b) um tatu-galinha adulto com as vértebras fusionadas à pelve, notando a sobreposição das últimas vértebras do sinsacro pela exuberante tuberosidade isquiática.

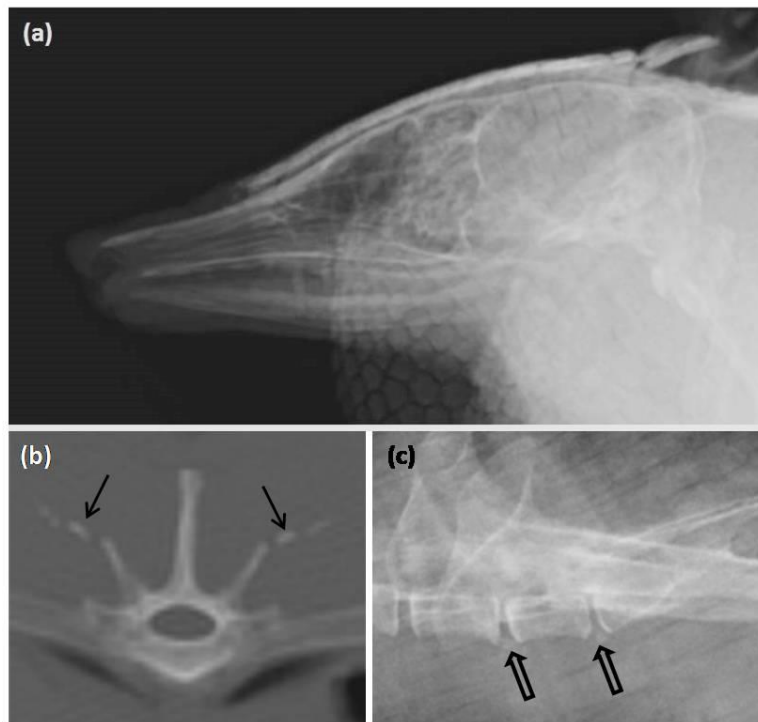


Fig. 11. Imagens radiográficas e tomográficas de um tatu-galinha de 14 anos. (a) incidência radiográfica lateral do crânio demonstrando a ausência de dentes, (b) plano transversal tomográfico da vértebra T9 com fragmentação dos processos mamilares (setas finas), e (c) incidência radiográfica lateral do segmento lombossacro com a presença de pequenos entesófitos do ligamento longitudinal ventral entre L5-6 e L6-S1 (seta contornada).