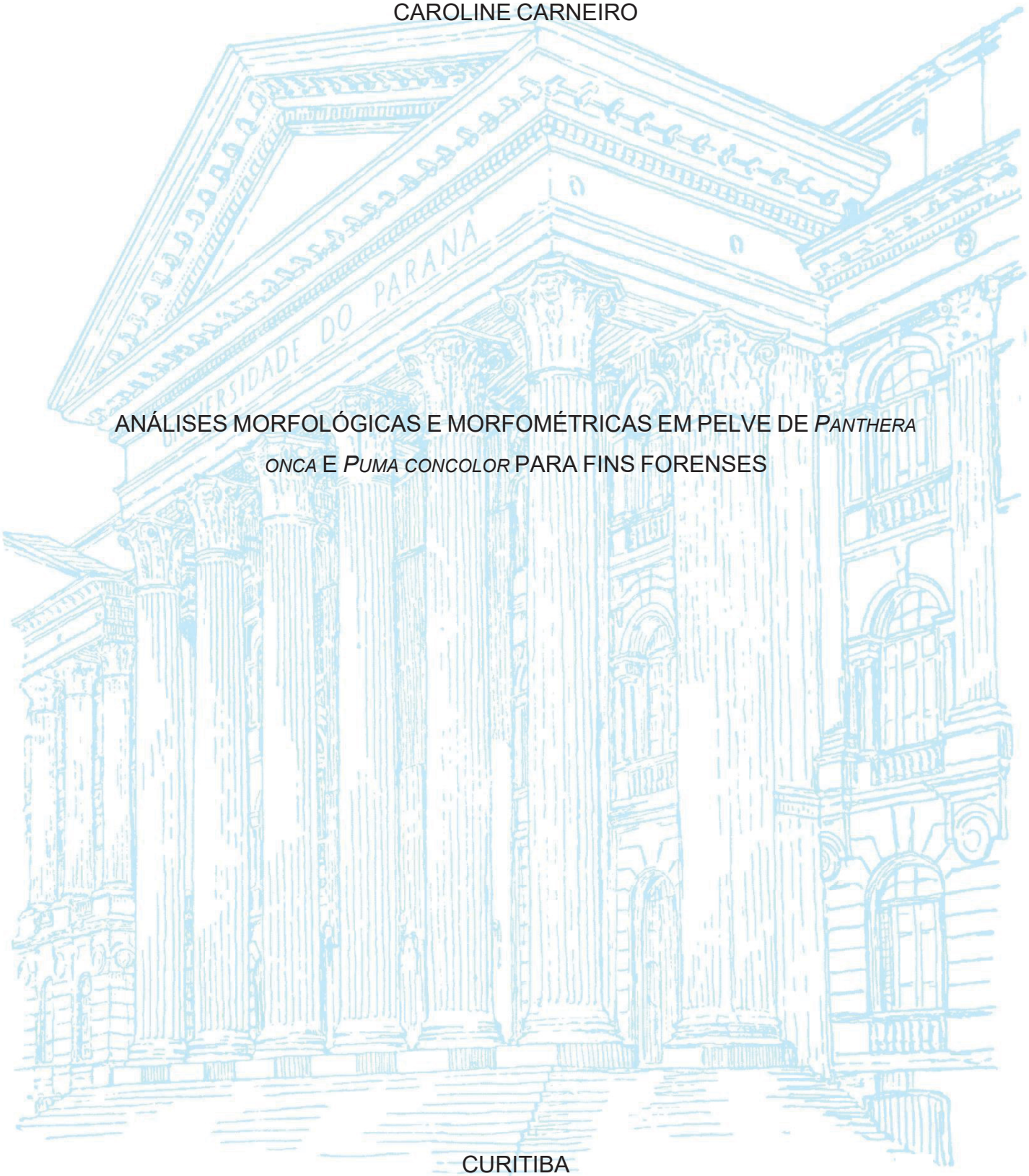
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINE CARNEIRO



ANÁLISES MORFOLÓGICAS E MORFOMÉTRICAS EM PELVE DE *PANTHERA ONCA* E *PUMA CONCOLOR* PARA FINS FORENSES

CURITIBA

2024

CAROLINE CARNEIRO

ANÁLISES MORFOLÓGICAS E MORFOMÉTRICAS EM PELVE DE *PANTHERA ONCA* E *PUMA CONCOLOR* PARA FINS FORENSES

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.
Orientadora: Profª. Drª. Rita de Cassia Maria Garcia

CURITIBA
2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Carneiro, Caroline
Análises morfológicas e morfométricas em pelve de *Panthera onca* e *Puma concolor* para fins forenses / Caroline Carneiro. – Curitiba, 2024.
1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Orientadora: Profª Drª Rita de Cassia Maria Garcia

1. Felídeo. 2. Animais silvestres. 3. Osteologia forense. I. Garcia, Rita de Cassia Maria. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

Bibliotecária: Telma Terezinha Stresser de Assis CRB-9/944

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS - 40001016023P3

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **CAROLINE CARNEIRO** intitulada: **Análises morfológicas e morfométricas em pelve de *Panthera onca* e *Puma concolor* para fins forenses.**, sob orientação da Profa. Dra. RITA DE CASSIA MARIA GARCIA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Fevereiro de 2024.

Assinatura Eletrônica
02/05/2024 17:22:47.0
RITA DE CASSIA MARIA GARCIA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
28/03/2024 11:54:56.0
SERVIO TULIO JACINTO REIS
Avaliador Externo (POLÍCIA FEDERAL)

Assinatura Eletrônica
21/04/2024 10:25:40.0
RAIMUNDO ALBERTO TOSTES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

DEDICATÓRIA

Ahhhh! Os animais invisíveis…

Os que transitam entre a vida e morte pelas nossas estradas, rios, e céus… vão contar com quem afinal? Meu desejo é poder salvá-los. Movo minha vida por esse desejo, para que eles não se tornem apenas estatística, livros e artigos.

A Deus pertence, todas as criaturas da Terra e de todos os mundos, por isso dedico todo meu trabalho a “Ele” e aos animais invisíveis!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois descobri cedo minha missão, e apesar das dificuldades no caminho, Deus sempre esteve ao meu lado!

Aos ossos mais duros de roer, meus pais. Eterna gratidão!

Aos meus irmãos, que apesar de não terem paciência para a ciência são a melhor fonte de risadas, amizade e segurança. Gratidão!

A minha filha Clara, meu anjo, gratidão por nossa vida ser como é!

Agradeço meus ancestrais que me ensinaram muito! Em especial meu avô Benvindo, que me contava suas histórias dos tempos de caçadas, mato adentro no interior do Paraná, e eu criança, vidrada, só queria ter uma vida tão cheia de emoções quanto a dele, cheia de animais, natureza e liberdade. Como as coisas mudam... Eu cresci e hoje defendo o lado dos caçados, não o do caçador, e ainda assim, sou presenteada constantemente com aventuras, bichos fantásticos e uma certa liberdade.

Agradeço aos meus amigos, pelas palavras de encorajamento e pelo apoio irrestrito! Em especial ao amigo Caio Carniatto, que me pegou pela mão e me guiou até aqui, e à minha querida amiga Kellen Rejane Gomes Monteiro, veterinária da PF em Brasília, parceira, amiga e fada madrinha desde 2019.

Agradeço ao Dr. Sérvio Reis, que há muitos anos abriu as portas da Medicina Veterinária Legal para mim, posteriormente me lançou nesse desafio de pesquisar sobre onças, abrindo também as portas do Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal do Brasil, levando meu aprendizado para outro nível. Agradeço também aos colegas do nosso Grupo de Pesquisa em Medicina Veterinária Legal, que foram um ponto de apoio muito importante!

Aos meus Professores, grandes mestres, Profa. Rita Garcia e Prof. Vicente Ataíde. Sintam-se abraçados, muito obrigada por tudo ao longo dos anos!

Agradecimento especial aos Professores Titulares do Setor de Mastozoologia, Departamento de Vertebrados do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor João Alves de Oliveira e Professor Marcelo Weskler. Esse foi o primeiro acervo a responder minhas solicitações e um dos mais acolhedores! Foi o primeiro acervo que pisei na vida!

Os Professores me receberam muito bem e me auxiliaram em tudo. Não posso deixar de agradecer à Dra. Maíra Laeta, por compartilhar seu conhecimento e atenção comigo. Os cariocas realmente são gente boa! Espero do fundo do coração que esse setor seja valorizado pela sociedade e que receba a devida atenção que merece!

Agradeço à Dra. Joyce R. Prado, Curadora da Mastozoologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, que disponibilizou material para a pesquisa e ao Dr. Fábio Nascimento, que compartilhou conhecimento e refez para mim uma bendita mensuração osteológica!

Agradeço ao Dr. Kauê Cachuba de Abreu, conhecido como Kauê Onça, que me apresentou o pessoal do Museu de História Natural do Capão da Imbuia, em Curitiba. Esse trabalho foi abrilhantado pelo auxílio do Curador de Mamíferos do Museu, Dr. André Magnani Xavier de Lima, e pelo Taxonomista Sebastião Carlos Pereira. Eles foram fundamentais para a pesquisa, garantindo mais peças osteológicas para análise.

Agradeço demais à UFPR e a CAPES! Foram trinta e oito anos de construção pessoal e profissional até me tornar parte dessa “entidade” UFPR. Por conta “dela”, saí desbravando o Brasil em busca das pelves perdidas! Fiz uma correria no perrengue pelos estados, fiz novos amigos, aprendi muito!

Agradeço ao meu amor Samuel Balanin, por todo auxílio com o trabalho, por todo cuidado e carinho!

Por último, não menos importante, agradeço imensamente aos animais invisíveis. Esses que não dormem em camas, não usam roupas e não os vemos domingo no shopping. Eu me refiro aos perseguidos, cativos e mortos, apenas por serem livres, por terem uma bela voz, belas cores e peles. Por enquanto eu só os agradeço! E prometo, que suas vidas perdidas não serão em vão. Elas nos darão pistas para vencermos o mal.

“Caráter, sinceridade, persistência, respeito e autocontrole.”

(Ginshin Funakoshi)

RESUMO

Essa pesquisa de mestrado versa sobre a identificação osteológica de *Panthera onca* e *Puma concolor*, através de suas pelves, para fins forenses. A dissertação traz em seu primeiro capítulo uma revisão bibliográfica sobre morfometria aplicada em mamíferos, revelando quão deficitário são os conhecimentos sobre a osteologia pélvica desses animais. No segundo capítulo, é abordado a aplicação de análises morfométricos em caráter experimental, em 14 pelves de felídeos silvestres de médio e grande porte, encontradas em diferentes instituições ao redor do Brasil. Esse experimento revelou a existência de diferenças osteológicas na pelve entre as espécies estudadas, capazes de identificar as espécies, e demonstrou a existência de dimorfismo sexual. Os resultados obtidos com essa pesquisa vêm contribuir com a conservação, proteção e identificação de animais que são ícones em territórios brasileiros.

Palavras-chaves: Animais Silvestres, Ciências Forenses, Morfometria, Osteologia, Perícia, Pelve.

ABSTRACT

This master's degree research focuses on the osteological identification of Panthera onca and Puma concolor through their pelvis for forensic purposes. The dissertation includes a literature review on morphometrics applied to mammals in its first chapter, revealing the deficiency in knowledge about the pelvic osteology of these animals. The second chapter addresses the application of morphometric analyses on an experimental basis, involving 14 pelvis specimens from wild felids of medium and large size, sourced from various institutions across Brazil. This experiment revealed osteological differences in the pelvis among the studied species, enabling species identification and demonstrating the existence of sexual dimorphism. The findings from this master's research contribute to the conservation, protection, and identification of iconic animals in Brazilian territories.

Keywords: Expertise, Forensic Sciences, Morphometry, Osteology, Pelvis, Wildlife

LISTA DE FIGURAS

Figura.1	Infográfico que indica os acervos consultados, bem como o número, espécie e sexo dos animais amostrados	**36**
Figura.2	Imagem da vista ventral de uma pelve e sacro de com evidenciação dos marcos anatômicos utilizados como referência no presente estudo.	**38**
Figura.3	Imagem da vista dorsocaudal de uma pelve e sacro de com evidenciação dos marcos anatômicos utilizados como referência no presente estudo.	**38**
Figura.4	Relação das mensurações dos marcos anatômicos dorsais entre *P. concolor* e *P. onca*.	**40**
Figura.5	Relação das mensurações dos marcos anatômicos ventrais entre *P. concolor* e *P. onca*	**41**
Figura.6	Análise PCA da vista dorsocaudal	**42**
Figura.7	Análise PCA da vista cranioventral	**43**
Figura.8	Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na visão dorsal de machos e fêmeas de *P. onca*	**44**
Figura.9	Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na vista ventral de machos e fêmeas de *P. onca*	**44**
Figura.10	Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na vista ventral de machos e fêmeas de *P. concolor.*	**45**
Figura.11	Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na vista ventral de machos e fêmeas de *P. concolor*	**45**
Figura.12	*P. onca* macho, INC. A) Vista dorsal. B) Vista ventral.	**46**
Figura.13	*P. concolor* macho. MUZUSP. A) Vista dorsal. B) Vista ventral.	**47**
Figura.14	*P. onca* fêmea, INC. A) Vista dorsal. B) Vista ventral	**47**
Figura.15	*P. onca* fêmea, MUZUSP. A) Vista dorsal. B) Vista ventral	**48**
Figura.16	*P. concolor fêmea MHNCI, A) Vista dorsal. B) Vista ventral*	**48**

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Descrição dos oito marcos anatômicos da vista cranioventral **36**

Quadro 2. Descrição de treze marcos anatômicos da vista dorsocaudal. **37**

LISTA DE ABREVIAÇÕES EM INGLÊS

ASP: Anterior superior iliac spine to the pubic tubercle.

C: Conjugate diameter.

CT: The distance between the uppermost point on the iliac crest and the lowest point on the ischiatic tuberosity.

IC: Iliac crest.

IE: Iliopubic eminences.

IS: Transverse diameter; the greatest transverse distance of the bony pelvic cavity, measured from the cranial aspect of the ilium.

ISA1: Ischiatic arch one.

ISA2: Ischiatic arch two.

LI: Length of the ilium.

LIS: Length of the ischium.

LP: Length of the pubis.

O: The distance from the ventral rim of the sacroiliac joint to the opposite iliopubic eminence.

OL: Greatest length of the obturator foramen.

OTD: Outlet transverse diameter; the greatest diameter of the outlet between the ischiatic tuberosities.

OW: Greatest width of the obturator foramen.

PS: Total length of the pelvic symphysis.

SP: The distance from the most lateral point of the ischiatic tuberosity to the medial end of the pubis.

T: Transverse diameter.

LISTA DE ABREVIAÇÕES

MHNCI: Museu de História Natural do Capão da Imbuia

MN: Museu Nacional

MUZUSP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

P. concolor: *Puma concolor*

***P. onca*:** *Panthera onca*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL **13**
REFERÊNCIAS **14**
CAPÍTULO I. MORFOMETRIA EM MAMÍFEROS: BASES ANATÔMICAS, APLICAÇÕES CLÍNICO-CIRÚRGICAS E FORENSES - REVISÃO DE LITERATURA **16**
RESUMO **17**
1. INTRODUÇÃO **18**
2. REVISÃO DE LITERATURA **20**
2.1 ASPECTOS ANATÔMICOS 20
2.2 IDENTIFICAÇÃO ANIMAL 22
2.3 MORFOMETRIA 23
2.4 ZOOMORFOLOGIA FORENSE 25
3. CONCLUSÃO **26**
REFERÊNCIAS **28**
CAPÍTULO II. MORFOMETRIA LINEAR EM PELVE DE *Panthera onca* E *Puma concolor* PARA FINS FORENSES **31**
RESUMO **32**
1. INTRODUÇÃO **33**
2. MATERIAIS E MÉTODO **35**
2.1. AMOSTRAS 35
2.2. APLICAÇÃO DA ANÁLISE MORFOMÉTRICA LINEAR 36
3. RESULTADOS **39**
4. DISCUSSÃO **49**
5. CONCLUSÃO **52**
REFERÊNCIAS **53**
6. CONCLUSÃO GERAL **56**
REFERÊNCIAS **57**

1. INTRODUÇÃO GERAL

A espécie humana vem causando um grande impacto no planeta Terra. Alterando habitats, introduzindo espécies exóticas, poluindo ar, solos, águas, explorando o meio ambiente de forma irresponsável, atingindo destruição em proporções alarmantes (Ferreira, Costa; 2017).

A onça-pintada (*Panthera onca*) é nativa dos continentes americanos, sendo que sua distribuição geográfica inicialmente se estendia do sul dos Estados Unidos da América até o norte da Argentina; esse habitat natural atualmente está confinado a pequenas áreas fragmentadas da América Central, México, e América do Sul (Silva et al. 2019).

Os grandes felídeos brasileiros estão em declínio quase que exclusivamente por atividades ou conflitos com humanos. A fragmentação de seus habitats naturais, desmatamento e a coexistência com a criação de gado, têm gerado o aumento da mortalidade desses carnívoros pela hostilidade humana, perseguição deliberada, morte por arma de fogo ou envenenamento, mortes acidentais por atropelamentos e outras fontes não intencionais de mortalidade (Michalski et al. 2006).

Uma grande ameaça aos felídeos nos últimos anos, é a matança por suas garras, dentes, peles, carne e ossos, para abastecer mercados Chineses e possivelmente do Sudeste Asiático (Ferreira; Charity, 2020). Um estudo produzido pela World Wide Fund for Nature Guianas (WWFN), no ano de 2010, foi um dos primeiros que correlacionaram a caça à onça pintada ao mercado chinês (Kerman, 2010).

O estudo da morfologia analisa a forma, servindo de base para estudos clássicos sobre a estrutura biológica e evolutiva. É uma disciplina crucial para taxonomistas, anatomistas, paleontologistas, arqueólogos e antropólogos forenses, com uma extensa literatura revisada por pares respaldando a rigorosidade científica e utilidade das técnicas de comparação morfológica (Moore et al. 2021).

Estudos forenses em pelve humana integram uma variedade de disciplinas científicas que embasam a identificação de indivíduos, a reconstrução de eventos traumáticos e a determinação de causas de morte. Se tratando da peritagem sobre animais, a Medicina Veterinária Legal é a ciência que integra diversas áreas científicas como a anatomia comparada, a patologia e a

tanatologia forense para a identificação animal, essa integração é chamada de Zoomorfologia Forense (Mayrink; Queiroz, 2017; Reis, 2020).

A escassez de estudos, estatísticas consolidadas, compilações, e o desconhecimento do público geral sobre os crimes contra animais silvestres, contribuem para a baixa pressão popular pelo seu combate (Costa et al. 2017). Diante dessa realidade, se desenvolveu essa pesquisa para colaborar com os profissionais da área forense em favor das espécies *Panthera onca* e *Puma concolor*.

Esta pesquisa foi possível graças à colaboração de acervos mastozoológicos de diferentes instituições brasileiras, que cederam material tombado para que os experimentos relatados no segundo capítulo dessa dissertação fossem realizados. Cito-os: Acervo Mastozoológico, Departamento de Vertebrados do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Acervo Mastozoológico do Museu de Zoologia da Universidade Federal de São Paulo, Acervo de Mastozoologia do Museu de História Natural do Capão da Imbuia e Acervo da Área de Perícias de Fauna do Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal do Brasil.

Essa dissertação se divide em dois capítulos que apresentam os produtos gerados pela pesquisa. O primeiro capítulo aborda uma revisão de literatura sobre análises morfológicas e morfométricas e sua aplicação em mamíferos. O segundo capítulo apresenta um artigo experimental com resultados da aplicação da morfometria linear em pelves de *Panthera onca* e *Puma concolor*, visando a identificação de espécies e avaliação de dimorfismo sexual.

Referências

COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M. Apresentação. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. Ciência Contra o Tráfico: Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. p.7-16. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M. Fortalecendo parcerias a favor da biodiversidade. p.17-22. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R **Ciência Contra o Tráfico**: Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

KERMAN I. Exploitation of the jaguar, *Panthera onca* and other large forest cats in Suriname. **WWF - World Wide Fund for Nature**. Guianas. 2010.

MAYRINK, R.R.; QUEIROZ, A.L.L. Exame pericial no local de crime no contexto do tráfico de animais silvestres. p.211-241. *In*: COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico**: Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa. IMPRELL, 2017.

MICHALSKI, F.; BOULHOSA, R.L.P.; FARIA, A.; PERES, C. Human–wildlife conflicts in a fragmented Amazonian forest landscape: determinants of large felid depredation on livestock. **Animal Conservation**, v.9, p.179-188. 2006.https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00025.x

MOORE, M.; BAKER, B.; BAUMAN, T.; CURTIS, M.; ESPINOZA, E.; FERREL, C.; FRANKHAM, G.; FRAZIER, K.; GILES, J.; HAWK, D.; ROVIE-RYAN, J.; JOHNSON, R.; KNOT, T.; KORNFIELD, I.; LINDQUIST, C.; LORD, W.; MORGAN, K.; O'BRIEN, R.; OGDEN, R.; WEBSTER, L. The Society for Wildlife Forensic Science standards and guidelines. **Forensic Science International: Animals and Environments**, v. 1, 100015, 2021. https://doi.org/10.1016/j.fsiae.

REIS, T.J.R. Maus-tratos a animais. p.79-94. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico**: Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa. IMPRELL, 2017.

SILVA, H.V.R.; NUNES, T.G.P.; RIBEIRO, L.R.; FREITAS, L.A.; OLIVEIRA, M.F.; ASSIS NETO, A.C.; SILVA, A.R.; SILVA, L.D.M. Morphology, morphometry, ultrastructure and mitochondrial activity of jaguar (*Panthera onca*) sperm. **Animal Reproduction Science**, v. 203, p. 84-93, 2019. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.02.011

CAPÍTULO I

MORFOMETRIA EM MAMÍFEROS: BASES ANATÔMICAS, APLICAÇÕES CLÍNICO-CIRÚRGICAS E FORENSES - REVISÃO DE LITERATURA

Paper publicado na revista Journal Archives of Health (H5 Index= 2) 10.46919/archv4n3-020
Archives of Health, Curitiba, v.4, n.3, p. 953-963, 2023. ISSN 2675-4711

Morfometria em mamíferos: bases anatômicas, aplicações clínico-cirúrgicas e forenses - revisão de literatura

DOI: 10.46919/archv4n3-020
Recebimento dos originais: 01/09/2023
Aceitação para publicação: 02/10/2023

Caroline Carneiro
Mestranda em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Endereço: R. dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba - PR, CEP: 80035-050
E-mail: carolacarneiromedvet@gmail.com

Caio Henrique de Oliveira Carniatto
Mestre em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ – USP)
Instituição: Escola de Ciências da Saúde, Centro Universitário Autônomo do Brasil (UNIBRASIL)
Endereço: Rua Konrad Adenauer, 442, Tarumã, Curitiba - PR, CEP: 82820-540
E-mail: caiocarniatto@gmail.com

Vicente de Paula Ataide Junior
Pós-Doutor em Direito Animal pela Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Instituição: Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Endereço: Praça Santos Andrade, 50, CEP: 80020-300
E-mail: vicente.junior@ufpr.br

Rita de Cassia Maria Garcia
Pós-Doutora em Medicina Legal, Social, Ética e do Trabalho pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP)
Instituição: Universidade Federal do Paraná
Endereço: Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba - Paraná, CEP: 80035-050
E-mail: ritamaria@ufpr.br

RESUMO

Os crimes contra a vida selvagem são uma preocupação mundial crescente, a sua materialização para efeitos legais depende da análise forense dos vestígios encontrados. A Zoomorfologia Forense é o campo da Medicina Veterinária que se dedica ao desenvolvimento de técnicas para a identificação animal a partir de seus vestígios, que podem ser ossos, pelos, carcaças, entre outros. O presente estudo teve como objetivo demonstrar a acurácia e a aplicabilidade das análises morfológicas e morfométricas consagradas em diferentes espécies de

mamíferos, realizando uma revisão exploratória da literatura disponível sobre o tema, usando as bases de dados CAFe, Google, Elsevier, Research Gate e pelo compartilhamento de referências com profissionais qualificados da área. Análises morfológicas e morfométricas como método para identificação de espécie, planejamento cirúrgico e reconstrução de achados arqueológicos são amplamente utilizados na medicina humana e em diferentes espécies de animais. O uso da morfometria gera dados objetivos por partirem de pontos de referência padronizados, resultando em níveis mais baixos de erros entre observadores, produzindo menos resultados indeterminados, podendo gerar padronização de medidas para objetos antes não estudados, independente da espécie a ser aplicada, além de ser uma técnica de investigação de simples reprodução, podendo ser realizada a partir de um paquímetro, a maneiras mais elaboradas como utilizando tomografia e softwares específicos.

Palavras-chave: ciências forenses, dimorfismo sexual, morfometria, zoomorfologia.

1. INTRODUÇÃO

Os crimes contra a vida selvagem são uma preocupação mundial crescente, pois estão no mesmo nível de importância dos crimes de tráfico de drogas, de humanos e de armas (Parry; Stoll, 2020). A Lei 9.605 estabelece o *princípio da primazia da liberdade natural,* segundo o qual, "Os animais serão prioritariamente libertados em seu habitat ou, sendo tal medida inviável ou não recomendável por questões sanitárias, entregues a jardins zoológicos, fundações ou entidades assemelhadas, para guarda e cuidados sob a responsabilidade de técnicos habilitados" (Ataíde Junior, 2022).

A sociedade vem demonstrando mudanças positivas em relação à proteção do meio ambiente e dos animais. Os registros sobre crimes contra os animais são encontrados com facilidade na internet, chamando a atenção pois parece haver um aumento do número de casos, assim como o aumento das manifestações, passeatas, palestras e listas de assinaturas pedindo por mais rigor no combate a esse tipo de crime (Nassaro, 2013).

Quando uma infração deixar vestígios, a legislação brasileira afirma que o exame de corpo de delito é indispensável, sendo que em crimes contra a

pessoa humana, os profissionais a prestarem esclarecimento dos fatos são os médicos legistas, odontólogos, geneticistas, arqueólogos e antropólogos forenses; em crimes contra animais, a Zoomorfologia Forense é o ramo que se ocupa das análises forenses em restos mortais de animais não-humanos, através de metodologias consagradas pela medicina legal adaptando-as aos animais para a elucidação de situações de direito (Reis, 2020).

Sua aplicação é fundamental para identificação animal e direcionamento da gravidade do delito, em especial quando se trata da fauna silvestre. Como parte da zoomorfologia, a morfometria é baseada em análise de marcos anatômicos, visando obter uma variável de tamanho e de forma, permitindo analisar estruturas biológicas diversas (Fornel; Cordeiro-Estrela, 2012; Silva et al. 2019).

Os crimes contra a fauna são tipificados na Lei 9.605 de 1998, dentre eles, o crime de zoocídio, pelo qual é proibido matar e caçar animais silvestres (art. 29). Além disso, essa lei tipifica o crime de tráfico de animais silvestres (art. 29, § 1º, III), porém, a pena cominada o qualifica como "infração penal de menor potencial ofensivo", o que torna a repressão penal desse crime absolutamente insuficiente (Ataíde Junior, 2022). Mesmo com a ilicitude desses atos, é crescente o número de relatórios provenientes de países da América do Sul e América Central em relação à caça de onças pintadas (*Panthera onca*) para atender à demanda por partes de seus corpos (Kerman, 2010).

Desastre de grandes proporções ambientais, como o ocorrido em Mariana e Brumadinho, Minas Gerais, causam a morte de diversas espécies de animais, pela deposição de rejeitos ou por anoxia, sendo necessário um laudo pericial para identificação de fauna acometida (APCF, 2019). A determinação das espécies e das áreas atingidas em desastres é importante para a materialização do crime, em geral, solicitadas pela autoridade policial, uma vez que os desastres caracterizam grande devastação ambiental, com incidência em vários crimes contra fauna e flora (Santos et al. 2021).

A identificação de restos de animais por meio da morfometria tem se revelado um instrumento valioso para fins forenses, assim como na medicina humana (Özkadif et al. 2014).

A forma da pelve tem sido o foco dos paleoantropólogos e antropologistas interessados na variação biológica, que envolvem duas atividades, locomoção e

dar à luz, pois enquanto a locomoção bípede favorece o estreitamento da pelve, dar à luz requer um canal de parto mais largo, conflitos que levaram ao ajuste do ser humana moderno (Betti et al. 2013).

A visualização da morfologia e da mensuração métrica podem avaliar o dimorfismo sexual em um esqueleto, sendo a morfologia uma técnica baseada na categorização de uma amostra através de características avaliadas visualmente de forma tradicional, método que oferece uma primeira impressão para o avaliador; o que determina a acurácia desse método de determinação sexual está intrinsecamente ligado a familiaridade do avaliador com a população estudada, onde os métodos métricos oferecem vários benefícios em acurácia em detrimento das técnicas morfológicas (Divakar, 2015).

Esta revisão teve como objetivo encontrar referências que demonstram a viabilidade das análises morfológicas e morfométricas em diferentes espécies de mamíferos, para isso foram utilizadas as bases de dados CAFe, Google, Elsevier, Research Gate, e networking com profissionais qualificados da área de identificação morfométrica, o qual contribuíram com o compartilhamento de suas experiências e material de referência. As palavras-chaves em português utilizadas para pesquisa foram: morfometria, onça-pintada, pelve, morfologia e pelvimentria; palavras-chaves em inglês utilizadas para pesquisa foram: morphometry, jaguar, morphometry geometric, *Panthera onca*, carnivore, pelvis e morphology.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS ANATÔMICOS

Os mamíferos apresentam grandes variações morfológicas e seu corpo pode ser dividido em cabeça, tronco, membros e cauda, sendo que a forma e o revestimento desse corpo são adaptados ao meio onde o animal vive, já o seu formato e tamanho se relacionam com hábitos e a forma de locomoção do animal (Benedito, 2017).

A osteologia é o estudo da combinação de ossos que formam o esqueleto dos animais, que se compõem de elementos isolados, como os ossos, cartilagens, ligamentos e articulações; juntos formam a estrutura corpórea chamada de sistema esquelético que representa um sistema orgânico complexo,

cuja função prioritária é o trabalho mecânico. Seu formato é determinado geneticamente e se mantém o mesmo apesar de processos contínuos de adaptação, sendo responsáveis também pela sustentação e proteção do corpo e de órgãos das regiões torácica, pélvica e do sistema nervoso central, responsáveis pela geração de componentes sanguíneos, armazenamento de cálcio e funções metabólicas (Liebich, König, Maier, 2016).

O cíngulo pélvico consiste em metades simétricas, os ossos da pelve, que se unem na sínfise pélvica ventralmente e formam articulações firmes, mas não rígidas, com o sacro localizado dorsalmente e formando um anel chamado pelve óssea; sua forma reflete nas vísceras, na parição, na postura e na locomoção do animal e essas dimensões são muito importantes nas espécies que carregam um único feto por vez, é menos importante nas que carregam uma ninhada, por seus fetos serem menores (Dyce et al. 1996). Na pelve se contém e se protege as vísceras pélvicas, incluindo os órgãos reprodutores, os quais exercem influência fisiológica durante a gestação e o parto; a pelve também é fundamental na transmissão eficaz da força dos membros pélvicos para o tronco, cada osso coxal compõe-se de três partes com centros de ossificação distintos: Ílio (*ilium*); Púbis (*pubis*); Ísquio (*ischii*); o osso ilíaco é classificado como plano, pois é formado de duas camadas ósseas compactas ao redor de tecido ósseo esponjoso (Liebich, König, Maier, 2016).

A orientação das asas ilíacas varia conforme a espécie, influenciando significativamente o formato da pelve, no equino e no bovino, elas se orientam verticalmente, enquanto em pequenos ruminantes elas giram dorso lateralmente, no suíno e em carnívoros elas são quase sagitais, têm várias proeminências acentuadas, cristas e incisuras que conferem a aparência característica da asa do ílio. A abertura pélvica cranial é demarcada pela linha terminal, a qual percorre o sacro dorsalmente, passa pelas asas ilíacas lateralmente e termina no pécten do púbis ventralmente, é quase circular nas fêmeas e mais oval nos machos, sendo que a ponta é voltada na direção ventral nos machos. A abertura pélvica caudal é formada pelas três ou quatro primeiras vértebras caudais dorsalmente, pelo arco isquiático e pela tuberosidade isquiática ventralmente e pelo ligamento sacrotuberal largo lateralmente, o qual tem forma de cordão em cães e inexiste no gato; o assoalho da pelve tem grande importância obstetrícia. Em carnívoros,

o assoalho pélvico é côncavo assim como em ruminantes, porém é raso (Liebich, König, Maier, 2016).

Em primatas fêmeas o aparelho reprodutor é constituído pelo útero, tubas uterinas, ovários, vagina e vulva; e o útero se localiza na pelve entre a vesícula urinária e dorsalmente ao intestino delgado (Santana, 2021). No cão, a abertura pélvica cranial é bastante oblíqua, sendo que o pécten do púbis se posiciona na altura do sacro ou atrás dele. Os corpos ilíacos não são paralelos; a abertura pélvica cranial é bastante larga e pode ser aumentada ao se elevar a cauda, nessa espécie a cavidade pélvica como um todo é reta e curta, o que causa poucos problemas de parto. (Liebich, König, Maier, 2016).

A pelve é mais investigada em primatas humanos e não humanos, principalmente para reconstruir a evolução da bipedalidade na linhagem de hominídeos e o comportamento locomotores em fósseis de símios, mais recentemente métodos de morfometria geométrica 3D foram utilizados em investigações sobre os efeitos da locomoção na morfologia pélvica através de 16 marcos no ílio, ísquio e púbis, encontrando efeitos significativos da filogenia e tamanho do corpo na morfologia pélvica (Lewton et al., 2020).

2.2 IDENTIFICAÇÃO ANIMAL

Como uma série de fatores influenciam na forma e tamanho dos ossos, as mensurações registradas e analisadas devem ser cuidadosamente escolhidas, considerando as metas e objetivos do projeto que está sendo trabalhado (Baker; Worley, 2019).

Historicamente a identificação humana é um dos temas mais desafiadores enfrentados pelo homem, sendo a identidade o conjunto de características físicas, funcionais, psíquicas normais ou anormais, capazes de definir um indivíduo, onde os principais atributos identitários que os investigadores forenses esperam determinar são o sexo, a idade, estatura e etnia; pode-se ainda utilizar para fins de identificação pós morte características como tez, feição, cabelos, antropometria, digitais, deformidades e DNA; em casos de esqueletos inteiros o sexo pode ser distinguido com 100% de acurácia, sendo que a pelve, o crânio, o tórax, vertebras, fêmur e escapula, oferecem bons resultados para a finalidade, sendo a pelve a estrutura que melhor oferece parâmetros para dimorfismo

sexual, seguido do crânio, porém somente após a puberdade que as características sexuais se estabelecem (Divakar, 2015),

A identificação arqueológica de ossadas de origem animal deve utilizar como referência a comparação com espécimes de origem, sexo e idade conhecidas, essa identificação deve referenciar material especializado sobre a morfologia dos táxons, comparação com esqueleto referência e estudos publicados confiáveis (Baker; Worley, 2019).

Devido ao seu conteúdo mineral elevado (60-70%), os ossos não sofrem alteração post-mortem, o que os torna úteis para estudos arqueológicos. Os ossos apresentam enorme variedade de forma, tamanho e resistência, não apenas entre espécies, mas também no mesmo indivíduo. Essas características ósseas são, em grande parte, determinadas pela genética, mas influências estáticas e dinâmicas, como também alterações estruturais devido à nutrição durante as fases juvenil e adulta, desempenham um papel importante (Liebich, König, Maier, 2016). Alguns elementos esqueléticos são formados pela junção entre várias partes, se fundindo em sequência, esses momentos e a duração desses processos de fusão variam de acordo com a espécie, sexo, dieta, condições ambientais, reprodutivas e se o animal é castrado ou não, todos esses fatores interferem e permitem estimar a idade no momento do óbito (Baker; Worley, 2019).

Há muito tempo são conhecidas as distinções entre machos e fêmeas com relação à sua forma, que podem ter relação com a seleção sexual como Darwin (1871) já mostrava em sua obra A Descendência do Homem e Seleção em Relação ao Sexo, ou devido a fatores ecológicos (Fornel; Cordeiro-Estrela, 2012). A determinação do sexo é o primeiro passo essencial nos procedimentos de identificação médico-legal para identificação positiva sobre o sexo, mesmo em um corpo decomposto ou mutilado não identificado (Kamal et al. 2016).

2.3 MORFOMETRIA

A morfometria é a medida (*metron*) da forma (*morphe*), aplicada por Frances Galton em humanos em 1888, foi revolucionada em 1980, através da metodologia de coordenadas e a teoria da estatística da forma; quando pelo uso de computadores criou-se a morfometria geométrica, termo que denota que as propriedades do objeto a ser analisado independem do tamanho total do objeto,

posição e orientação no espaço; o que permite que dados em 3D sejam gerados por tomografia computadorizada ou ressonância magnética (Mitteroecker e Gunz, 2009).

A morfometria geométrica se baseia em coordenadas cartesianas chamadas “marcos anatômicos” ou *landmarks*, onde os procedimentos visam transformar os dados dos marcos anatômicos e obter uma variável de tamanho e forma. Podendo analisar estruturas biológicas diversas como nervuras de asas e carapaças de insetos, estruturas ósseas, conchas, escamas e até pegadas fósseis de dinossauros (Fornel; Cordeiro-Estrela, 2012).

Todas as ferramentas de morfometria geométrica exigem que os marcos digitalizados sejam iguais entre os espécimes analisados, que possam ser especificados em todas as dimensões a serem digitalizadas e identificáveis através de pontos de referência, como: cúspides, invaginações, suturas ósseas, etc (Mitteroecker; Gunz, 2009).

Além da radiografia convencional, à pelvimetria radiográfica na qual é a feita a determinação métrica das dimensões pélvicas, vem sendo utilizada como forma profilática de complicações que podem acontecer durante o parto, permitindo também a classificação anatômica e obstétrica da pelve, nela são mensurados o diâmetro biilíaco superior (DBIS); diâmetro biíliaco inferior (DBII); diâmetro biilíaco médio (DBIM); diâmetro diagonal direito (DDD); diâmetro diagonal esquerdo (DDE); diâmetro sacropúbico (DSP) e área de entrada da pelve (AEP) (Santana et al., 2021). Diferentes técnicas de imagem têm sido empregadas para a pelvimetria, por exemplo: ultrassom, raio X, ressonância magnética e a tomografia computadorizada, sendo esta última a técnica que demonstra mais precisão e qualidade de suas imagens (Vázquez-Barragán et al. 2016).

Em um estudo observacional foram analisadas através da morfometria e morfologia trinta e oito peças osteológicas secas, do Animal *Anatomy Museum, Department of Veterinary Biosciences and Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University*, sendo crânios e pelve de gatos domésticos em idade madura, onde vinte eram machos e dezoito fêmeas, sem nenhuma deformidade, nesse estudo foi encontrado na pelve dois pontos diferenciais entre machos e fêmeas, a espinha caudal ventral ilíaca é mais proeminente nos

machos que nas fêmeas e o ângulo do arco isquiático nas fêmeas apresentou um ângulo mais obtuso (Pitakarnnop et al. 2017).

A morfometria linear já foi utilizada na identificação de abelhas, as investigações dos marcos anatômicos permitem identificar as variações de forma entre estruturas morfológicas homólogas, com abordagens tradicionais através da covariação entre pares de medidas lineares, na estrutura intacta; e através da morfometria geométrica é possível descrever e reconstruir a forma graficamente em estruturas não intactas (Francoy; Fonseca, 2010).

Análises morfológicas e morfométricas foram utilizadas em um estudo para descrever e avaliar a morfologia do esperma e a atividade mitocondrial do espermatozoide de *Panthera onca*, visando a reprodução e conservação dessa espécie (Silva et al. 2019). Larson (1997) utilizou morfometria e métodos estatísticos multivariados para analisar as diferenças entre 170 crânios de onças-pintadas de museus de história natural dos Estados Unidos, concluindo que existem maiores diferenças entre os indivíduos do extremo Norte e do extremo Sul, porém taxonomicamente as diferenças morfométricas encontradas nas populações encontradas nos museus não foram significativas.

As medições para morfometria linear devem ser obtidas com uma precisão de 0,1mm com o uso de paquímetros ou caixa de medição osteométrica para grandes espécies, porém esse último método não é tão eficaz; as medidas não lineares, como as circunferências por exemplo, não devem ser feitas com material elástico, devem ser registradas de forma consistente para minimizar os erros, e favorecer a análise comparativa (Baker; Worley, 2019).

2.4 ZOOMORFOLOGIA FORENSE

A Zoomorfologia Forense é um novo ramo na medicina veterinária que utiliza técnicas similares à antropologia forense para análises em restos mortais não-humanos e identificação de espécies (Reis, 2020). Investigações paleopatológicas podem ser realizadas de diferentes formas, desde a reconstrução da biografia de animais de maneira individual a exploração das consequências para saúde de mudanças ambientais e climáticas, os produtos oriundos de pesquisas zooarqueológicas devem gerar inventários e catálogos, sendo o inventário ósseo considerado o registro primário dos dados, que podem ser armazenados de forma digital e devem ser submetidos a arquivação

permanente, sempre que possível devem ser publicados e os métodos de registro, abreviaturas e códigos devem ser definidos de forma clara, para que o catálogo possa ser reavaliado e testado sempre que necessário (Baker; Worley, 2019).

No Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal, em Brasília/DF, Peritos Criminais Federais Médicos Veterinários já executam no Laboratório de Análise Animal, exames periciais em restos mortais de animais em casos de crimes contra animais e de outros de interesse da União, representando avanços na área de perícia criminal na medicina veterinária, sendo que maiores estudos e publicações científicas sobre Zoomorfologia Forense são necessários para difusão e aperfeiçoamento desses conhecimentos, com grande potencial de auxílio no esclarecimento de crimes envolvendo animais (Reis, 2020).

3. CONCLUSÃO

O tipo de análise a ser escolhida deve ser coerente com o objetivo do trabalho proposto, não existindo uma técnica superior a outra, e sim a adequada para a análise. Portanto, diferentes técnicas morfométricas vêm sendo utilizadas nas últimas duas décadas, devido a popularização dos programas de aquisição de dados e pacotes estatísticos de acesso facilitado.

A morfometria é uma técnica bastante adequada para o reconhecimento das espécies, porém, necessita de estudos mais aprofundados e diversificação de espécies estudadas, o que demonstra ser uma área em expansão para atuação profissional, em uma época em que a biologia molecular é tida como a resposta para todos os problemas.

A biogeografia animal pode ser estudada através de datação por radiocarbono, DNA, isótopos estáveis e biometria (estudo do tamanho e forma do animal). Essas análises podem informar sobre o processo de domesticação, onde os animais foram criados, taxonomia, paleopatologia, isolamento ou mistura de populações; sendo que análises destrutivas para identificação só devem ser consideradas se o valor da descoberta superar a perda do material examinado, e realizadas somente após colheita de dados para registro padrão.

A morfometria gera dados objetivos porque dependem de pontos de referência padronizados, assim resultam em níveis mais baixos de erros entre observadores, produzindo menos resultados indeterminados, além de ser uma

técnica de investigação fácil de ensinar, aprender e reproduzir. Porém, as análises métricas tem duas grandes limitações, primeiro são difíceis de serem aplicadas em material fragmentado, pois dependem de medidas ou dimensões múltiplas no osso, o qual precisa estar intacto; segundo lugar, as técnicas desenvolvidas testadas numa população específica podem gerar diferenças de comprimento e proporção óssea em populações diferentes das testadas, e por fim as técnicas osteométricas que utilizam estatística são mais demoradas, requerem equipamentos antropométricos específicos e caros. No fim as técnicas tanto métricas quanto morfológicas possuem pontos positivos e negativos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PERITOS CRIMINAIS FEDERAIS (APCF). Entenda a atuação da perícia criminal federal em casos como o de Brumadinho**. Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais (APCF)**. 2019. Acesso em 26/05/2023: <https://apcf.org.br/noticias/entenda-a-atuacao-da-pericia-criminal-federal-em-casos-como-o-de-brumadinho/>.

ATAIDE JUNIOR, V.P. **Capacidade processual dos animais: a judicialização do Direito Animal no Brasil**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022.

BAKER, P.; WORLEY, F. **Animal Bones and Archaeology** - Recovery to archive. Swindon: Historic England. 2019.

BENEDITO, E. **Biologia e Ecologia dos VertebradoS.** 1º ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. 259 p.

BETTI, L.; CRAMON-TAUBADEL, N.V.; MANICA, A.; LYCETT, S.J. Global geometric morphometric analyses of the human pelvis reveal substantial neutral population history effects, even across sexes. **PLoS ONE**. 2013; v.8, n.2, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055909

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**. p. 1, 13fev.1998.Disponívelem: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

DIVAKAR, D.D.; JOHN, J.; KHERAIF, A.A.; RAMAKRISHNAIAH, R.K.; MAVINAPALLA, S.; ALSHAHRANI, O.A. Cranio-mandibular parameters of lateral cephalometric radiograph to determine sex in Forensic Investigations: An electronic search study. **The Anthropologist.** 2015; v.21, n.2, p. 98-104. https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891798

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. Aparelho Locomotor. P. 35-37. *In*: **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2º ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 1996.

FORNEL, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P. Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos. p. 101-120. *In*: MARINHO, J.R.; HEPP, L.U.; FORNEL, R. **Temas em Biologia**: Edição comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus de Erechim. 1ed. Erechim. EDIFAPES, 2012.

FRANCOY, T.M.; FONSECA, V.L.I. A morfometria geométrica de asas e a identificação automática de espécies de abelhas. **Oecologia Australis**. 2010. v.14, n.1, p. 317-321. https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.20

KAMAL, S.; AARTI, R.; JYOTI, R. Incus morphometry: a possible tool in sex determination. **Journal of Forensic Research**. 2016. v.7, n.2, p.320. https://doi.org/10.4172/2157-7145.1000320

KERMAN, I. Exploitation of the jaguar, *Panthera onca* and other large forest cats in Suriname. **WWF - World Wide Fund for Nature.** Guianas. 2010.

LIEBICH, H.-G.; KÖNIG, H. E.; MAIER, J. Membros Pélvicos ou Posteriores (Membra Pelvina). In: KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.-G. p.223-232. **Anatomia dos Animais Domésticos**: Texto e Atlas Colorido. 2016. Porto Alegre: Artmed, p.804.

LARSON, S.E. Taxonomic Re-Evaluation of the Jaguar. **Zoo Biology**. 1997. v.16, p.107-120. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2361

LEWTON, K.L.; BRANKOVIC, R.; BYRD, W.A.; CRUZ, D.; MORALES, J.; SHIN, S. The effects of phylogeny, body size, and locomotor behavior on the three-dimensional shape of the pelvis in extant carnivorans. **PeerJ.** 2020. v.8, e.8574. https://doi.org/10.7717/peerj.8574

MITTEROECKER, P.; GUNZ, P. Advances in geometric morphometrics. Evolutionary Biology. 2009. v.36, p.235-247. https://doi.org/10.1007/s11692-009-9055-x

NASSARO, M.R.F. Aplicação da Teoria do Link nas ocorrências de tráfico de animais silvestres. P. 63-64. *In*: NASSARO, M.R.F. **Maus tratos aos animais e violência contra pessoas:** A aplicação da Teoria do Link nas ocorrências atendidas pela Polícia Militar do Estado de São Paulo. 1ª Ed, São Paulo: Edição do Autor, 2013.

ÖZKADIF S., EKEN, E.; KALAYCI, I. A three-dimensional reconstructive study of pelvic cavity in the New Zealand Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). **The Scientific World Journal**. 2014. v.2014, n.6, p.6. https://doi.org/10.1155/2014/489854

PARRY, N.M.A.; STOLL, A. The rise of veterinary forensics. **Forensic Science International**. 2020. v.306,110069. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110069

PITAKARNNOP, T.; BUDDHACHAT, K.; EUPPAYO, T.; W. KRIANGWANICH, W.; NGANVONGPANIT, K. Feline (*Felis catus*) skull and pelvic morphology and morphometry: gender related difference? **Anatomia Histologia Embryologia Journal of Veterinary Medicine**. 2017. v.46, n.3, p.294-303. https://doi.org/10.1111/ahe.12269

REIS, S.T.J. Zoomorfologia Forense no contexto da Medicina Veterinária Legal. **Medvep.** 2020. v.50, n.4, p.138-141.

SANTANA, J.S. Aspectos reprodutivos e resolução cirúrgica da distocia em primatas não-humano. **Pubvet.** 2021. v.15, n.1, p.1-11. https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n01a736.1-11

SANTOS, C.A. PELEGRINI, I.S.; SILVA, R. M.; CALIGIORNE, S.M. Descrição dos desastres em Mariana e Brumadinho sob o olhar da Perícia Criminal: uma revisão sistemática. **Brasilian Journal of Forensic Science, Medical, Law and Bioethics.** 2021. v.10, n3, p.350-375. https://doi.org/10.17063/bjfs10(3)y2021350-375

SILVA, H.V.R.; NUNES, T.G.P.; RIBEIRO, L.R.; FREITAS, L.A.; OLIVEIRA, M.F.; NETO, A.C.M.; SILVA, A.R.; SILVA, L.D.M. Morphology, morphometry, ultrastructure and mitochondrial activity of jaguar (*Panthera onca*) sperm. **Animal Reproduction Science.** 2019. v.203, p.84-93. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.02.011

VÁZQUEZ-BARRAGÁN, M.A.; GARZA-BÁEZ, A.; MORALES-AVALOS, R.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, B.; JACOBO-BACA, G.; PINALES-RAZO, R.; QUIROGA-GARZA, A.; DE LA FUENTE-VILLARREAL, D.; ELIZONDO-RIOJAS, G.; ELIZONDO-OMAÑA, R.E.; GUZMÁN-LÓPEZ, S. Pelvimetry by reformatted Computed Tomography in 290 female pelvis**.** Morphometric variations regarding age. **International Journal of Morphology**. 2016. v.34, n.1, p.298-304. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022016000100043

CAPÍTULO II

MORFOMETRIA LINEAR EM PELVE DE *Panthera onca* E *Puma Concolor* *PARA* FINS FORENSES

Morfometria linear em pelve de *Panthera onca* e *Puma concolor* para fins forenses

Caroline Carneiro, Caio Henrique de Oliveira Carniatto, Thamyrys Bezerra de Souza, Rita de Cassia Maria Garcia

RESUMO

A morfometria linear é uma técnica de mensuração e análise das dimensões físicas de estruturas orgânicas e inorgânicas. Desempenha um papel fundamental em diversas disciplinas, como a biologia, antropologia, zoologia e áreas correlatas, possibilitando a caracterização precisa de formas e tamanhos de alvos de interesse. Este artigo propõe um modelo experimental de marcos anatômicos, aplicando a análise morfométrica de marcos anatômicos em 14 pelves de acervos mastozoológicos de importantes instituições brasileiras, para identificação zoomorfológica de *Panthera onca* e *Puma concolor* através da pelve. Os resultados obtidos são demonstrados através de análises multivariadas que demonstram a possibilidade de diferenciação entre espécies através de análises morfométricas, assim como a identificação de dimorfismo sexual.

Palavras-chave: Animais Silvestres, Dimorfismo Sexual, Felídeo, Marcos Anatômicos, Medicina Veterinária Legal, Onça, Suçuarana, Tráfico de Animais

ABSTRACT

Linear morphometry is a technique for measuring and analyzing the physical dimensions of organic and inorganic structures. It plays a fundamental role in various disciplines such as biology, anthropology, zoology, and related areas, enabling precise characterization of shapes and sizes of targets of interest. This article proposes an experimental model of anatomical landmarks, applying morphometric analysis of anatomical landmarks to 14 pelves from mastozoological collections of important Brazilian institutions, for zoomorphological identification of Panthera onca and Puma concolor through the pelvis. The results obtained are demonstrated through multivariate analyses

showing the possibility of differentiation between species through morphometric analyses, as well as the identification of sexual dimorphism.

Keywords: Animal Exploitation, Anatomical landmarks, Cougar, Felid, Forensic Veterinary Medicine, Jaguar, Sexual Dimorphism, Wildlife

1. INTRODUÇÃO

A onça pintada é a espécie mais emblemática das matas brasileiras, é o maior felino das américas e o terceiro maior felino do mundo, ficando somente atrás do leão (*Panthera leo*) e do tigre (*Panthera tigris*). No entanto, encontra-se na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), sob o status de quase ameaçada, com tendência ao decréscimo da população atual (Elwin et al. 2023; IUCN, 2021).

É uma espécie predadora de topo, especializada em presas unguladas, silvestres ou domésticas; são predadoras que limitam o número de suas presas, desempenhando um papel indispensável na manutenção da diversidade a longo prazo, o que faz o seu declínio de indivíduos ser uma grande preocupação para conservacionistas de diversas áreas (Michalski et al., 2006). Em 2019, em Lima, no Peru, a onça pintada foi declarada símbolo da luta contra o tráfico de animais selvagens em todas as Américas (Walkington, 2020).

O *Puma concolor* é o segundo maior felino das Américas, se estende desde o Canadá até o extremo Sul da Argentina e Chile (Rumiz, et al. 2022), possui grande capacidade de adaptação e tolerância em áreas de atividade humana, o que o torna suscetível à perseguição por conta dos prejuízos econômicos que pode causar pela predação da fauna doméstica (Vidolin, 2004).

Os animais silvestres são usados com finalidade doméstica, comercial, científica ou mista. Os carnívoros se encaixam numa categoria de “não-uso”, que se refere aos animais perseguidos em decorrência de conflitos com humanos, por predação, por temor ou até mesmo crendices populares. O abate da onça, do puma, do gato maracajá e do lobo guará muitas vezes ocorrem sob a justificativa de controle populacional e caça esportiva (Costa et al. 2017).

Ossos de leopardo e outros felídeos são muitas vezes usados como substitutos de ossos de tigre, na persistente demanda de crenças tradicionais por ossos supostamente capazes de conferir saúde e vigor aos seus

consumidores, fomentando o comércio ilegal por partes desses animais (Podhade et al, 2014).

As onças pintadas estão sob proteção da Lei em 18 países e como as legislações possuem falhas, é preciso reforçá-las e obter mais dados sobre o extermínio desses animais, pois as evidências atuais representam apenas uma parte da realidade (Walkington, 2020; Elwin et al. 2023).

Na década de 80, através da metodologia de coordenadas e a teoria da estatística da forma; avanço coletivo da biologia e disciplinas relacionadas e o avanço tecnológico dos computadores criou-se a morfometria geométrica, termo que denota que as propriedades do objeto a ser analisado independem do seu tamanho total, posição e orientação no espaço; permitindo a automatização da obtenção de dados em 3D, através da tomografia ou ressonância magnética (Fornel; Estrela, 2012; Mitteroecker; Gunz, 2009).

Os estudos forenses sobre a pelve humana desempenharam um papel crucial na identificação de indivíduos desconhecidos, na determinação e reconstrução de eventos que levaram a lesões ou morte. Vários campos científicos, como a antropologia forense, a morfometria e a cronologia, contribuíram para análises precisas. O uso de alguns aspectos da caracterização morfológica permanece obscuro para algumas espécies de animais, exigindo investigações científicas que comprovem a aplicabilidade dessas informações para a classificação taxonômica (Chaves et al. 2022).

O tráfico e a caça furtiva são uns dos principais crimes contra a fauna silvestre, representando uma das atividades ilícitas mais praticadas no mundo (Nishant et al. 2017). São cometidos por redes criminosas que se flexibilizam, se adaptam, se unem a outras atividades criminosas, como tráfico de drogas, armas, álcool e pedras preciosas, pois seus produtos geralmente são enviados para as mesmas regiões, passam por procedimentos similares como falsificação, suborno de autoridades, sonegação fiscal, declarações alfandegárias fraudulentas, contando com criminosos infiltrados inclusive em órgãos públicos (Destro et al, 2012; Elwin et al. 2023).

Quando um crime acarreta a morte de um animal, além de exames para identificação da espécie acometida, se faz necessário o exame necroscópico, que pode ser complementado por exames laboratoriais. A Medicina Veterinária

Legal está a serviço do Direito e da Justiça para a proteção animal, através da zoomorfologia, da patologia e da tanatologia Forense. (Mayrink; Queiroz, 2017; Reis, 2020).

Investigações de crimes contra animais podem ser realizadas através de exames de partes de seus corpos ou carcaças inteiras, e através da avaliação de habitats que foram locais de crimes (Parry; Stoll, 2020).

Em análises onde os marcos anatômicos não estão presentes simetricamente no objeto de estudo, devido a danos ou deformações; o mesmo deve ser excluído das análises, ou estimado a localização dos marcos inexistentes através de técnicas estatísticas reconstrutivas (Mitteroecker; Gunz, 2009).

O objetivo desse artigo foi analisar por morfometria linear pelves de *P. onca* e *P. concolor*, oriundas de coleções osteológicas de instituições nacionais, aplicando em caráter experimental os marcos anatômicos utilizados por Pitakarnnop et al (2017), visando avaliar se há diferença morfológica entre a pelve de *Puma concolor* e *Panthera onca*, avaliar se há um conjunto de parâmetros que melhor descrevem a diferença entre espécies, e avaliar se há dimorfismo sexual nas espécies analisadas.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. AMOSTRAS

Foram utilizadas no total 14 pelves, de *Panthera onca* e *Puma concolor*, encontradas em diferentes instituições do Brasil. Os acervos de mastozoologia consultados foram: Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ;Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo - SP, no Museu de História Natural do Capão da Imbuia, PR; e Instituto Nacional de Criminalística da Polícia Federal, DF. Todas essas instituições disponibilizaram para as análises, peças osteológicas íntegras, de esqueletos completos e tombados.

Foram analisadas por morfometria linear 14 pelves secas, sendo 5 da espécie *Panthera onca* e 9 da espécie *Puma concolor*. Na sequência, o infográfico resume os dados sobre acervos consultados e amostras (Fig.1):

Figura 1. Infográfico que indica os acervos consultados, bem como o número, espécie e sexo dos animais amostrados.

2.2. APLICAÇÃO DA ANÁLISE MORFOMÉTRICA LINEAR

As mensurações foram feitas manualmente, através de paquímetro digital, obtidas em milímetros. Como referência de metodologia, os marcos anatômicos foram adaptados de Pitakarnnop et al. (2017),(Quadro 1 e 2).

Quadro 1. Descrição dos oito marcos anatômicos da Vista Cranioventral.

Marco Anatômico Original:	**Descrição anatômica adaptada:**
AII	Distância entre a espinha ilíaca ântero-inferior e a iminência ilíaco-púbica
AIP	Distância da espinha ilíaca ântero-inferior para o tubérculo púbico
C	Diâmetro conjugado; medido do promontório sacral até a borda cranial da sínfise pélvica
IS	Diâmetro transverso; a maior distância transversal do cavidade pélvica óssea, medida a partir do aspecto cranial do ílio

LIS	Comprimento do ísquio; a distância entre o centro do acetábulo e a parte mais baixa da tuberosidade isquiática
O	Distância da borda ventral da articulação sacroilíaca para a iminência ilíaco-púbica oposta
PS	Comprimento total da sínfise púbica
SP	Distância do ponto mais lateral da tuberosidade isquiática até a extremidade medial do púbis

Quadro 2. Descrição de treze marcos anatômicos da Vista Dorsocaudal.

Marco Anatômico Original:	**Descrição anatômica:**
ASP	Distância da espinha ilíaca ântero-superior para o tubérculo púbico
CT	Distância entre o ponto mais alto da crista ilíaca e o ponto mais baixo da tuberosidade isquiática
IC	Distância entre os pontos mais laterais da crista ilíaca
IE	Distância entre as duas eminências ilíaco-púbicas
LI	Comprimento do íleo; medido do centro do acetábulo até o ponto mais alto da crista ilíaca
LP	Comprimento do púbis; medido do centro do acetábulo até a extremidade medial do púbis
OL	Maior comprimento do forame obturado
OW	Maior largura do forame obturado
OTD	Diâmetro transverso da saída; o maior diâmetro da saída entre as tuberosidades isquiáticas
T	Diâmetro transverso;
TTL	Comprimento total da pelve
ISA 1	Comprimento do arco isquiático,
ISA 2	Altura do arco isquiático, do centro da medida do comprimento à sínfise púbica

Abaixo pelve de *Panthera onca* vista cranioventral (Fig. 2), e vista dorsocaudal (Fig. 3) com os marcos anatômicos em cores:

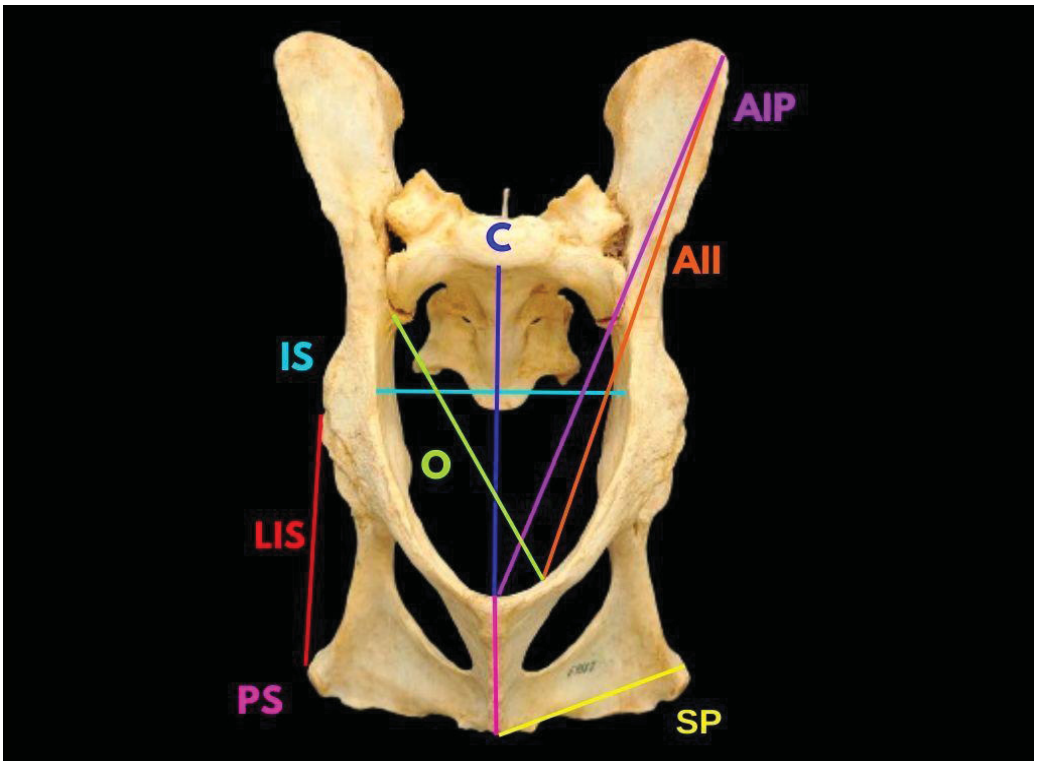


Figura 2. Imagem da vista ventral de uma pelve e sacro de *P. onca* evidenciando os marcos anatômicos.

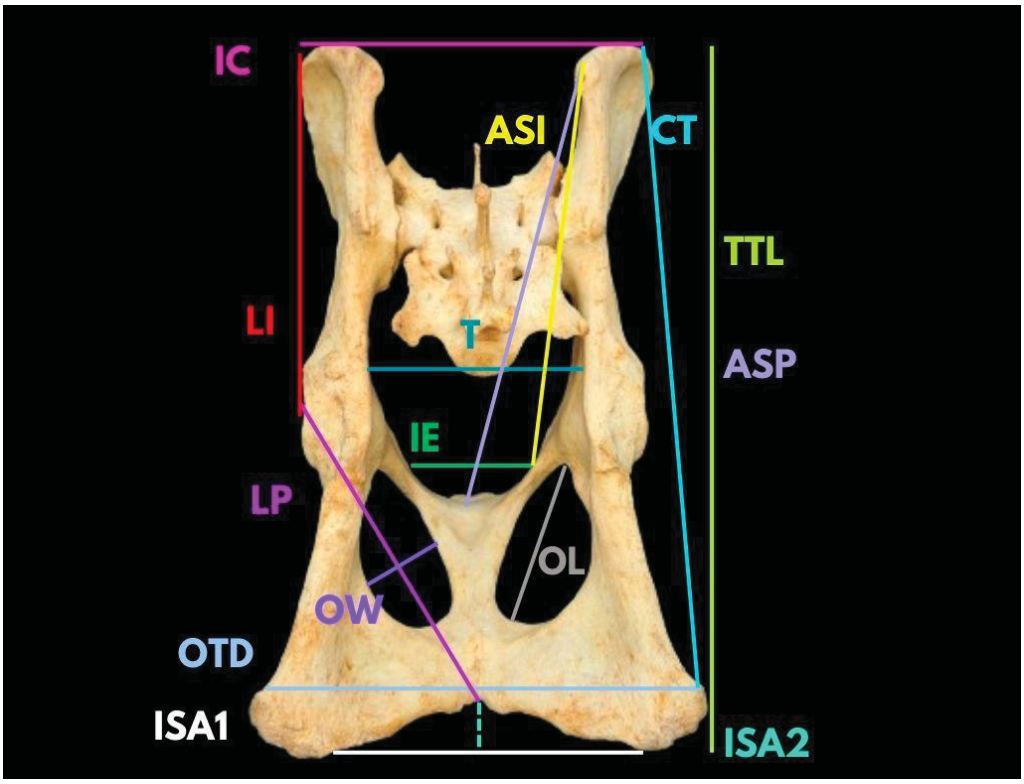


Figura 3. Imagem da vista dorsocaudal de uma pelve e sacro de *P. onca* com evidenciando os marcos anatômicos.

Para avaliar diferenças morfológicas entre a pelve de *Puma concolor* e *Panthera onca*, foram analisados 14 parâmetros morfométricos dorsais e 8 ventrais através do teste T Student. A normalidade dos dados foi testada previamente através do Teste de Shapiro-Wilk. Ambas as análises foram realizadas no *software R* (*R Development Core Team, 2023*). Para avaliar se existe uma combinação de marcos anatômicos capazes de distinguir as duas espécies a fim de reduzir os dados com menor perda possível da informação, utilizamos análise de PCA - Análise de Componentes Principais. Os 22 parâmetros (dorsal e ventral) foram previamente padronizados no Excel (média zero e variância 1 - $Zij = \frac{Xij - \overline{Xj}}{S\,Xj}$), visto que as medidas morfológicas foram calculadas em diferentes escalas. Posteriormente, foi realizada a análise de Pearson para avaliar a correlação entre os marcos anatômicos na PCA. As análises foram realizadas através do *PAST software*.

Para a análise de dimorfismo sexual nas espécies, foi utilizada a análise exploratória com os dados brutos, devido a um número restrito de exemplares para cada sexo.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos pela aplicação do Teste T Student demonstram que existem importantes diferenças osteológicas ($p < 0.05$) entre as espécies para os parâmetros analisados na pelve. Os dados foram baseados na mediana a fim de reduzir a influência dos valores extremos (*outliers*). Através da análise, foi possível observar que *Panthera onca* apresenta valores maiores em seus marcos anatômicos, nos parâmetros dorsais e ventrais, exceto em ISA (dorsal) e ASI (ventral), quando comparados aos marcos anatômicos de *Puma concolor*. Alguns parâmetros apresentaram valores discrepantes (outliers), sendo quatro em marcos dorsais (ASI, IC, IE e LP) e dois em ventrais (PS e SP). Por fim, a variabilidade dos dados foi maior em *Panthera onca* - 13 parâmetros (59%).

Os resultados do Teste T em marcos anatômicos dorsais (Fig. 4), estão dispostos na prancha a seguir:

DORSAL

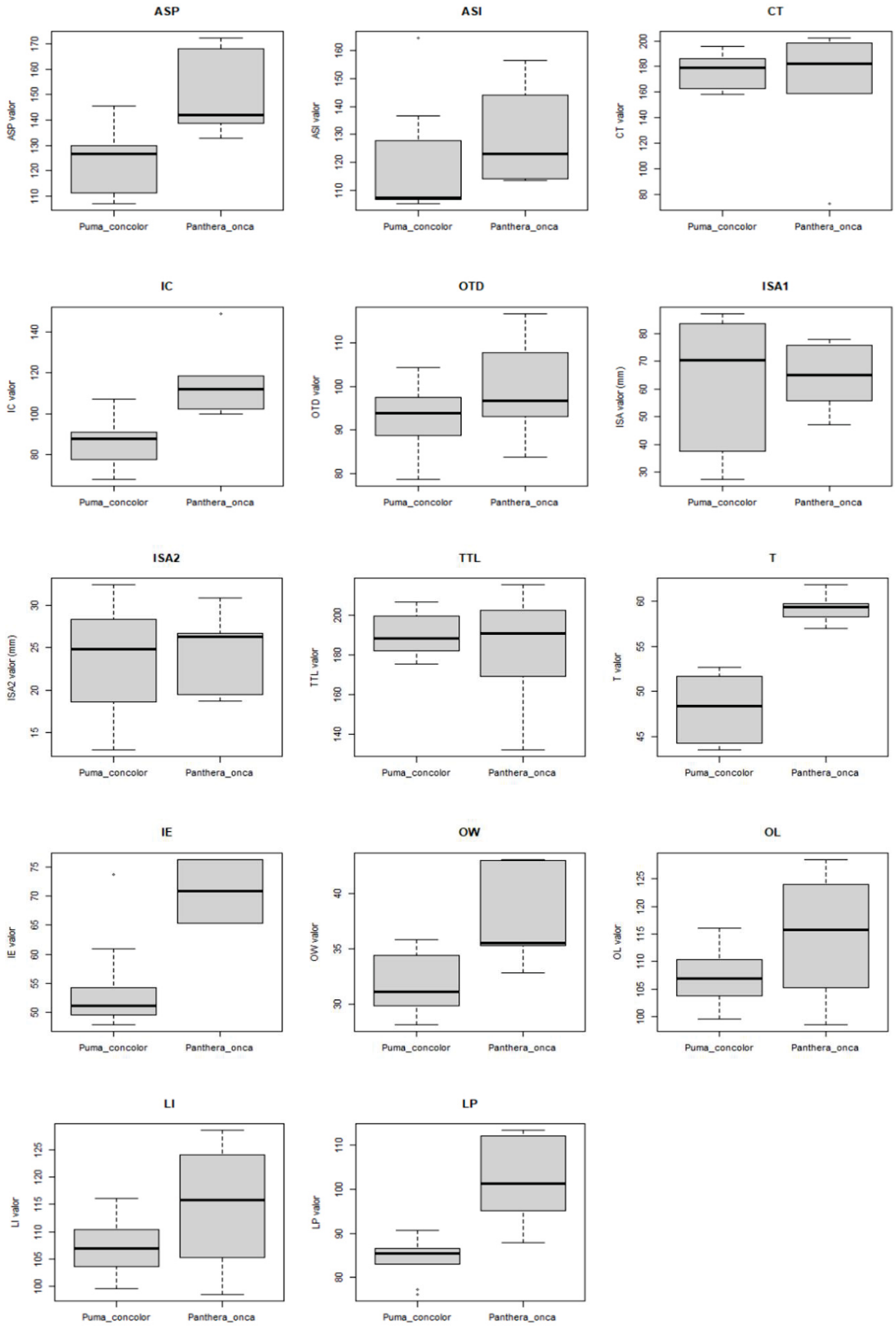


Figura 4. Resultados do Teste T em marcos anatômicos dorsais.

Os resultados do Teste T em marcos anatômicos ventrais (Fig. 5), estão dispostos na prancha a seguir:

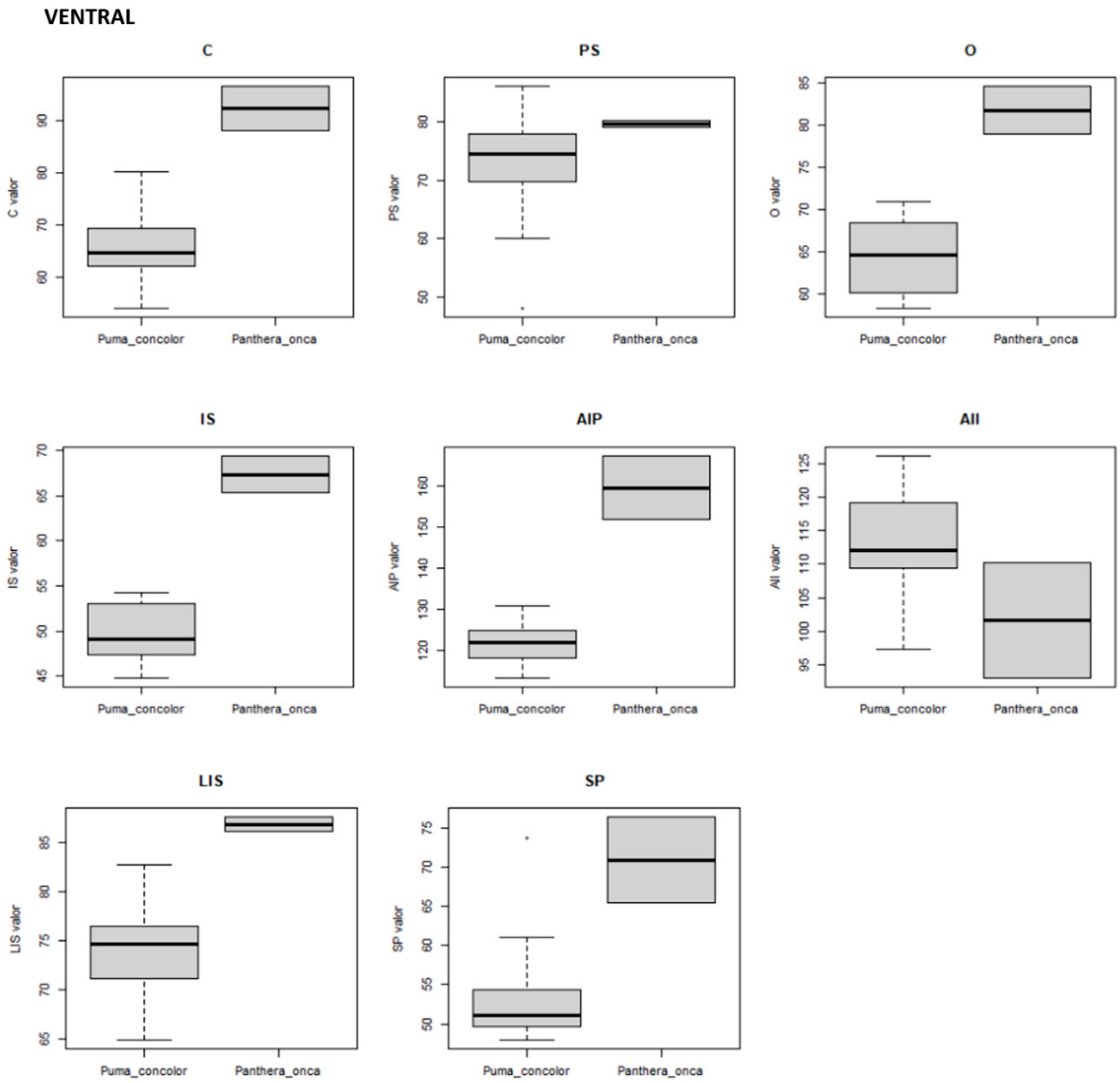


Figura 5. Resultados do Teste T em marcos anatômicos ventrais.

No Boxplot TTL DORSAL (Fig.4), são comparados os dados de comprimento total da pelve das espécies de interesse, mensurado do ponto extremo do ílio ao ponto oposto, no ísquio. o resultado demonstra *P. onca* ligeiramente maior que *P. concolo*r nesse parâmetro das amostras analisadas. Nos parâmetros dorsais ASI, ASP . IC , IE , LI , LP, OL, OTD, OW, T , ISA2 , CT, as análises demonstram que a *P. onca* é expressivamente maior que a *P. concolor*, assim como nos parâmetros ventrais (Fig.5), AIP, LIS, O, PS e SP, analisados. As exceções onde foram observados parâmetros maiores em *P.*

concolor comparados a *P. onca* foram os parâmetros: dorsal ISA1 que se refere ao comprimento do arco isquiático; e o parâmetro ventral AII, que se refere à mensuração da espinha ilíaca anteroinferior até a iminência ilíaco-púbica.

A análise PCA (Fig.6), define os componentes principais para distinguir as espécies analisadas. Contudo, são necessários estudos futuros com maior número de amostras para fortalecimento das análises estatísticas. Foi possível observar que os dois primeiros componentes principais representam 61% e 82% dos dados na vista dorsocaudal e na cranioventral, respectivamente. Na vista dorsocaudal é possível verificar que o parâmetro T (0,35) e CT (0,58) foram os que melhor definiram o eixo P1 e P2, respectivamente. Por outro lado, TTL teve uma baixa influência (- 0,01). Variáveis como: OW, OTD e ASP estão correlacionadas (Pearson, x > 78%); e IC e OL (Pearson, x > 80%), portanto recomenda-se escolher uma entre elas para otimizar a identificação, pois refletem respostas similares.

Abaixo a figura Análise PCA da vista dorsocaudal, demonstra os dados obtidos para Component 1 (*P. onca*) e Component 2 (*P. concolor*) (Fig.6):

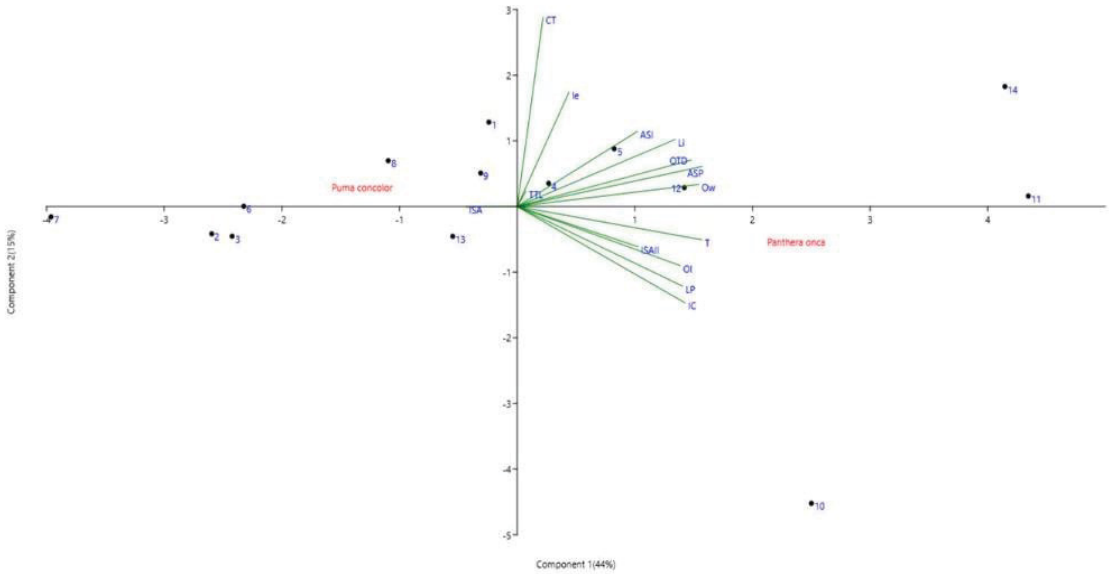


Figura 6. Análise PCA da vista dorsocaudal.

Abaixo na vista cranioventral (Fig.7) é possível verificar que o parâmetro O (0,43) e AII (0,67) foram os que melhor definiram o eixo Component 1(*P. onca*) e Component 2 (*P. concolor)*, respectivamente. Variáveis como O, LIS, IS e AIP

estão correlacionadas (Pearson, x > 80%) e recomenda-se escolher uma para otimizar a identificação, pois refletem respostas similares.

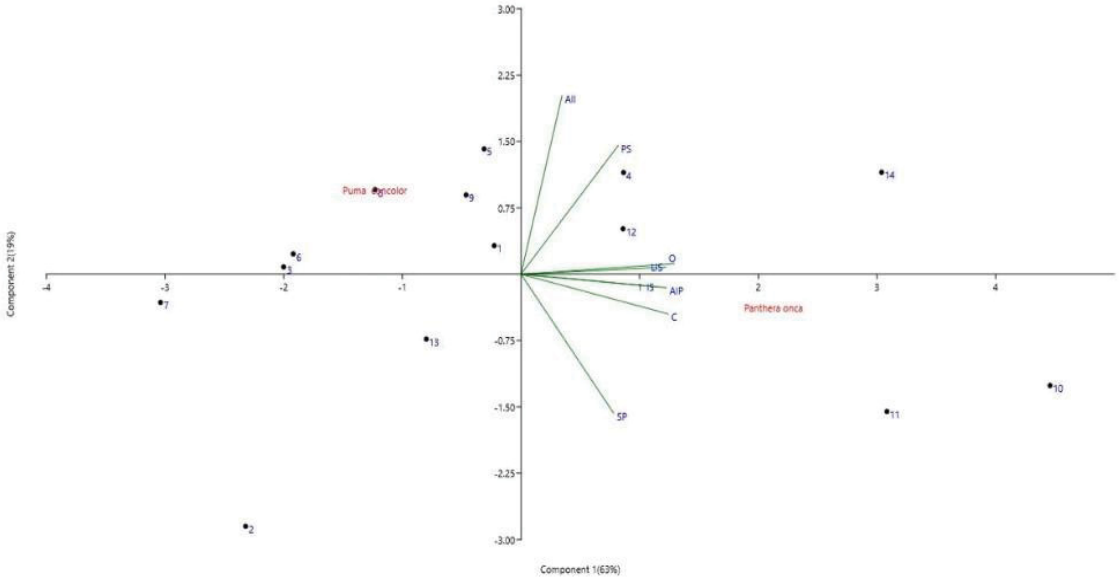


Figura 7. Análise PCA da vista cranioventral.

Foram analisados quatro indivíduos de *Panthera onca*, sendo uma pelve do sexo masculino e três do feminino; por esse motivo optou-se pela análise exploratória dos dados, na qual o macho foi avaliado individualmente e a média aritmética entre as fêmeas foi realizada. Para essa avaliação foram excluídas todas as pelves que não tinham a identificação do sexo.

Essa análise demonstra o dimorfismo sexual nas espécies avaliadas. Através da análise exploratória da vista dorsocaudal de *P. Onca* se observa que 86% dos marcos anatômicos da pelve são maiores nos machos, exceto para o marco anatômico ISA1 (fêmea = 65,50; macho = 47,20) e IE (ambos = 47,5) (Fig.8). Como também, a análise exploratória vista cranioventral (Fig.9) demonstra os machos serem maiores que as fêmeas, exceto no marco anatômico IS (ambos = 64,8).

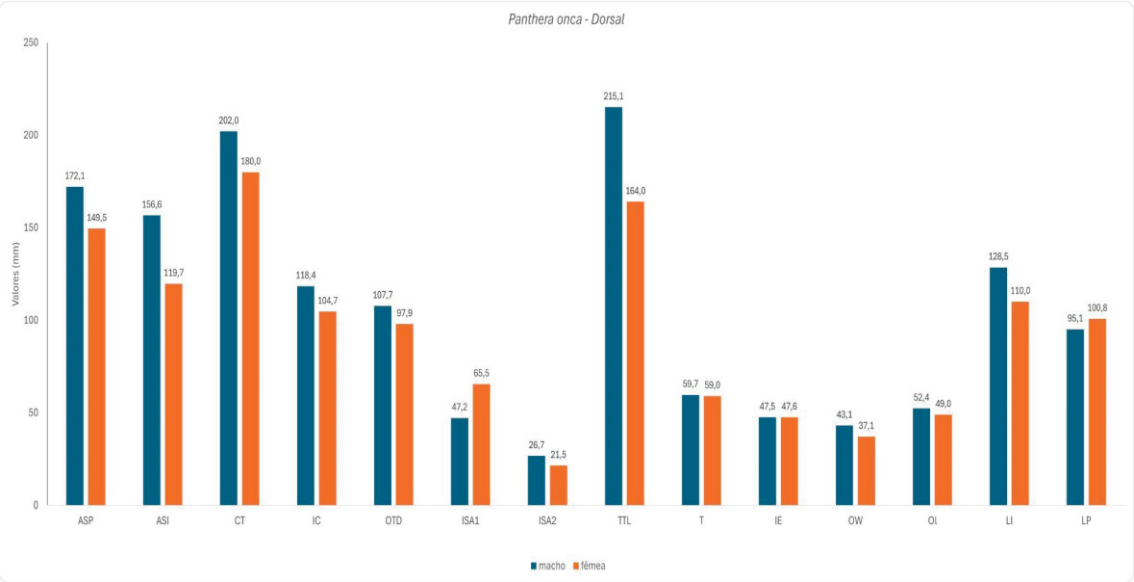


Figura 8. Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na visão dorsal de machos e fêmeas de *P. onca*.

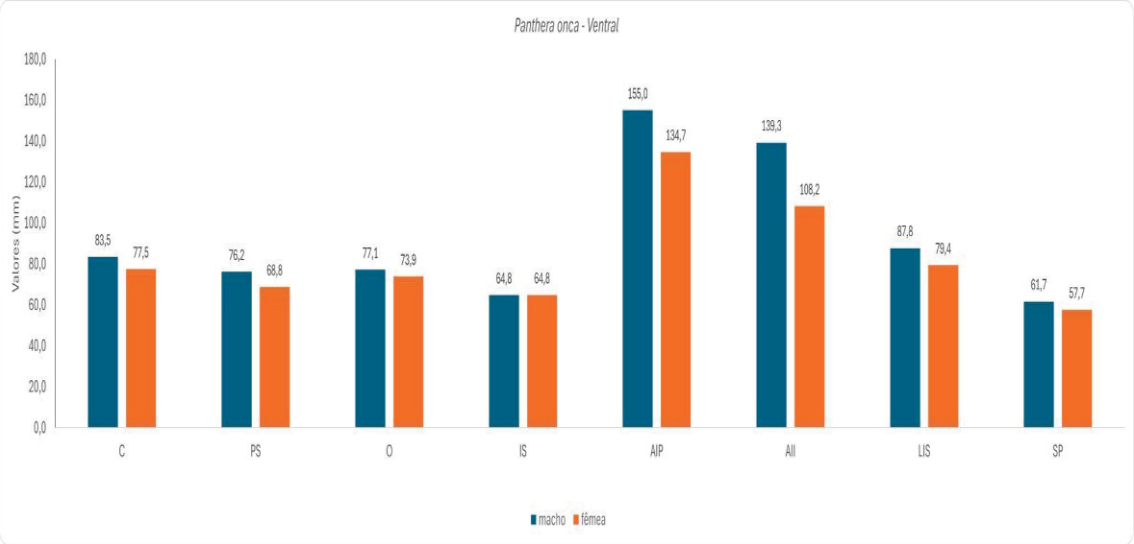


Figura 9. Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na vista ventral de machos e fêmeas de *P. onca.*

A mesma análise conduzida em pelve de *P. concolor* foi realizada em um número maior de amostras (n=5, três machos e duas fêmeas) e demonstraram dimorfismo sexual. Todos os marcos anatômicos da análise exploratória da vista dorsocaudal de *Puma concolor* (Fig. 10) demonstraram que os machos são maiores que as fêmeas. os marcos de maior expressão foram: TTL, CT, ASP e ASI.

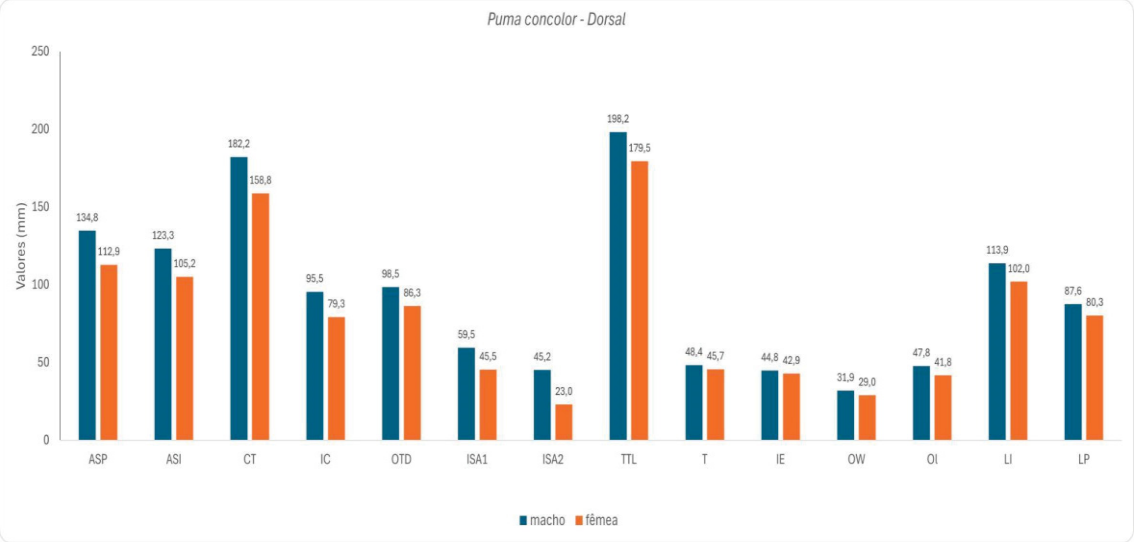


Figura 10. Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na vista dorsocaudal de machos e fêmeas de *P. concolor*.

A análise exploratória da vista cranioventral de *Puma concolor* (Fig.11), demonstraram o dimorfismo sexual em sete dos marcos anatômicos analisados (88%) com machos maiores que as fêmeas, sendo que o único marco anatômico a não demonstrar dimorfismo foi o SP (ambos = 49,5).

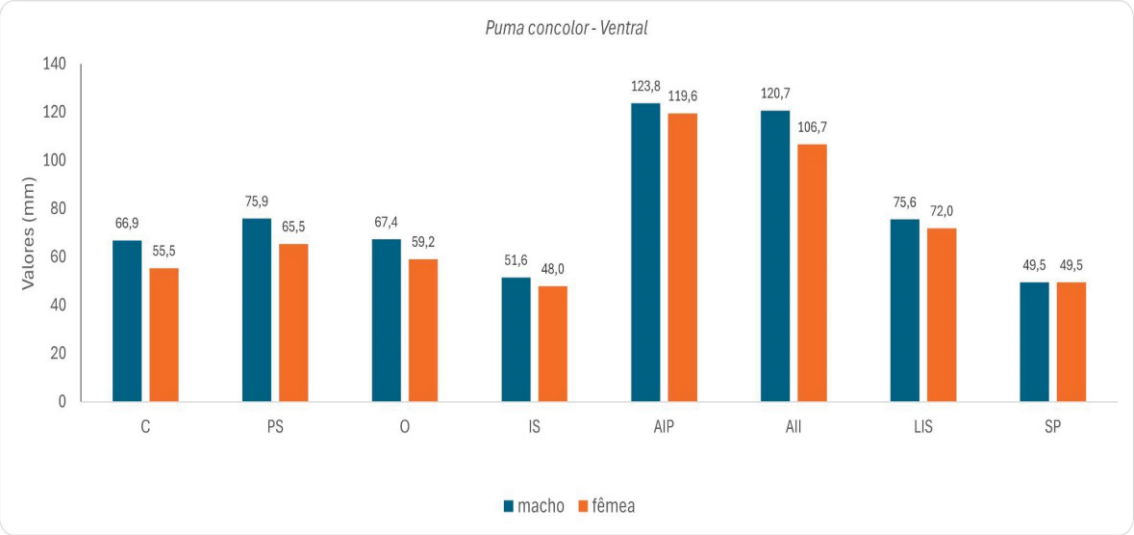


Figura 11. Análise exploratória dos comprimentos dos diferentes marcos anatômicos na vista ventral de machos e fêmeas de *P. concolor*.

A análise morfológica das amostras demonstra que as onças são maiores que os pumas, o ílio na *P. onca* se everte lateralmente, como se estivesse se abrindo, enquanto na *P. concolor* é mais retilíneo. Os machos de ambas as espécies possuem a pelve mais estreita na sua totalidade, evidenciada pela

cavidade pélvica ovalada, projetando o assoalho púbico no sentido ventral em forma de “V”, possuem maior altura no marco anatômico ISA 2, suas cristas isquiáticas são proeminentes. Nas fêmeas de ambas as espécies se observa a pelve mais arredondada em sua totalidade, forma observada principalmente no forame magno e assoalho púbico, menor altura do arco isquiático no sentido de ISA 2, não há proeminências no arco isquiático como nos machos, evidenciando um contorno do arco isquiático mais liso, uniforme, em ambas as espécies.

A sequência de figuras abaixo, ilustram o dimorfismo e diferenças morfológicas entre as espécies *P. onca* macho (Fig. 12) e *P. concolor* macho (Fig. 13); *P. onca* fêmea (Fig. 14 e 15) *e P. concolor* fêmea (Fig. 16):

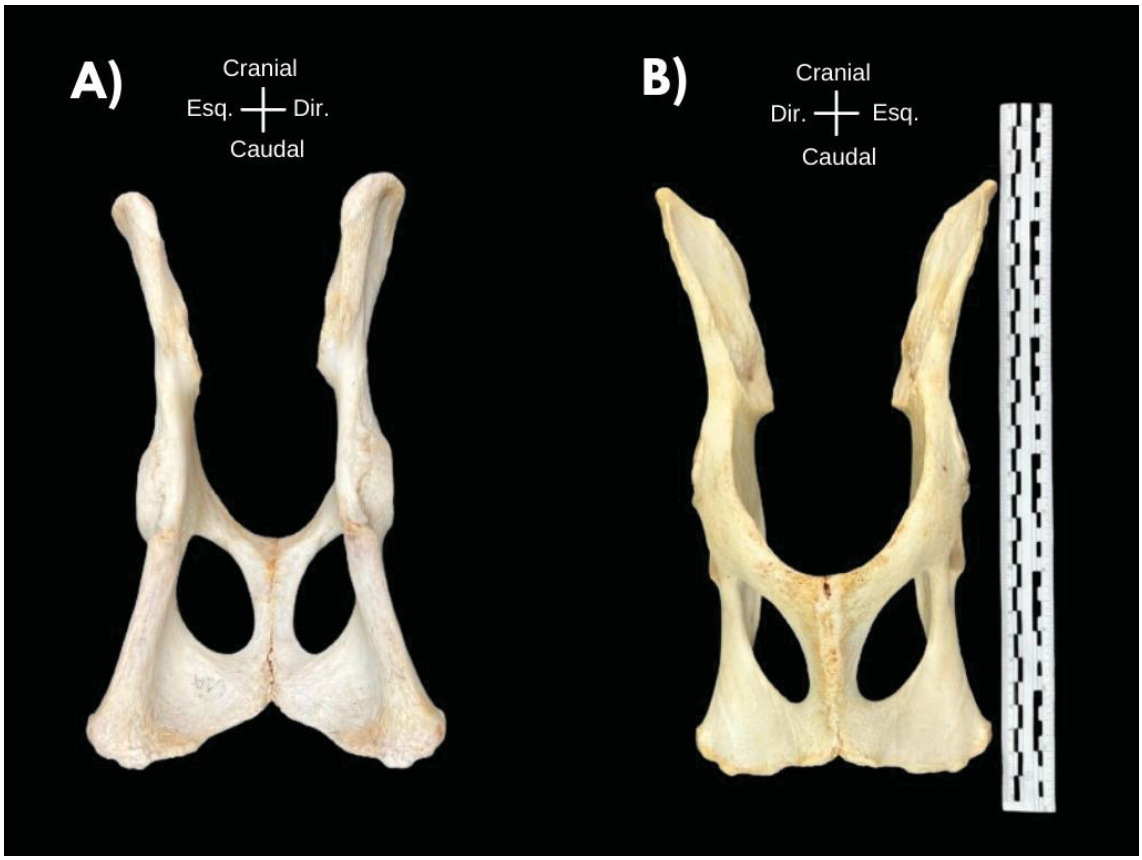


Figura 12. *P. onca* macho INC, A) Vista dorsal. B) Vista ventral.

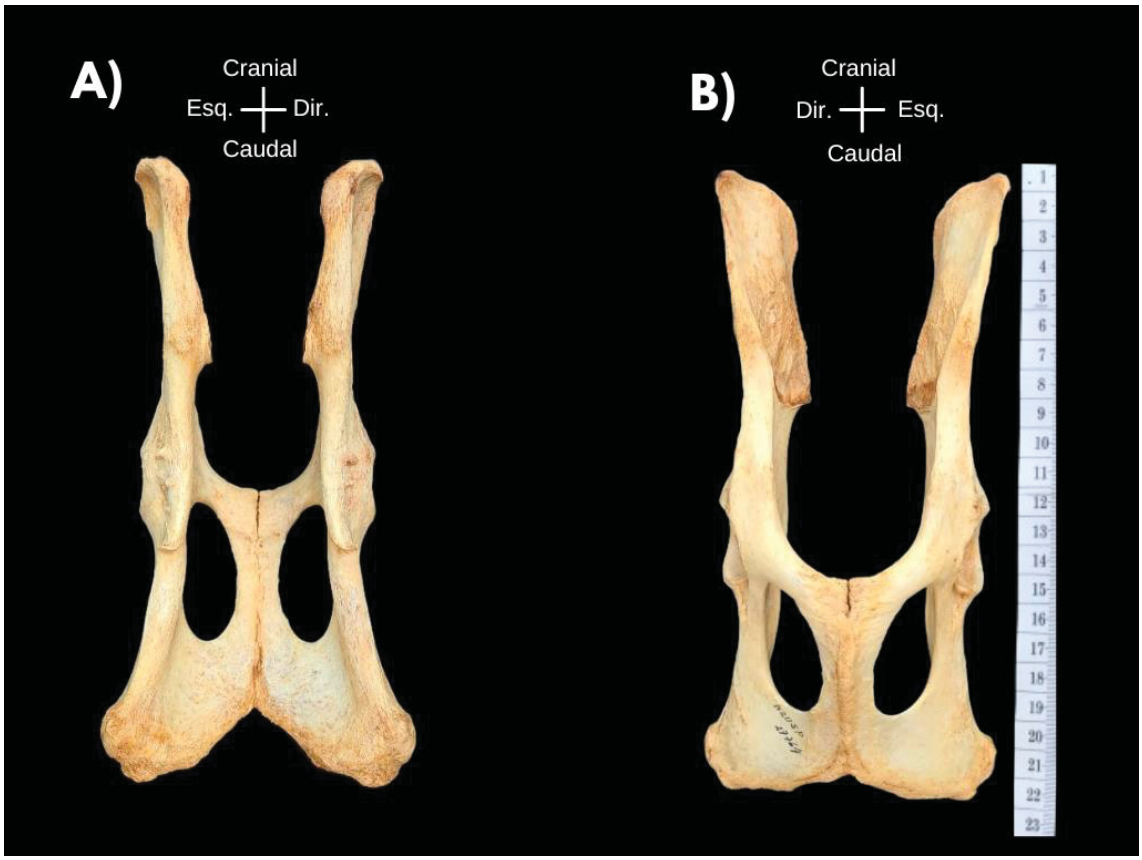


Figura 13. *P.concolor* macho MUZUSP, A)Vista dorsal. B) Vista ventral.

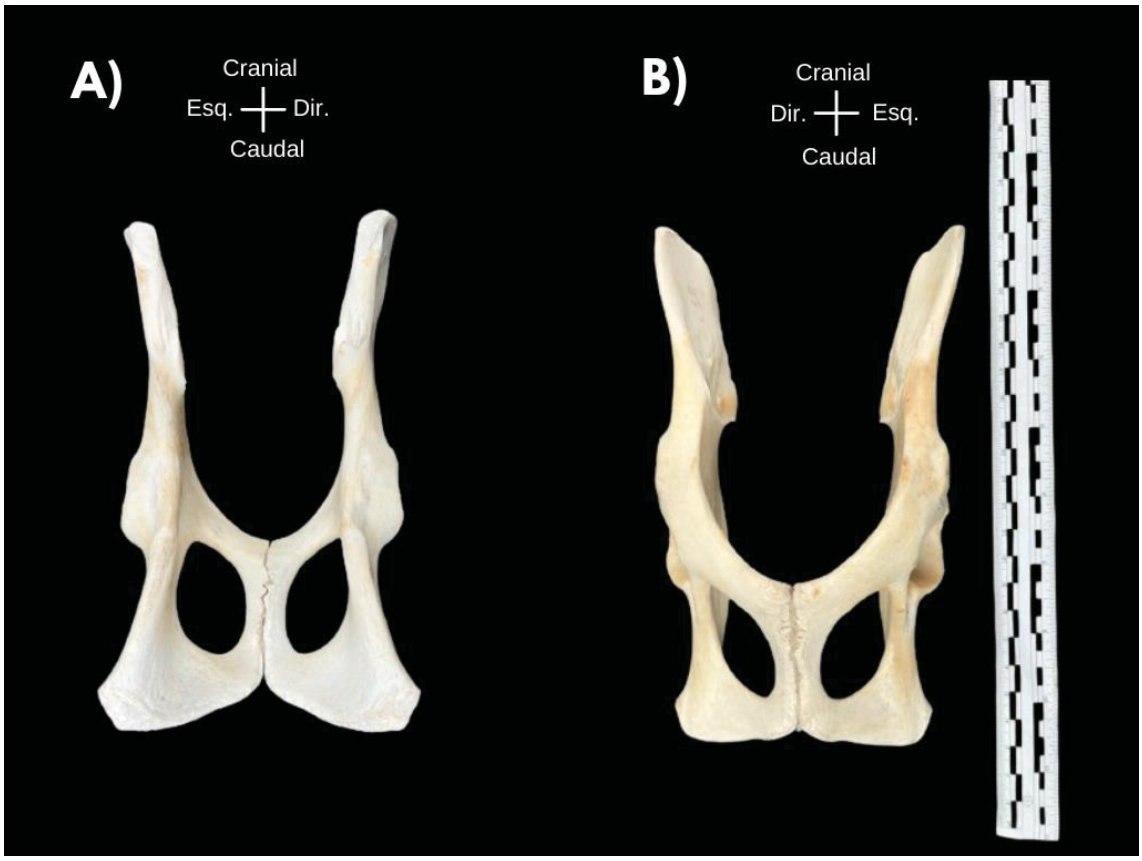


Figura 14. *P. onca* fêmea INC, A) Vista dorsal. B) Vista ventral.

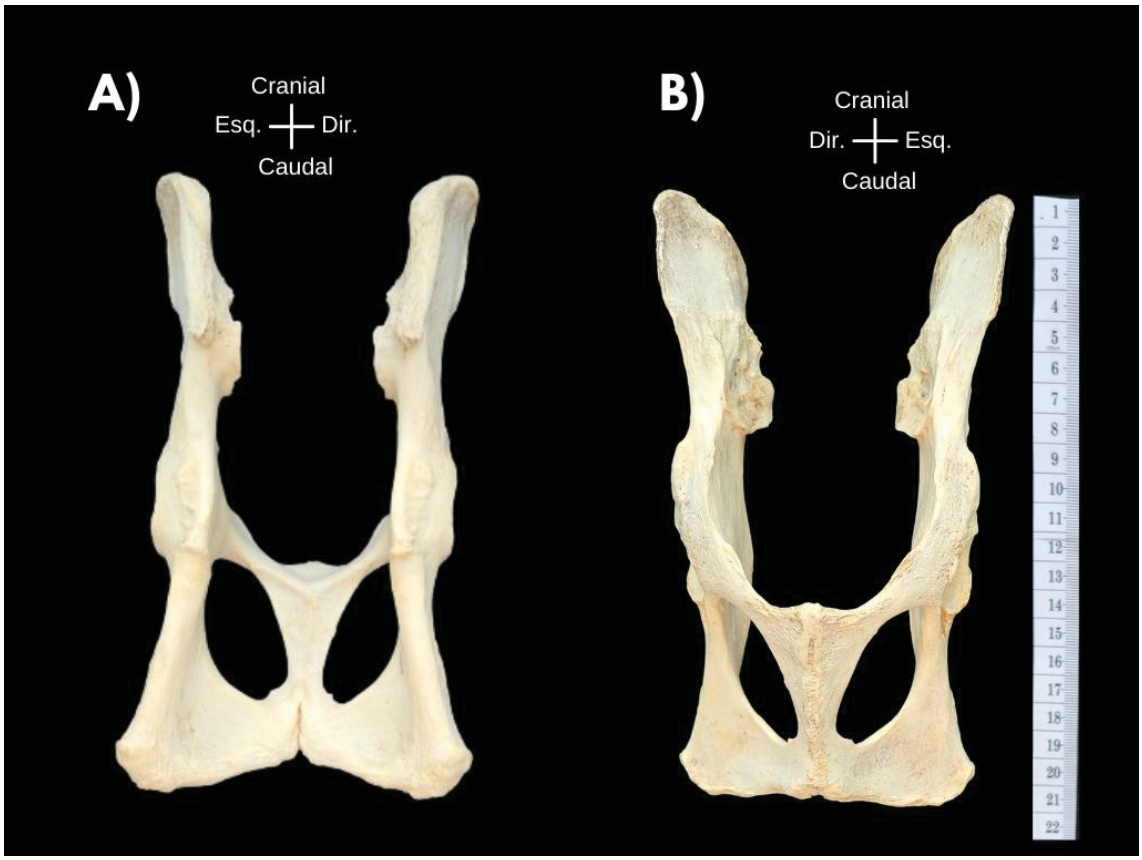


Figura 15. *P. onca* fêmea MUZUSP. A) Vista dorsal. B) Vista ventral.

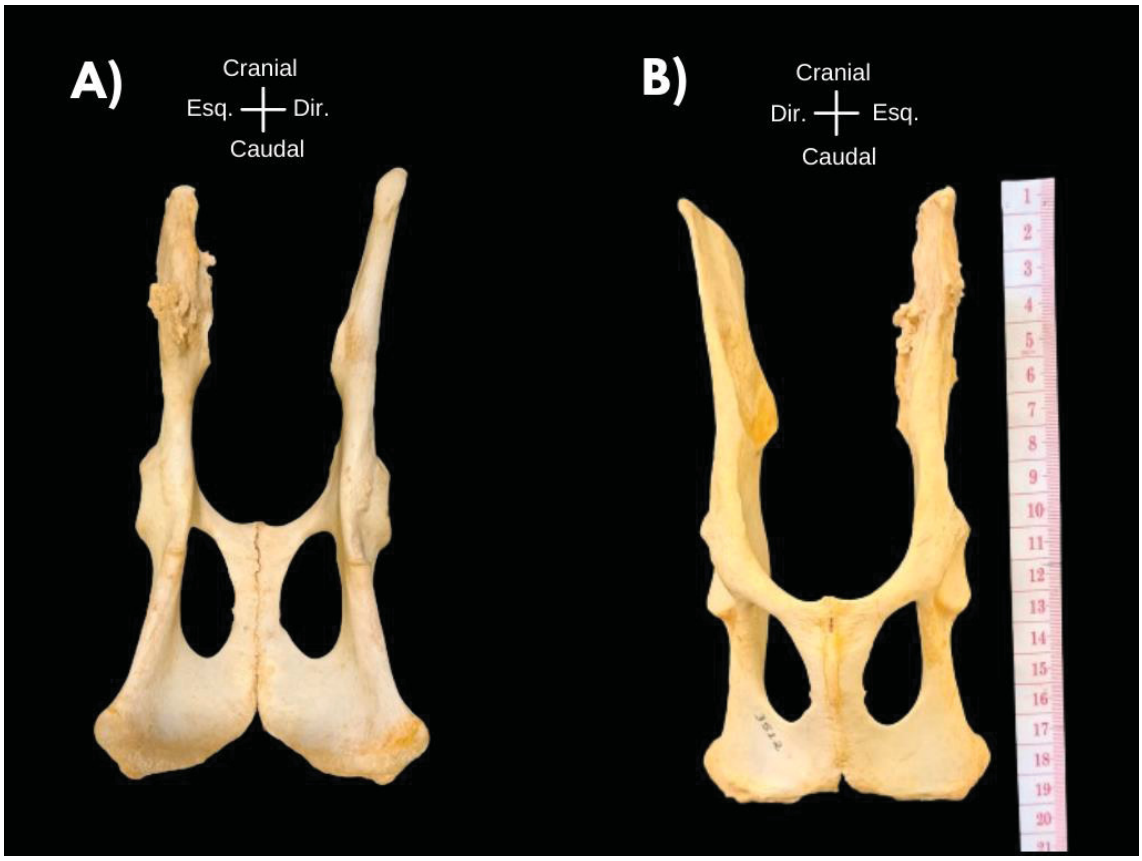


Figura 16. *P. concolor* fêmea MHNCI, A) Vista dorsal. B) Vista ventral.

4. DISCUSSÃO

Restos não humanos compreendem 25 a 30% do total de casos avaliados por antropólogos forenses. Podem representar mais de 90% dos casos esqueléticos submetidos à análise forense. Identificar a fauna é desafiador para antropólogos forenses, dado à diversidade óssea entre espécies. O conhecimento zoo arqueológico não é um requisito na antropologia, e profissionais que podem acessar coleções osteológicas para comparação, tem vantagens para realizar suas análises (Garvin et al., 2022).

Os resultados obtidos através das análises multivariadas para diferenciação entre espécies, demonstram que é possível diferenciá-las através da morfometria linear comparada, pois apresentam parâmetros com importantes diferenças.

No contexto forense de vida selvagem, a maioria das análises são baseadas em caracteres quantitativos ou qualitativos que especificam grupos taxonômicos, como famílias, gêneros e espécies (Mooreet al., 2021).

É necessário considerar previamente, o tamanho da peça osteológica a ser estudada, em avaliação macroscópica, identificando aproximadamente a idade do animal, se adulto, juvenil ou filhote; pois submeter a comparação indivíduos de idades discrepantes, refletirá resultados não confiáveis.

Pode o analista nesse caso, comparar o objeto de estudo com exemplares da mesma espécie, de origem conhecida, ou utilizando informação de referências científicas publicadas (Costa; Toledo, 2017).

O local de habitat do animal a ser identificado é um fator a se considerar na identificação animal, pois seu tamanho sofre influência do local. As onças-pintadas pantaneiras podem chegar a 150 Kg, enquanto as residentes da Mata Atlântica e Amazônica raramente passam de 100 kg. Os machos em geral, são cerca de 10 a 25% maiores que as fêmeas, medem 126 a 170 cm de comprimento crânio caudal, pesando 68 a 150 kg; as fêmeas medem de 116 a 147 cm no comprimento crâniocaudal, pesando de 51 a 100 kg (Rumiz et al, 2022).

As distinções entre macho e fêmea são conhecidas cientificamente há muito tempo (Fornel, Estrela, 2012). O estudo conduzido por Pitakarnnop et al (2017), mostra que nos marcos anatômicos analisados CT, IS, ISA, O e PS, se

encontra diferenças significativas entre machos e fêmeas de gatos domésticos (*Felis catus*), apresentando uma alta precisão de 97,3%, prevendo corretamente as fêmeas, sem erros de classificação.

A presente pesquisa demonstra parâmetros que confirmam o dimorfismo sexual nas amostras, revelando pelves masculinas maiores que as femininas em diversos parâmetros morfométricos. O marco anatômico ISA1, que se refere ao comprimento do arco isquiático, demonstra ser maior nas fêmeas de *P. onca*, o que pode ser relacionado com maior espaço para os órgãos que se acomodam no assoalho pélvico; e o parâmetro ISA2, que se refere a altura do arco isquiático, é menor nas fêmeas de ambas as espécies, o que corrobora com maior largura na região ísquio-púbica. A relação entre esses dois parâmetros é fundamental pois demonstra que a pelve masculina possui um arco isquiático mais estreito que as femininas, o que pode ser relacionado à gestação e ao parto.

A forma da pelve tem sido foco dos paleoantropólogos e antropologistas interessados na variação biológica, por envolverem a locomoção e dar à luz, pois a locomoção bípede favorece estreitamento da pelve, e dar à luz requer um canal de parto mais largo (Betti et al. 2013; Fornel, Estrela, 2012).

A influência do sexo na morfologia óssea foi extensivamente estabelecida em humanos e em outras espécies de mamíferos, como elefantes, alces, cavalos, cachorros-guaxinins, texugos, raposas e cães (Pitakarnnop et al, 2017).

Na pesquisa de Jurgelėnas (2015), através da análise morfométrica de 5 parâmetros pélvicos, de 18 machos e 22 fêmeas de *Vulpes vulpes* (raposa-vermelha), se concluiu que os machos são maiores que as fêmeas ($P<0.001$). A mesma pesquisa confirmou a diferenciação entre as espécies *Vulpes vulpes e Nyctereutes procyonoides* (guaxinim) ser possível, pois os ossos pélvicos do macho *Vulpes vulpes* são mais longos e mais largos na região do ísquio do que os *Nyctereutes procyonoides* ($P<0,001$), já as fêmeas de *Vulpes vulpes* são menores que as fêmeas de *Nyctereutes procyonoides* ($P<0,001$), que possuem ossos pélvicos mais largos e longos no eixo ilíaco, confirmando que análises pélvicas morfométricas são úteis para distinguir essas duas espécies.

A identificação morfológica dos ossos tem auxiliado a identificação sexual em seres humanos, por meio da tomografia computadorizada. Na medicina

veterinária, o seu uso também revela a possibilidade de identificação de dimorfismo sexual (Özkadif et al. 2014).

Na pesquisa Podhade et al (2014) avaliou macroscopicamente a morfologia e a morfometria de 4 pelves de *Panthera pardus* (leopardo) adultos, encontrando os dados a seguir: TTL: 167mm, PS: 55,5mm, OL: 48,9mm e OW: 26mm.

Os valores encontrados pelo presente artigo para compará-los com os respectivos parâmetros de Podhade et al (2014), são: TTL de *P. onca* e *P. concolor:* entre 180 mm e 200 mm; PS: entre 70mm e 80mm; OL: *P. onca* 117 mm e *P. concolor* entre 105 a 110 mm; OW: *P. onca* 35 a 40mm e *P. concolor* 30 a 35mm. A comparação dos parâmetros demonstra que a *P. onca* se distingue como o maior felídeo entre eles, seguida de *P. concolor*, e por fim o *P. pardus*.

Essa pesquisa revela, em caráter experimental, que avaliar os parâmetros T, CT e ASP, em vista dorsocaudal, e qualquer um dos parâmetros entre OW, OTD e ASP, geram resultados muito próximos na diferenciação entre as espécies.

A identificação de partes de animais não humanos é uma prática comum no contexto da medicina veterinária legal, dado a sua importância criminal, uma vez que a pena é aumentada quando se trata de espécies raras ou ameaçadas de extinção (Costa; Toledo, 2017).

Na avaliação da vista cranioventral, os parâmetros AII, PS, e qualquer um entre O, LIS e AIP são capazes de fornecer a diferenciação entre *P. concolor* e *P. onca*.

A integração de métodos genéticos aos morfológicos e morfométricos, podem enriquecer a compreensão das análises. Se tratando de animais de sexo desconhecido, essa individualização exige o reconhecimento de caracteres que identificam de forma única um indivíduo específico, sendo ainda uma prática rara em casos de vida selvagem (Moore, et al. 2021).

A apuração de condutas criminosas acerca dos animais silvestres demanda conhecimentos técnicos e científicos altamente especializados, tais como a delimitação e distribuição de áreas geográficas, conhecimento etológico e bem-estar animal para identificação de práticas de maus-tratos, estudos de

relações genealógicos e a Zoomorfologia Forense (Mayrink; Queiroz, 2017; Reis, 2020).

Considerando que não foram encontrados referências publicadas de estudos morfométricos, especificamente em pelve de populações brasileiras de *P. onca* e *P. concolor*, sendo que a morfometria de crânio e de dentes existe vasto material científico, e que as duas espécies analisadas sofrem diminuição de suas populações; esse artigo vêm colaborar com instituições de pesquisa e policiais no combate à crimes contra a fauna, agregando mais dados ao conhecimento existente, e servindo como um exemplo para novos trabalhos na área, visando a conservação das espécies.

5. CONCLUSÃO

A morfometria linear desempenha um papel importante na investigação científica, proporcionando respostas valiosas sobre o objeto de estudo. Seu desenvolvimento contínuo, aliado a abordagens interdisciplinares, como a análise genética e isotópica, promete abrir novas perspectivas na identificação animal no âmbito forense.

Em humanos a antropologia forense desempenha um papel crucial na análise de características populacionais, ancestrais e individuais com base nas características da pelve. Em animais há inúmeros estudos acerca da pelve, principalmente voltados para a fisiologia do parto de animais de alto valor zootécnico. Variações nas dimensões pélvicas podem ser utilizadas para determinar qual espécie está em análise e se trata-se de um indivíduo macho ou fêmea.

Esse experimento concluiu que existem diferenças morfológicas entre as espécies *Panthera onca* e *Puma concolor*, assim como existe dimorfismo sexual em ambas as espécies analisadas, e que essas diferenças podem ser avaliadas através de análises morfométricas.

A identificação da espécie entre *P. onca* e *P. concolor* é de grande importância pois é determinante na aplicação do rigor da Lei em casos de crimes contra as espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

BETTI L.; VON CRAMON-TAUBADEL, N.; MANICA, A.; LYCETT, S.J. Global geometric morphometric analyses of the human pelvis reveal substantial neutral population history effects, even across sexes. **PLoS ONE**. 2013; v.8, n.2. https://doi.org/10.1371/journal.pone.005

COSTA, F.J.V; FERREIRA, J.M. Fortalecendo parcerias a favor da biodiversidade. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico:** Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. 2017. p.17-22. João Pessoa. IMPRELL, 250 p.

COSTA, FJV.; TOLEDO, V. Identificação morfológica de animais domésticos e silvestres. In: TOSTES, R.B; REIS, S.T.J E CASTILHO, V. V. **Tratado de Medicina Veterinária Legal.** 2017. Curitiba: Medvep. vol. 1, e.1, p. 171-181.

CHAVES, E.P.; ARAGÃO, N.R.C.; PIORSKI, N.M.; SOUZA, C.P.A; MEDEIROS, A.M.; CHAVES, L.P.F.A.; TCHAICKA, L.; SOUSA, A.L. Sexual dimorphism in Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) from the Brazilian Amazon. **Brazilian Journal of Biology**. 2022, vol. 82, e264358 https://doi.org/10.1590/1519-6984.264358

DESTRO, G.; LUCENA, T.; MONTI, R.; CABRAL, R.; BARRETO, R. Efforts to Combat Wild Animals Trafficking in Brazil. **Biodiversity Enrichment in a Diverse World.** 2012. http://dx.doi.org/10.5772/48351

ELWIN, A.; ASFAW, E.; VIETO, R.; D'CRUZE, N. Going over the wall: insights into the ilegal production of jaguar products in a Bolivian prison. **Oryx.** 2023. v.1, n.4. https://doi.org/10.1017/S003

FORNEL, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P. Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos. p. 101-120. *In*: MARINHO, J.R.; HEPP, L.U.; FORNEL, R. **Temas em Biologia**: Edição comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus de Erechim. 1ed. Erechim. EDIFAPES, 2012.

GARVIN, H.M.; DUNN, R.; SHOLTS, S.B.; LITTEN, M.S.; MOHAMED, M.; KUTTICKAT, N.; SKANTZ, N. Forensic Tools for Species Identification of Skeletal Remains: Metrics, Statistics, and OsteoID. **Biology**. 2022. v.11, n.25. https://doi.org/10.3390/biology11010025

IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2021. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2021-2. https://www.iucnredlist.org. Acesso em: 26 de maio de 2022.

JURGELĖNAS, E. Osteometric Abalysis Of The Pelvic Bones And Sacrum Of The Red Fox And Racoon Dog. **Veterinarija Ir Zootechnika**. 2015. v.70, n.92.

MAYRINK, R.R; QUEIROZ, A.L.L. Exame Pericial no local de crime no contexto do tráfico de animais silvestres. p.211-241. *In*: COSTA, F.J.V.; FERREIRA,

J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico:** Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. 2017. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

MICHALSKI, F.; BOULHOSA, R.L.P.; FARIA, A.; PERES, C. Human–wildlife conflicts in a fragmented Amazonian forest landscape: determinants of large felid depredation on livestock. **Animal Conservation**, v.9, p.179-188. 2006.https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00025.x

MITTEROECKER, P.; GUNZ, P. Advances in geometric morphometrics. Evolutionary Biology. 2009. v.36, p.235-247. https://doi.org/10.1007/s11692-009-9055-x

MOORE, M.; BAKER, B.; BAUMAN, T.; CURTIS, M.; ESPINOZA, E.; FERREL, C.; FRANKHAM, G.; FRAZIER, K.; GILES, J.; HAWK, D.; ROVIE-RYAN, J.; JOHNSON, R.; KNOT, T.; KORNFIELD, I.; LINDQUIST, C.; LORD, W.; MORGAN, K.; O'BRIEN, R.; OGDEN, R.; WEBSTER, L. The Society for Wildlife Forensic Science standards and guidelines. **Forensic Science International: Animals and Environments**, v. 1, 100015, 2021. https://doi.org/10.1016/j.fsiae.

NISHANT, K.; VRIJESH, K.Y.; AJAY, K.R.Wildlife Forensic: Current Techniques and their Limitations. **Journal of Forensic Science & Criminology.** 2017. v.5. n.4.

ÖZKADIF S., EKEN, E.; KALAYCI, I. A three-dimensional reconstructive study of pelvic cavity in the New Zealand Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). **The Scientific World Journal**. 2014. v.2014, n.6, p.6. https://doi.org/10.1155/2014/489854

PARRY, N.M.A.; STOLL, A. The rise of veterinary forensics. **Forensic Science International**. 2020. v.306,110069. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110069

PITAKARNNOP, T.; BUDDHACHAT, K.; EUPPAYO, T.; W. KRIANGWANICH, W.; NGANVONGPANIT, K. Feline (*Felis catus*) skull and pelvic morphology and morphometry: gender related difference? **Anatomia Histologia Embryologia Journal of Veterinary Medicine**. 2017. v.46, n.3, p.294-303. https://doi.org/10.1111/ahe.12269

PODHADE, D.N; SHRIVASTAV, A. B.; VAISH, R. Gross osteomorphometrical study of ossa coxarum of the leopard (Panthera pardus). **Veterinary World**. 2014. 7(1): 10-12. www.veterinaryworld.org/Vol.7/Jan-2014/3.pdf

REIS, S.T.J. Zoomorfologia Forense no contexto da Medicina Veterinária Legal. **Medvep.** 2020. v.50, n.4, p.138-141.

RUMIZ, D.; BORON, V.; RIVERA-BRUSATIN, A.; HOLZMANN, A.; PAYÁN GARRIDO, E.; GASPAIRINI-MORATO, R. L.; PAULA, R. C.; MORATO, R.G.; FERREIRA, J.M.; FELICIANI, F.; FOSTER, V. C.; REGINATO, T.; KOTZ, A.;

OLIVEIRA, T. G.; BARROS, Y. M. Guia de identificação de partes de felinos. São Paulo. **Freeland.** Brasil. 2022. ICMBio, 116 p.

VIDOLIN, G.P. Aspectos Bio-Ecológicos de Puma concolor (Linnaeus, 1771), Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758) e Leopardus tigrinus (Schreber, 1775) na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba. Curitiba, Paraná, Brasil, 2024. **Dissertação de Mestrado**. UFPR.

WALKINGTON, D. Quadro XII: Tráfico de partes de onça-pintada: uma nova ameaça à espécie. p.88-90. In: CHARITY, S.; FERREIRA, J.M. **Tráfico de Fauna Silvestre no Brasil.** Cambridge, Reino Unido: TRAFFIC International, 2020. p.111 https://www.traffic.org/site/assets/files/13031/iwt_wildlife_trafficking_in_brazil_portuguese_july_2022-xs.pdf

CONCLUSÃO GERAL

Essa pesquisa revelou através do levantamento bibliográfico sobre o tema proposto, a deficiência do conhecimento osteológico acerca de pelve de *Panthera onca* e *Puma concolor*, no Brasil e no mundo. Estudos sobre a pelve humana entre outros mamíferos, principalmente os de interesse zootécnico e de experimentação animal, estão em fases avançadas em detrimento do que ocorre nos felídeos silvestres de médio e grande porte.

São muitos os desafios para a conservação dos felídeos silvestres, e estudos de interesse forense são determinantes para a causa.

O artigo experimental realizado por esta pesquisa de mestrado, demonstra um pequeno avanço no campo da identificação osteológica dos felídeos silvestres. A consciência sobre os desafios nesse campo se desdobra em possibilidades para estudos futuros, o que inclui a necessidade de padronização da metodologia através da sua futura aplicação em maior número de amostras.

Esse experimento pode se tornar parte da identificação de peças osteológicas de acervos científicos de diferentes instituições, pois a técnica é de baixa complexidade e os dados ficariam salvos para futuras pesquisas científicas, otimizando o tempo de pesquisadores ao redor do mundo, que poderiam acessar esses dados através de bancos virtuais institucionais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PERITOS CRIMINAIS FEDERAIS (APCF). Entenda a atuação da perícia criminal federal em casos como o de Brumadinho**. Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais (APCF)**. 2019. Acesso em 26/05/2023: <https://apcf.org.br/noticias/entenda-a-atuacao-da-pericia-criminal-federal-em-casos-como-o-de-brumadinho/>.

ATAIDE JUNIOR, V.P. **Capacidade processual dos animais: a judicialização do Direito Animal no Brasil**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022.

BAKER, P.; WORLEY, F. **Animal Bones and Archaeology** - Recovery to archive. Swindon: Historic England. 2019.

BENEDITO, E. **Biologia e Ecologia dos VertebradoS.** 1º ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. 259 p.

BETTI, L.; CRAMON-TAUBADEL, N.V.; MANICA, A.; LYCETT, S.J. Global geometric morphometric analyses of the human pelvis reveal substantial neutral population history effects, even across sexes. **PLoS ONE**. 2013; v.8, n.2, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055909

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**. p. 1, 13fev.1998.Disponívelem: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M. Apresentação. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico:** Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. p.7-16. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M. Fortalecendo parcerias a favor da biodiversidade. p.17-22. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico**: Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

COSTA, FJV.; TOLEDO, V. Identificação morfológica de animais domésticos e silvestres. In: TOSTES, R.B; REIS, S.T.J E CASTILHO, V. V. **Tratado de Medicina Veterinária Legal.** 2017. Curitiba: Medvep. vol. 1, e.1, p. 171-181.

CHAVES, E.P.; ARAGÃO, N.R.C.; PIORSKI, N.M.; SOUZA, C.P.A; MEDEIROS, A.M.; CHAVES, L.P.F.A.; TCHAICKA, L.; SOUSA, A.L. Sexual dimorphism in Kinosternon scorpioides (Linnaeus, 1766) from the Brazilian Amazon. **Brazilian Journal of Biology**. 2022, vol. 82, e264358 https://doi.org/10.1590/1519-6984.264358

DESTRO, G.; LUCENA, T.; MONTI, R.; CABRAL, R.; BARRETO, R. Efforts to Combat Wild Animals Trafficking in Brazil. **Biodiversity Enrichment in a Diverse World.** 2012. http://dx.doi.org/10.5772/48351

DIVAKAR, D.D.; JOHN, J.; KHERAIF, A.A.; RAMAKRISHNAIAH, R.K.; MAVINAPALLA, S.; ALSHAHRANI, O.A. Cranio-mandibular parameters of lateral cephalometric radiograph to determine sex in Forensic Investigations: An electronic search study. **The Anthropologist.** 2015; v.21, n.2, p. 98-104. https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891798

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. Aparelho Locomotor. P. 35-37. *In*: **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2º ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 1996.

ELWIN, A.; ASFAW, E.; VIETO, R.; D'CRUZE, N. Going over the wall: insights into the ilegal production of jaguar products in a Bolivian prison. **Oryx.** 2023. v.1, n.4. https://doi.org/10.1017/S003

FOGAÇA, L. M. H.; NETO, J.C. Biopirataria: análise das sanções penais e administrativas aplicadas aos agentes do tráfico de animais silvestres. **Jus.com.br**. 2015. https://jus.com.br/artigos/44302/biopirataria-analise-das-sancoes-penais-e-administrativas-aplicadas-aos-agentes-do-trafico-de-animais-silvestres. Acesso em: 24 de maio de 2022.

FORNEL, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P. Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos. p. 101-120. *In*: MARINHO, J.R.; HEPP, L.U.; FORNEL, R. **Temas em Biologia**: Edição comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus de Erechim. 1ed. Erechim. EDIFAPES, 2012.

FRANCOY, T.M.; FONSECA, V.L.I. A morfometria geométrica de asas e a identificação automática de espécies de abelhas. **Oecologia Australis**. 2010. v.14, n.1, p. 317-321. https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.20

GARVIN, H.M.; DUNN, R.; SHOLTS, S.B.; LITTEN, M.S.; MOHAMED, M.; KUTTICKAT, N.; SKANTZ, N. Forensic Tools for Species Identification of Skeletal Remains: Metrics, Statistics, and OsteoID. **Biology**. 2022. v.11, n.25. https://doi.org/10.3390/biology11010025

IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2021. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2021-2. https://www.iucnredlist.org. Acesso em: 26 de maio de 2022.

KAMAL, S.; AARTI, R.; JYOTI, R. Incus morphometry: a possible tool in sex determination. **Journal of Forensic Research**. 2016. v.7, n.2, p.320. https://doi.org/10.4172/2157-7145.1000320

KERMAN, I. Exploitation of the jaguar, *Panthera onca* and other large forest cats in Suriname. **WWF - World Wide Fund for Nature**. Guianas. 2010.

LARSON, S.E. Taxonomic Re-Evaluation of the Jaguar. **Zoo Biology**. 1997. v.16, p.107-120. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2361

LEWTON, K.L.; BRANKOVIC, R.; BYRD, W.A.; CRUZ, D.; MORALES, J.; SHIN, S. The effects of phylogeny, body size, and locomotor behavior on the three-dimensional shape of the pelvis in extant carnivorans. **PeerJ.** 2020. v.8, e.8574. https://doi.org/10.7717/peerj.8574

LIEBICH, H.-G.; KÖNIG, H. E.; MAIER, J. Membros Pélvicos ou Posteriores (Membra Pelvina). In: KÖNIG, H.E.; LIEBICH, H.-G. p.223-232. **Anatomia dos Animais Domésticos**: Texto e Atlas Colorido. 2016. Porto Alegre: Artmed, p.804

MAYRINK, R.R; QUEIROZ, A.L.L. Exame Pericial no local de crime no contexto do tráfico de animais silvestres. p.211-241. *In*: COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico:** Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

MELO, M.; ARISI, B. A onça negra e o guardião da floresta. IUCN. **ORG**. 2021. <https://www.iucn.org/news/commission-environmental-economic-and-social-policy/202110/black-jaguar-and-guardian-forest>. Acesso em: 27 de maio de 2022.

MICHALSKI, F.; BOULHOSA, R.L.P.; FARIA, A.; PERES, C. Human–wildlife conflicts in a fragmented Amazonian forest landscape: determinants of large felid depredation on livestock. **Animal Conservation**, v.9, p.179-188. 2006.https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00025.x

MITTEROECKER, P.; GUNZ, P. Advances in geometric morphometrics. Evolutionary Biology. 2009. v.36, p.235-247. https://doi.org/10.1007/s11692-009-9055-x

MOORE, M.; BAKER, B.; BAUMAN, T.; CURTIS, M.; ESPINOZA, E.; FERREL, C.; FRANKHAM, G.; FRAZIER, K.; GILES, J.; HAWK, D.; ROVIE-RYAN, J.; JOHNSON, R.; KNOT, T.; KORNFIELD, I.; LINDQUIST, C.; LORD, W.; MORGAN, K.; O'BRIEN, R.; OGDEN, R.; WEBSTER, L. The Society for Wildlife Forensic Science standards and guidelines. **Forensic Science International: Animals and Environments**, v. 1, 100015, 2021. https://doi.org/10.1016/j.fsiae.

NASSARO, M.R.F. Aplicação da Teoria do Link nas ocorrências de tráfico de animais silvestres. P. 63-64. *In*: NASSARO, M.R.F. **Maus tratos aos animais e violência contra pessoas:** A aplicação da Teoria do Link nas ocorrências atendidas pela Polícia Militar do Estado de São Paulo. 1ª Ed, São Paulo: Edição do Autor, 2013.

NISHANT, K.; VRIJESH, K.Y.; AJAY, K.R.Wildlife Forensic: Current Techniques and their Limitations. **Journal of Forensic Science & Criminology.** 2017. v.5. n.4.

ÖZKADIF S., EKEN, E.; KALAYCI, I. A three-dimensional reconstructive study of pelvic cavity in the New Zealand Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). **The Scientific World Journal**. 2014. v.2014, n.6, p.6. https://doi.org/10.1155/2014/489854

PARRY, N.M.A.; STOLL, A. The rise of veterinary forensics. **Forensic Science International**. 2020. v.306,110069. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110069

PITAKARNNOP, T.; BUDDHACHAT, K.; EUPPAYO, T.; W. KRIANGWANICH, W.; NGANVONGPANIT, K. Feline (*Felis catus*) skull and pelvic morphology and morphometry: gender related difference? **Anatomia Histologia Embryologia Journal of Veterinary Medicine**. 2017. v.46, n.3, p.294-303. https://doi.org/10.1111/ahe.12269

PODHADE, D.N; SHRIVASTAV, A. B.; VAISH, R. Gross osteomorphometrical study of ossa coxarum of the leopard (Panthera pardus). **Veterinary World**. 2014. 7(1): 10-12. www.veterinaryworld.org/Vol.7/Jan-2014/3.pdf

REIS, S.T.J. Maus-tratos a animais. p.79-94. *In:* COSTA, F.J.V.; FERREIRA, J.M.; MONTEIRO, K.R.G.; MAYRINK, R.R. **Ciência Contra o Tráfico:** Avanços no Combate ao Comércio Ilegal de Animais Silvestres. João Pessoa. IMPRELL, 2017. 250 p.

REIS, S.T.J. Zoomorfologia Forense no contexto da Medicina Veterinária Legal. **Medvep.** 2020. v.50, n.4, p.138-141.

RUMIZ, D.; BORON, V.; RIVERA-BRUSATIN, A.; HOLZMANN, A.; PAYÁN GARRIDO, E.; GASPAIRINI-MORATO, R. L.; PAULA, R. C.; MORATO, R.G.; FERREIRA, J.M.; FELICIANI, F.; FOSTER, V. C.; REGINATO, T.; KOTZ, A.; OLIVEIRA, T. G.; BARROS, Y. M. Guia de identificação de partes de felinos. São Paulo. **Freeland.** Brasil. 2022. ICMBio, 116 p.

SANTANA, J.S. Aspectos reprodutivos e resolução cirúrgica da distocia em primatas não-humanos. **Pubvet.** 2021. v.15, n.1, p.1-11. https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n01a736.1-11

SANTOS, C.A. PELEGRINI, I.S.; SILVA, R. M.; CALIGIORNE, S.M. Descrição dos desastres em Mariana e Brumadinho sob o olhar da Perícia Criminal: uma revisão sistemática. **Brasilian Journal of Forensic Science, Medical, Law and Bioethics.** 2021. v.10, n3, p.350-375. https://doi.org/10.17063/bjfs10(3)y2021350-375

SILVA, H.V.R.; NUNES, T.G.P.; RIBEIRO, L.R.; FREITAS, L.A.; OLIVEIRA, M.F.; NETO, A.C.M.; SILVA, A.R.; SILVA, L.D.M. Morphology, morphometry, ultrastructure and mitochondrial activity of jaguar (*Panthera onca*) sperm. **Animal Reproduction Science.** 2019. v.203, p.84-93. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.02.011

VIDOLIN, G.P. Aspectos Bio-Ecológicos de Puma concolor (Linnaeus, 1771), Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758) e Leopardus tigrinus (Schreber, 1775) na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba. Curitiba, Paraná, Brasil, 2024. **Dissertação de Mestrado**. UFPR.

WALKINGTON, D. Quadro XII: Tráfico de partes de onça-pintada: uma nova ameaça à espécie. p.88-90. In: CHARITY, S.; FERREIRA, J.M. Tráfico de Fauna Silvestre no Brasil. Cambridge, Reino Unido. **TRAFFIC International**. 2020. 111 p. ISBN: 978-1-911646-23-5 Disponível em: https://www.traffic.org/site/assets/files/13031/iwt_wildlife_trafficking_in_brazil_portuguese_july_2022-xs.pdf