



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**SEXAGEM DE *Amazona aestiva* (PSITTACIFORMES, PSITTACIDAE) POR
MEIO DE BIOMETRIA DE CABEÇA E RADIOGRÁFICA**

GABRIELE BORTOLOTTO CUNHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

Brasília - DF
Dezembro de 2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E VETERINÁRIA

**SEXAGEM DE *Amazona aestiva* (PSITTACIFORMES, PSITTACIDAE) POR
MEIO DE BIOMETRIA DE CABEÇA E RADIOGRÁFICA**

GABRIELE BORTOLOTTO CUNHA

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. LÍRIA QUEIROZ LUZ HIRANO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

Brasília - DF
Dezembro de 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**SEXAGEM DE *Amazona aestiva* (PSITTACIFORMES, PSITTACIDAE) POR MEIO
DE BIOMETRIA DE CABEÇA E RADIOGRÁFICA**

GARIELE BORTOLOTTO CUNHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Animais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em ciências animais.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Líria Queiroz Luz Hirano
Orientadora

Prof. Dr. Jair Duarte da Costa Júnior - UnB

Profa. Dra. Lucélia Gonçalves Vieira - UFG

Brasília - DF
Dezembro de 2023

Dedico esse trabalho a todos os médicos veterinários e pesquisadores, que apesar de todas as dificuldades encontradas seguem apaixonados e se dedicando tanto para a cura da humanidade.

Por eles e para eles, sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e ao meu noivo, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando nos momentos difíceis, acreditarem nos meus sonhos, e dando todo o suporte para que eu possa buscar tudo que eu almejo na minha carreira. Sem vocês eu jamais conseguiria. Obrigada por tudo, amo vocês.

À minha orientadora Líria, por todo auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa, compreensão, puxões de orelha e pelas oportunidades. Aprendi muito no setor de silvestres ao lado dela e de outros profissionais incríveis, pude participar da rotina do hospital desenvolvendo um trabalho desafiador e gratificante.

Aos residentes, funcionários, estagiários e alunos com quem dividi a rotina, casos e aprendizados na Universidade de Brasília (UnB), e que de alguma forma somaram no projeto e no meu crescimento.

Aos grandes amigos, Fernanda, Guilherme e Júlia, que tenho a honra de continuar trabalhando e aprendendo no nosso projeto SIMBA.

À minha família de Brasília, que me acolheu como filha e me deu todo o suporte para que de alguma forma eu me sentisse em casa. Cris, Rogério, Emily, Duda e Sam, jamais esquecerei tudo que fizeram por mim, obrigada com todo o coração.

Aos colegas de profissão Debora, Nathália, Luiza, Maria Eduarda, William, Vycória e Vic Mello que dividiram a rotina, alegrias, casos difíceis, aprendizados e conquistas. Se tornaram amigos que levarei para o resto da vida.

Aos amigos que fiz fora da veterinária, mas que também foram essenciais na minha caminhada. Babi, Amanda e Mi, obrigada por tudo.

À minha querida Erika, que participou do mestrado realizando a sua iniciação científica. Dividiu comigo toda as dores, descobertas e perrengues ao longo da pesquisa. Obrigada por toda a dedicação, companheirismo, palavras de conforme e por acreditar no nosso trabalho.

Aos meus guias e mentores por me auxiliarem ao longo dessa caminhada que foi desafiadora em diversos aspectos. Agradeço a eles também, por todas as pessoas que “casualmente” cruzaram meu caminho ao longo da minha vida, e que de alguma maneira influenciaram a minha trajetória para que eu pudesse chegar até aqui. Independente da religiosidade de cada um, eu acredito que nada nessa vida acontece por acaso, sempre há um

motivo maior por trás de tudo que passamos por nossas vidas. Crescimento, realizações, aprendizados, fortalecimento.

“Expressa a gratidão por todas as circunstâncias que te moveram a obter o que possui hoje e que sem elas, não seria o que és neste momento. Agindo assim, a gratidão se manifestará em teu ser. Agindo assim, a gratidão se transbordará em tua mente e em teu coração!”

Namastê.

Amém.

Saravá.

Axé.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
.....	
LISTA DE TABELAS	xii
.....	
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xiii
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO	17
.....	
2.1 Objetivo geral	16
.....	
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Ordem Psittaciformes	17
3.2 Papagaio-verdadeiro (<i>Amazona aestiva</i>)	18
.....	
3.3 Métodos de sexagem de aves	19
.....	
3.3.1 Laparoscopia	20
3.3.2 Exames de Imagens	21
.....	
3.3.3 Análise Genética	22
3.3.4 Dosagem Hormonal	23
3.3.5 Biometria Corporal	24
3.3.6 Outros Métodos	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

CAPÍTULO 2 - SEXAGEM DE <i>Amazona aestiva</i> (PSITTACIFORMES, PSITTACIDAE) POR MEIO DE BIOMETRIA DE CABEÇA E RADIOGRÁFICA DE DIRETA E RADIGRÁFICA	
.....	31
RESUMO	32
ABSTRACT	33
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAIS E MÉTODOS	35
2.1 Biometria de cabeça	36
.....	
2.2 Biometria radiográfica	37
2.3 Análise estatística	39
3 RESULTADOS	40
3.1 Biometria de cabeça	40
.....	
3.2 Biometria radiográfica	41
.....	
3.3 Correlação entre a biometria de cabeça e radiográfica	43
.....	
4 DISCUSSÃO	44
5 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
Anexo I - Autorização do Sistema de Autorização e Informações em Biodiversidade.....	53
Anexo II - Dispensa de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso Animal da Universidade de Brasília	57
Anexo III - Resultados da Correlação Linear de Pearson da biometria radiográfica	58
Anexo IV - Resultados da Correlação Linear de Pearson entre a biometria de cabeça e a radiográfica	62

SEXAGEM DE *Amazona aestiva* (PSITTACIFORMES, PSITTACIDAE) POR MEIO DE BIOMETRIA DE CABEÇA E RADIOGRÁFICA

RESUMO

As aves da ordem Psittaciformes possuem características singulares, como o bico curvo e os pés zigodáctilos. Há uma grande variedade de tamanho e de cores entre as espécies, o que aliado à sua alta capacidade em interagir com seres humanos, as tornam grandes vítimas do comércio ilegal. Além do tráfico, a perda de habitat e particularidades reprodutivas de alguns grupos colaboram para a queda das populações, por isso, como ferramenta para a conservação da avifauna nativa, estudos sobre a reprodução se fazem necessários. Nas aves, os cromossomos sexuais seguem o padrão Z e W, no qual as fêmeas são heterogaméticas (ZW) e os machos são homogaméticos (ZZ). Os psittaciformes em sua maioria não possuem dimorfismo sexual, necessitando da utilização de técnicas de sexagem, como a visualização direta das gônadas por meio da laparotomia, exames de imagem, análise genéticas, dosagem de hormônios fecais, espectrofotometria de múltiplos ângulos, além de medidas biométricas corporais ou radiográficas. Apesar da análise genética ser atualmente considerada como

padrão ouro para a sexagem de aves, o emprego de dados biométricos se apresenta como um método de baixo custo e com resultados imediatos, o que pode auxiliar na rotina do médico veterinário. O objetivo do Capítulo 1 deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre métodos de sexagem em aves. Enquanto no Capítulo 2 avaliou-se medidas de cabeça e a biometria radiográfica para a determinação do sexo da espécie *Amazona aestiva*, em que foi possível classificar sexualmente machos e fêmeas com nível de acerto de 71,7% em medidas de cabeça, e de 75% a 93,8% com medidas radiográficas através de funções discriminantes compostas de duas a 16 medidas, respectivamente.

Palavras-chave: Dimorfismo sexual, fenótipo, papagaios, radiografia, reprodução.

Sex identification in Amazona aestiva (Psittaciformes, Psittacidae) using head and radiographic biometry

Birds of the Psittaciformes order exhibit distinctive features such as curved beaks and zygodactylous feet. There is a wide range of sizes and colors among species, coupled with their high capacity to interact with humans, which make them great victims of illegal trade. In addition to illegal trafficking, habitat loss and reproductive peculiarities in some groups contribute to population declines. Therefore, studies on this avian reproduction become essential as a conservation tool for native avifauna. In birds, the sex chromosomes follow the Z and W pattern, in which females are heterogametic (ZW) and males are homogametic (ZZ). Most of Psittaciformes species lack sexual dimorphism necessitating the use of sexing techniques, such as gonad visualization through laparotomy, imaging and genetic analysis, fecal hormone level measurement, multi-angle spectrophotometry, as well as body or radiographic biometry. Despite genetic analysis currently being considered the gold standard for avian sexing, the use of biometric data serves as a low-cost method with immediate results, which can assist in the routine of veterinary practitioners. The aim of Chapter 1 of this study was to conduct a literature review on sexing methods in birds, while Chapter 2

evaluated head measurements and radiographic biometry in determining the sex of the species *Amazona aestiva*.

Keywords: Sexual dimorphism, phenotype, parrots, radiography, reproduction.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	
Figura 1. Características de empenamento e áreas de ocorrência natural das duas subespécies de <i>Amazona aestiva</i> (Fonte: Adaptado de Juan Ignacio Areta, 2006)	18
Figura 2. Casal de <i>Amazona aestiva</i> (Fonte: Arquivo pessoal)	X
Figura 3. Estrutura de trato reprodutivo masculino (Fonte: Traduzido de Horst et al., 2016).....	X
Figura 4. Estrutura de trato reprodutivo feminino (Fonte: Traduzido de Horst et al., 2016).....	X

CAPÍTULO 2	
Figura 1. Biometria da cabeça em <i>Amazona aestiva</i>	37
Figura 2. Biometria radiográfica (x) de <i>Amazona aestiva</i> na projeção laterolateral direita. A: membro torácico direito; B: crânio; C: pelve	38
Figura 3. Biometria radiográfica (x) de <i>Amazona aestiva</i> na projeção ventrodorsal. A: pelve; B: membro torácico direito; C: Membro pélvico direito	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição da biometria de cabeça de <i>Amazona aestiva</i>	36
Tabela 2. Descrição da biometria radiográfica (x) de <i>Amazona aestiva</i>	38
Tabela 3. Estatística descritiva, índice de dimorfismo sexual (IDS) e coeficiente de variação (CV) para biometria de cabeça, com comparação de médias (p) entre fêmeas (F) e machos (M) de <i>Amazona aestiva</i>	40
Tabela 4. Estatística descritiva, índice de dimorfismo sexual (IDS) e coeficiente de variação (CV) da biometria radiográfica em projeção laterolateral, com comparação de médias (p) entre fêmeas (F) e machos (M) de <i>Amazona aestiva</i>	41

.....

Tabela 5. Estatística descritiva, índice de dimorfismo sexual (IDS) e coeficiente de variação (CV) da biometria radiográfica em projeção ventrodorsal com comparação de médias entre fêmeas (F) e machos (M) de *Amazona aestiva* **42**

.....

Tabela 6. Funções discriminantes e nível de acurácia da biometria radiográfica (x) para sexagem de *Amazona aestiva* **43**

.....

LISTA DE ABREVIADURAS E SIGLAS

A	Altura
Al	Álula (osso)
bits	<i>Binary digit</i>
Ca	Cabeça
CEUA	Comissão de Ética no Uso Animal
CETAS	Centro de Triagem de Animais Silvestres
cm	Centímetro
Co	Comprimento

CV	Coeficiente de variação
D	Direito
Di	Diâmetro
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
E	Esquerdo
F	Fêmea
g	Grama
IDS	Índice de Dimorfismo Sexual
kg	Quilograma
LAMP	Amplificação isotérmica mediada por laço
L	Largura
LL	Laterolateral
LLD	Laterolateral direito
kV	Quilovoltagem
kW	Quilowatt
M	Macho
mm	Milímetro
mA	Miliampére
mAs	Miliampére por segundo
PCR	Reação em cadeia de polimerase
Pv	Pelve
R	Rinoteca
RIA	Radioimunoensaio
Ra	Rádio (osso)
RM	Ressonância Magnética
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SISBIO	Sistema de Autorização e Informações em Biodiversidade
TC	Tomografia Computadorizada
Tt	Tibiotarso (osso)
Ul	Ulna (osso)
Um	Úmero (osso)
UnB	Universidade de Brasília

US	Ultrasonografía
VD	Ventrodorsal
x	Biometria radiográfica



CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

A classe das aves abrange mais de 9700 espécies, distribuídas em 27 ordens (BIRDLIFE INTERNACIONAL, 2019). O Brasil é o país que possui o maior número de representantes da ordem Psittaciformes, com exemplares que podem variar de 25 g a 1,5 kg (SICK, 2001). Essa diversidade de espécies desperta grande interesse, o que coloca o país em destaque no mercado mundial de tráfico de animais, que em termos monetários só perde para o comércio ilegal de armas e drogas. Estima-se que cerca de 38 milhões de espécimes nativas são capturadas da natureza todos os anos para fomentar o tráfico de animais, sendo que a maior parcela dos animais é destinada ao mercado nacional (DESTRO et al., 2012; SODRÉ NETO et al., 2022).

Além do comércio ilegal, a perda de habitat é uma grande ameaça para os psittaciformes e atualmente 21 espécies nativas estão ameaçadas de extinção (COSTA et al., 2018; MMA, 2022). A situação crítica para a conservação do grupo é potencializada pela monogamia e demora dessas aves em atingir a maturidade sexual, associadas às características de algumas espécies que apresentam exigências específicas na escolha dos ninhos, baixa taxa de reprodução e sobrevivência reduzida dos filhotes (SALDANHA & PEIXOTO, 2021). O conhecimento da fisiologia reprodutiva dos psittacídeos é indispensável para a sua procriação em cativeiro com fins de comercialização, pesquisa e conservação, bem como direcionar o diagnóstico médico veterinário. Para isso, é necessário buscar métodos confiáveis para a sexagem, uma vez que a maioria das espécies dessa família não apresenta dimorfismo sexual (DIAS & OLIVEIRA, 2006).

Diferentes estudos para validação de métodos de sexagem de aves estão disponíveis na literatura. Os exames de imagem com os fins de visualização das gônadas são interessantes pela baixa invasividade e rapidez nos resultados, com descrição prévia do emprego de tomografia computadorizada (TC) (VELADIANO et al., 2016), ultrassonografia (US) (HILDEBRANDT et al., 1995; HOFBAUER & KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2007), radiografia (CANNY, 1998) e ressonância magnética (RM) (BERNARDES FILHO et al., 2000; CZISCH et al., 2001). Adicionalmente, técnicas invasivas para a visualização das gônadas, como a laparoscopia associada à endoscopia com fibra óptica (TURCU et al., 2020), endoscópio rígido ou otoscópio (RASO & WERTHER, 2004), também são descritas em literatura, mas com limitada utilização na rotina médico veterinária.

A análise de material genético de penas ou do sangue por meio da reação em cadeia de polimerase (PCR) atualmente é considerada como padrão ouro para sexagem de aves (RAVINDRAN et al., 2019; YIMTRAGOOL & CHANGTOR, 2022; FITRIANA et al., 2023). Além dessa, também é possível a utilização de excretas cloacais para obtenção de material genético ou quantificação de hormônios sexuais (DIAS & OLIVEIRA, 2006; TIAN et al., 2021). Por último, dados biométricos corporais ou por morfometria radiográfica também foram utilizados para a determinação de sexo em aves e apresentaram como vantagens a rapidez nos resultados, baixo custo e por serem métodos não invasivos (BONILLA–RUZ et al., 2011; SZARA et al., 2022).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar o emprego de dados biométricos de cabeça e radiográficos como métodos de sexagem da espécie *Amazona aestiva*.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar medidas corporais da rinoteca e cabeça e propor parâmetros para sexagem da espécie *Amazona aestiva*;
- Realizar e padronizar medidas radiográficas de vários segmentos do esqueleto como parâmetros de sexagem da espécie *Amazona aestiva*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ordem Psittaciformes

A característica marcante dos representantes da ordem Psittaciformes é a presença do bico redondo, com a maxila móvel articulada ao crânio através de uma dobradiça, que permite movimentos que potencializam a força da bicada, usada principalmente para partir sementes

duras (SICK, 2001). Outra característica peculiar é o fato de serem aves zigodáctilas, com pés que possuem dois dedos orientados cranialmente (segundo e terceiro dígitos) e dois caudalmente (primeiro e quarto dígitos) (FORSHAW et al., 2006).

Publicações recentes citam o registro de 421 espécies da ordem Psittaciformes no mundo, distribuídas entre as famílias Psittacidae, Strigopidae e Cakatuidae (PACHECO et al., 2021). O Brasil é o país com o maior número de psitacídeos nativos e conta com os menores exemplares, devido à ocorrência da espécie *Forpus xanthopterygius* de peso corporal aproximado de 25 g, e os maiores no caso da *Anodorhynchus hyacinthinus* que pode atingir 1,5 kg (SICK, 2001; FORSHAW et al., 2006; HARCOUT-BROWN, 2010).

A grande maioria dos psitacídeos são originários das regiões tropicais do Hemisfério Sul e têm ocorrência natural em todos os continentes, com exceção da Europa e da Antártida (LENNOX & HARRISON, 2006). A dieta dessas aves varia de acordo com a disponibilidade de recursos, de forma que em períodos de escassez, há ingestão de uma diversidade de itens como grãos, frutos, flores e insetos (ALLGAYER & CZIULIK, 2007).

Tradicionalmente, a população humana demonstra grande interesse pela criação de psitacídeos como animais de estimação devido à exuberância de seu empenamento, aliada à sua inteligência e sociabilidade. A captura intensa para fomento do tráfico ilegal e a destruição de habitats representam as maiores ameaças à conservação desses animais (ALVES et al., 2010; COSTA et al., 2018). Atualmente, o Brasil possui 21 espécies de psitacídeos catalogadas na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção, sendo que 16 delas estão classificadas como “Vulnerável (VU)”, quatro “Em Perigo (EN)” e a espécie *Cyanopsitta spixii* encontra-se na categoria “ criticamente Em Perigo (CR)” (MMA, 2022).

3.2 Papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*)

Pertencente à ordem Psittaciformes e à família Psittacidae, a espécie *Amazona aestiva* Linnaeus 1758 é conhecida popularmente como papagaio-verdadeiro ou papagaio-comum (PACHECO et al., 2021). Trata-se de uma ave de médio porte, com peso corporal aproximado de 400 g e comprimento de 37 cm. Suas penas são predominantemente verdes, com amarelo ao redor dos olhos, azul na região de frontal da cabeça e marcações vermelhas no terço proximal das retrizes e nas rêmiges secundárias. Seu bico possui coloração escura e, como nos demais psitaciformes, apresenta formato curvo (DEL HOYO et al., 1997; SICK, 2001).

A espécie *A. aestiva* possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrado do nordeste, até ao Sul do Brasil, Bolívia, Paraguai e norte da Argentina, e são divididos em duas subespécies de acordo com a divergência na distribuição geográfica. A *A. aestiva aestiva* Linnaeus 1758 ocorre no leste do Brasil, dos estados do Maranhão e Pará até o Rio Grande do Sul, e possui a região da articulação umeroradioulnar predominantemente vermelha. Por outro lado, a *A. aestiva xanthopteryx* Berlepsch 1850 é chamada popularmente de papagaio-do-chaco, e ocorre da Bolívia até o Sudoeste do Brasil, Paraguai e norte da Argentina. Essa subespécie possui a marcação amarela da face mais extensa e a região da articulação umeroradioulnar é principalmente amarela, com a parte vermelha reduzida (Figura 1) (NUNES, 2010).

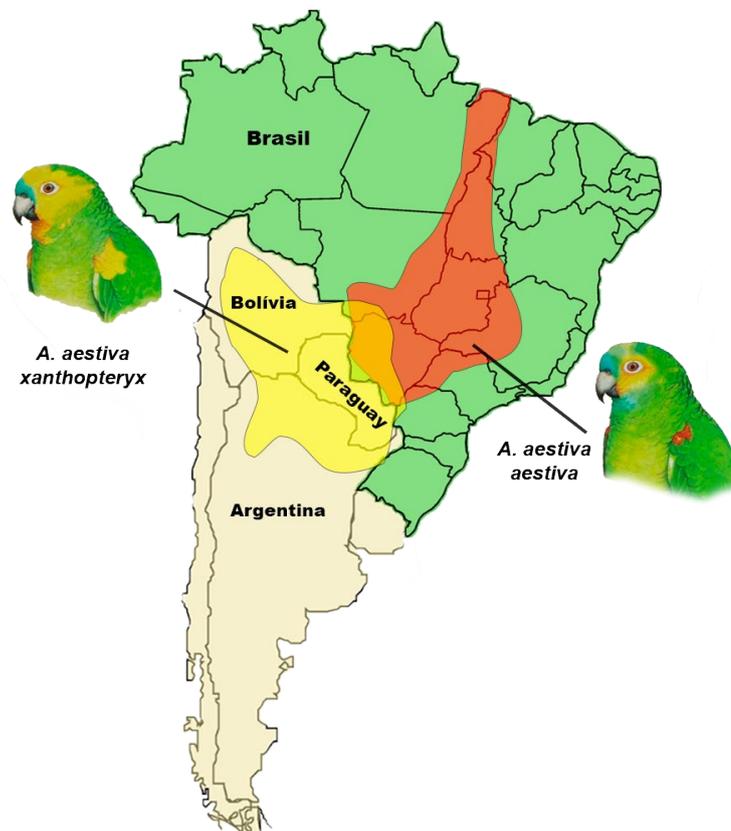


Figura 1. Características de empenamento e áreas de ocorrência natural das duas subespécies de *Amazona aestiva* (Fonte: Adaptado de Juan Ignacio Areta, 2006).

A espécie *A. aestiva* está classificada como “Quase ameaçada” em relação ao seu estado de conservação (BIRDLIFE INTERNACIONAL, 2019). Na natureza essas aves vivem em bando, possuem pareamento monogâmico, ausência de dimorfismo sexual e sua estação reprodutiva geralmente acontece de setembro a fevereiro (Figura 2). Elas nidificam em ocas

de árvores e barrancos rochosos, com postura de dois a quatro ovos e período de incubação entre 24 e 29 dias. Em vida livre, os filhotes deixam o ninho com cerca de cinco meses e atingem maturidade sexual tardiamente, próximo aos quatro anos (DEL HOYO et al., 1997; SICK, 2001; SEIXAS, 2007).



Figura 2. Casal de *Amazona aestiva* (Fonte: Gabriele Bortolotto)

3.3 Métodos de sexagem em aves

O sistema reprodutor masculino das aves é composto por um par de testículos, de epidídimo e de ductos deferentes. Os testículos são internos e alojam-se na parede dorsal da cavidade celomática, sendo circundados cranialmente pelos sacos aéreos abdominais (ECHOLS & SPEER, 2022). Dependendo da maturidade sexual e da época reprodutiva, esses órgãos podem oscilar de tamanho, de modo que geralmente o direito é menor do que o esquerdo. Os túbulos seminíferos transportam os espermatozoides até a região caudodorsal testicular, de onde parte o epidídimo, que se conecta ao ducto deferente. Esse segue

paralelamente ao ureter até o ducto ejaculatório, que desemboca na região dorsal do urodeu cloacal (SILVA & MIGLINO, 2021).

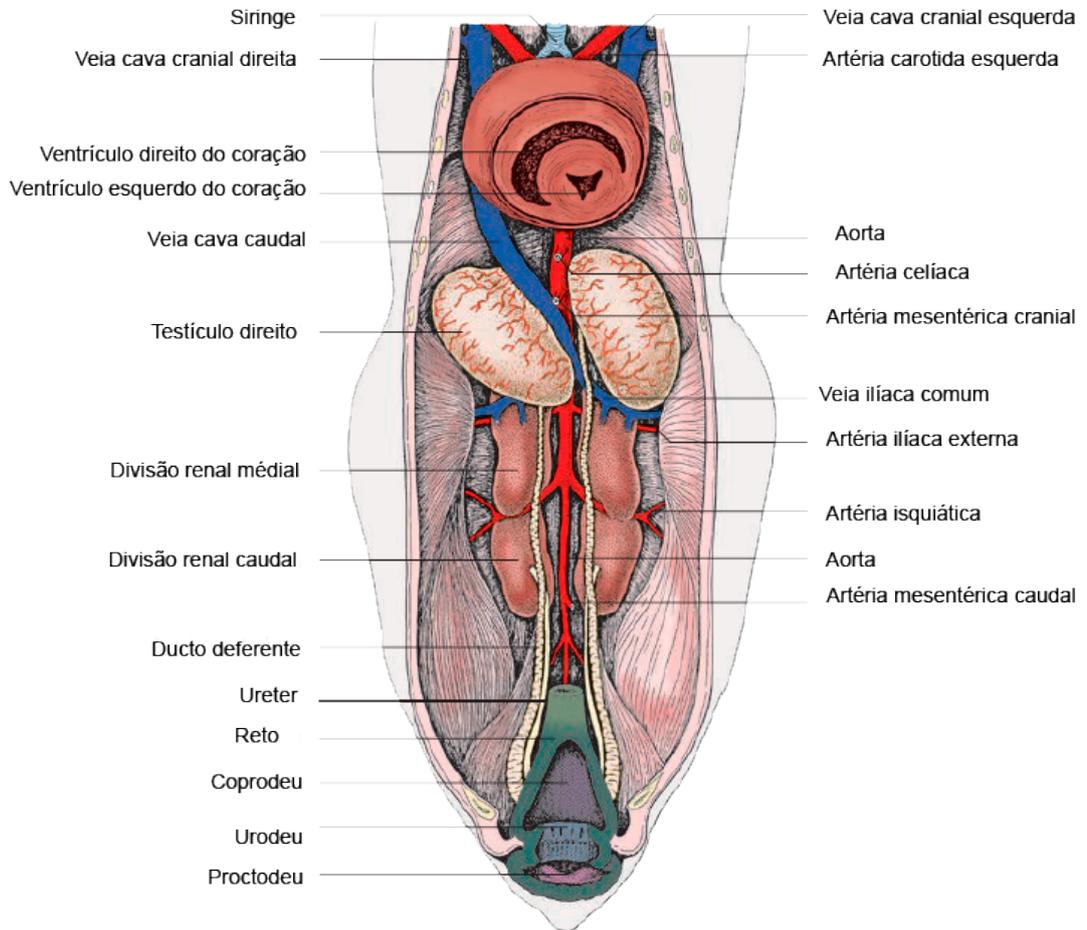


Figura 3. Estrutura de trato reprodutivo masculino de Aves (Fonte: Traduzido de Horst et al., 2016).

No caso do sistema reprodutor feminino das aves, apesar de inicialmente os ovários e os ovidutos se desenvolverem em pares no embrião, uma maior quantidade de células germinativas primordiais migra para o ovário esquerdo. Essas produzem grande quantidade de estrógeno e receptores nucleares específicos, que as protegem da ação da enzima aromatase, ao contrário do que ocorre no ovário e ducto de Müller (ou paramesonéfricos) direitos, nos quais essa ação enzimática impede o seu desenvolvimento (MORAIS et al., 2012). Dessa forma, na fase de maturidade sexual a ave fêmea possui apenas o ovário esquerdo funcional, situado no polo cranial do rim, bem como um oviduto esquerdo que se divide nas regiões de infundíbulo, magno, istmo, útero e vagina (SILVA & MIGLINO, 2021).

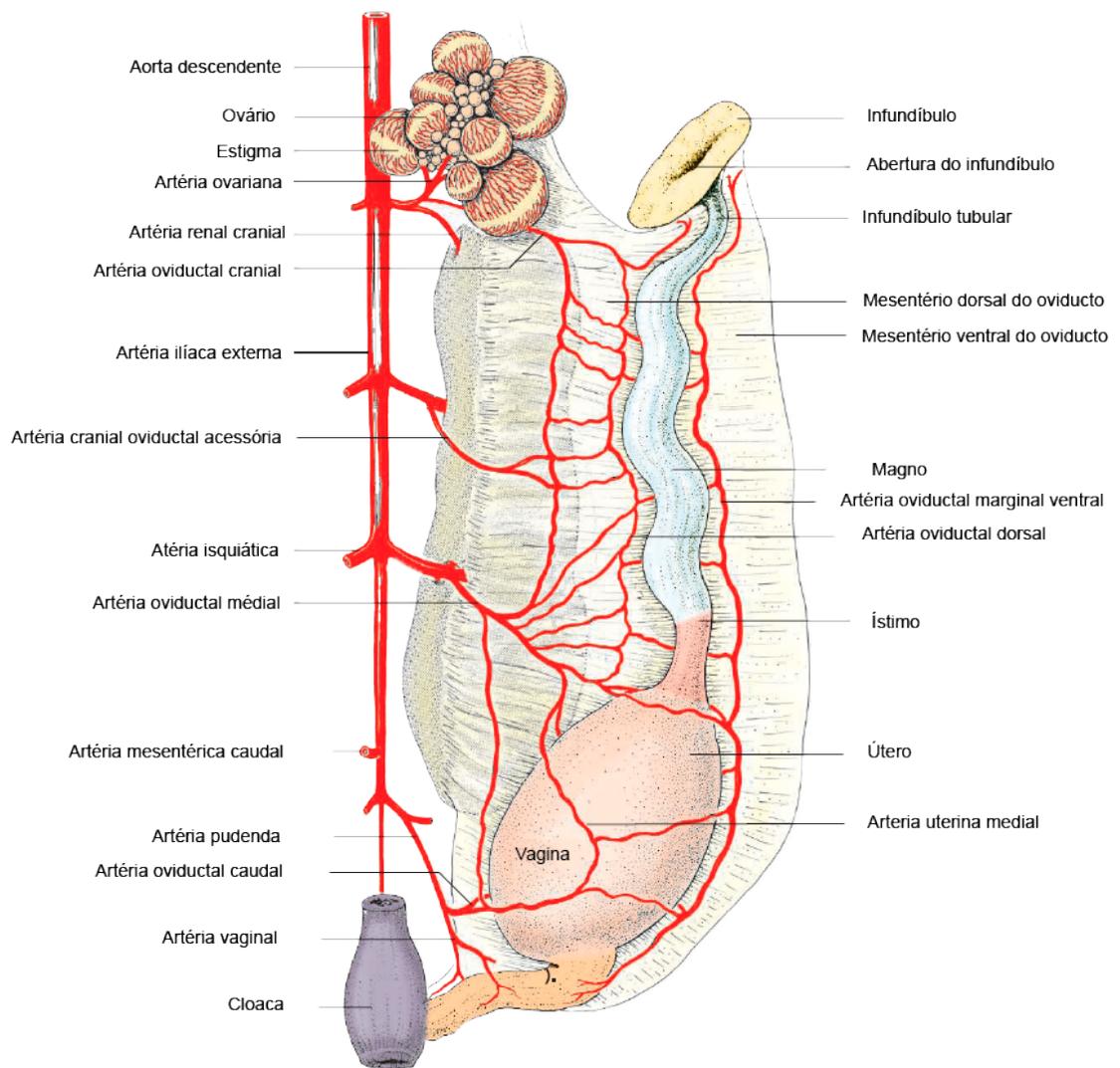


Figura 4. Estrutura de trato reprodutivo feminino de Aves (Fonte: Traduzido de Horst et al., 2016).

A grande maioria das espécies de psitacídeos são monomórficas, ou seja, não possuem diferenciação externa entre machos e fêmeas (LEHMKUHL, 2010). Por isso, vários métodos de sexagem têm sido estudados e desenvolvidos para essas aves. A informação sobre o sexo do animal é de suma importância na medicina aviária, tanto com foco no manejo reprodutivo em cativeiro, como no diagnóstico de afecções do sistema reprodutivo. Conhecer as vantagens e as restrições no uso de cada técnica de sexagem é determinante na escolha do melhor método a ser aplicado na rotina médico veterinária (KROCZAK et al., 2021).

3.3.1 Laparoscopia

A sexagem por laparoscopia consiste em um método cirúrgico para visualização direta dos órgãos celomáticos e identificação das gônadas. O exame pode ser realizado com o auxílio de equipamentos que reduzem a invasividade da técnica, como o endoscópio (TURCU et al., 2020) ou o otoscópio (RASO & WERTHER, 2004). O acesso é feito a partir de uma incisão de cerca de 1 cm no último espaço intercostal ou caudalmente à última costela, do lado esquerdo da cavidade celomática. Essa técnica se mostrou eficiente na sexagem de aves de diferentes espécies e pesos entre 55g e 3,4kg. Mesmo em indivíduos jovens, com órgãos sexuais imaturos, a visualização do oviduto, testículo direito e/ou ductos deferentes permitiram a determinação do sexo (KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2007).

Em aves obesas ou com alterações em cavidade celomática, pode ser dificultoso ou mesmo impossível a visualização das gônadas. Outra desvantagem do método está relacionada aos riscos inerentes à anestesia, que é indispensável para a sua execução, além de possíveis complicações que podem ocorrer devido ao procedimento cirúrgico, como a ruptura de sacos aéreos e infecções (RASO & WERTHER, 2004; KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2007).

3.3.2 Exames de imagem

As técnicas de diagnóstico por imagem também podem ser utilizadas para a sexagem de aves. Durante a estação reprodutiva, as gônadas aumentam de tamanho e podem se tornar visíveis na região ventrocranial do rim em radiografias com radiopacidade de tecido mole, nas projeções laterolateral ou ventrodorsal (CANNY, 1998; PINTO, 2006). Adicionalmente, a ultrassonografia (US) para avaliação do sistema reprodutivo se mostrou eficiente na sexagem de aves de médio e de grande porte em fase reprodutiva, quando há presença de folículos ovarianos em desenvolvimento, ou quando os testículos estão dilatados (KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2007).

A tomografia computadorizada (TC) é realizada a partir de um equipamento com emissor de raios-x que gira em torno do paciente anestesiado, geralmente posicionado em decúbito ventral ou dorsal. As imagens são tomadas em varreduras transversas e podem ser unidas através de programas para a visualização das estruturas em formato tridimensional. Diferentemente do exame radiográfico, a TC não impede a visualização dos órgãos por sobreposição de estruturas (GUMPENBERGER & HENNINGER, 2001). VELADIANO et

al. (2016) demonstraram que é possível obter informações de quantidade, tamanho, forma, densidade e posição dos folículos e ovos de aves pela TC, o que não acontece na mesma riqueza de detalhes nas gônadas masculinas que são menores. Para a sexagem, essa técnica é considerada confiável, por permitir a diferenciação de ovários e testículos, entretanto, seu alto custo e a exposição à radiação inviabilizam seu emprego unicamente para a sexagem na rotina da medicina de aves (LUK, 2016).

A ressonância magnética (RM) é um exame de imagens multiplanares, que não emprega radiação ionizante. Suas imagens são geradas a partir da diferença de densidade dos núcleos de hidrogênio e da concentração de água dos diferentes tecidos. Essa técnica apresenta maior eficiência na sexagem de aves adultas e em época de reprodução. BERNARDES FILHO et al. (2000) utilizaram a RM em espécies de psitacídeos, ranfastídeos e falconiformes contidos quimicamente e consideraram o exame eficiente para a diferenciação das gônadas. A tomada das imagens foi realizada em decúbito ventral e foram necessárias duas projeções, totalizando o tempo de 30 minutos de exame. Assim como no caso da TC, o alto custo da RM associado ao tempo de execução do exame e a necessidade de contenção química da ave, limita seu uso unicamente para a determinação do sexo.

3.3.3 Análise genética

Em aves, o sexo é determinado por cromossomos sexuais de padrão Z e W. O gene CHD-W localiza-se no cromossomo W que somente a fêmea possui, enquanto o CHD-Z é encontrado no cromossomo homólogo em ambos os sexos. Dessa forma, diferentemente do que ocorre nos mamíferos, as fêmeas das aves são heterogaméticas (ZW) e os machos são homogaméticos (ZZ) (KROCZAK et al., 2021)

A análise citogenética ou cariotipagem consiste no exame de cromossomos específicos em relação ao número, dimensão e morfologia, para obtenção das informações de interesse. Nesse sentido, a PCR (reação em cadeia da polimerase) é uma das técnicas mais usadas e seguras para determinação do sexo em aves, e apresenta mais de 99% de confiabilidade (GRIFFITHS et al., 1998). Nessa metodologia há o desmembramento do ácido desoxirribonucleico (DNA) para a verificação do par de cromossomos sexuais do indivíduo. Ela é considerada uma técnica pouco invasiva, de baixo custo e de resultados rápidos

(KNACKFUSS et al., 2020). PURWANINGRUM et al. (2019) utilizaram a PCR para a sexagem de aves de diferentes espécies, incluindo psitacídeos, com 100% de acurácia.

No caso das amostras biológicas para análise genética, as mais utilizadas para sexagem são as penas e o sangue. No caso das primeiras, o cálamo é o local que mais concentra DNA devido à sua ligação com a pele e a presença de irrigação por vasos sanguíneos, por isso, é o fragmento mais importante da amostra (YIMTRAGOOL & CHANGTOR, 2022). Para a utilização de amostras sanguíneas, basta uma pequena alíquota que pode ser depositada em papel filtro, o que facilita o envio para o laboratório (KROCZAK et al., 2021). RAVINDRAN et al. (2019) compararam penas e sangue para obtenção de DNA de aves e consideraram a amostra sanguínea uma fonte mais precisa para a realização da sexagem. O DNA obtido através das penas apresentou menor concentração de material genético, o que dificultou a extração, além de ser uma amostra mais susceptível à contaminação pela exposição ao ambiente. Outras amostras biológicas que podem ser utilizadas são o swab da região orofaríngea e as fezes, mas com menor aplicabilidade na rotina pela maior dificuldade da colheita e a possibilidade de contaminação cruzada, respectivamente (RAVINDRAN et al., 2019).

A amplificação isotérmica de DNA mediada por laço (LAMP) é uma técnica que utiliza o corante SYBR Green I, que emite uma fluorescência visível a olho nu, sem a necessidade de nenhum equipamento para leitura (TOMITA et al., 2008). Esse método apresenta resultados em menos de duas horas, enquanto a PCR clássica necessita de pelo menos cinco horas para conclusão da análise. Além disso, a primeira tem a vantagem de ser facilmente adaptada para a rotina de campo. KOCH et al. (2019) mencionam como principal desvantagem da LAMP quando realizada a campo, a alta taxa de erros devido à contaminação da amostra, no entanto, isso pode ser evitado com a utilização de tubos estéreis para as reações. Os autores a consideraram tão confiável quando a técnica de PCR, com taxa de acurácia de 100%.

3.3.4 Dosagem hormonal

Outra técnica que pode ser utilizada na sexagem de aves é a quantificação de esteroides fecais a partir da proporção de estrógeno e testosterona nas excretas. Para a

diferenciação, espera-se achar proporções mais altas de estrógeno nas amostras provenientes das fêmeas do que das colhidas de machos (WIDNYANA et al., 2019).

A grande vantagem da dosagem hormonal fecal está na forma da obtenção das amostras, pois não há necessidade de manipulação das aves, o que reduz o estresse. Por conta da variação sazonal e do estágio de maturidade sexual de cada indivíduo, os valores podem sofrer alterações e, para se obter resultados mais fidedignos é indicada a realização desse teste em aves adultas na época reprodutiva. No estudo realizado por DIAS & OLIVEIRA (2006) esse método demonstrou confiabilidade de 70% por meio do radioimunoensaio (RIA) de amostras de psitacídeos. Em contrapartida, ao utilizar um kit comercial de ELISA para dosagem de estrógeno em galiformes do gênero *Macrocephalon*, WIDNYANA et al. (2019) descreveram 100% de resultados coincidentes com os da PCR.

3.3.5. Biometria corporal

Características biométricas foram previamente avaliadas como método de determinação de sexo em aves (CIEMBOR et al., 2003; BONILLA-RUZ et al., 2011; CARBALLO et al., 2020). Os estudos demonstraram que a combinação de dados métricos permite que o sexo do animal seja identificado, com medidas adquiridas de diversas maneiras, como a análise de imagens digitais (ZEFFER, 2001; BONILLA-RUZ et al., 2011) ou a partir de medidas corporais diretas (ZEFFER, 2001). Entretanto, para kakapos (*Strigops habroptilus*), a biometria da ranfoteca e dos pés não apresentou diferença entre machos e fêmeas (GRAY & RENNER, 2017).

BONILLA-RUZ et al. (2011) descreveram que para arara-verde (*Ara militaris*), as medidas mais confiáveis para a sexagem foram o comprimento e a altura de cabeça, com médias maiores para machos e acurácia de 73,33%. Adicionalmente, BERKUNSKY et al. (2009) realizaram um estudo com a subespécie *A. aestiva xanthopteryx* em que os machos também foram significativamente maiores do que as fêmeas para a biometria de comprimento e largura de rinoteca, largura de cabeça, comprimento de cabeça com rinoteca e comprimento de tibiotarso, com obtenção de sexagem correta em 85% dos animais. Em estudo semelhante, ZEFFER (2001) avaliou 32 medidas morfológicas em papagaio-do-senegal (*Poicephalus senegalus*), das quais 20 apresentaram médias estatisticamente maiores para machos, sobretudo em região de crânio. A partir dos valores de altura de ranfoteca e distância entre a

comissura medial dos olhos, foi possível classificar corretamente 100% dos indivíduos, com porcentagem de 94,7% na análise discriminante.

Além da biometria corporal direta, dados métricos também podem ser obtidos de exames de imagem, como a radiografia. Em estudo recente, a biometria radiográfica das medidas de comprimento e altura de rinoteca, comprimento de cabeça com rinoteca, comprimento e diâmetro dos ossos úmero, rádio, ulna, metacarpo, fêmur, tibiotarso e tarsometatarso, bem como o comprimento de falanges, foi considerada eficiente na sexagem de pombos domésticos (*Columba livia*), com acurácia de 81,4% (SZARA et al., 2022).

Existem alguns índices que podem ser utilizados para auxiliar na sexagem de espécies monomórficas a partir de dados biométricos, como o índice de dimorfismo sexual (IDS) e o coeficiente de variação (CV). LOVICH & GIBBONS (1992) esclarecem que no caso do IDS, o resultado é expresso em número positivo quando machos e negativos em fêmeas. Esse parâmetro é calculado através da seguinte equação: $IDS = \frac{(\bar{x}_m - \bar{x}_f)}{\bar{x}_f} \times 100$, no qual \bar{x}_f é a média de valores para fêmeas e \bar{x}_m é a média de valores para machos. No caso do CV, ela é o indicador de uma medida relativa de precisão, de maneira que quanto menor o valor, maior é a precisão da estimativa, ou seja, menor é a variação da amostra. Esse número é expresso através de porcentagem (%) e é calculado através da equação (BERKUNSKY et al. 2009): $CV = \frac{dp}{\bar{x}} \times 100$, em que dp representa o desvio padrão e \bar{x} é média de valores para cada variável analisada dentro dos grupos.

3.3.6 Outros métodos

Há outras técnicas para a sexagem descritas na literatura que ainda foram pouco exploradas. Uma delas é a espectrometria de múltiplos ângulos que permite aos seres humanos reconhecer um número maior de cores, muitas delas naturalmente visíveis por outros animais, como as aves. Essa técnica é interpretada a partir da diferenciação na absorção da luz ultravioleta refletida, e mostrou ser eficiente na diferenciação entre machos e fêmeas de *A. aestiva*, a partir da combinação de pelo menos duas regiões do corpo (SANTOS et al., 2006).

A vocalização faz parte da comunicação das aves e foi avaliada como ferramenta de sexagem. COX et al. (2022) verificaram que a espécie de passeriforme *Sitta pusilla* possui quatro tipos diferentes de cantos, mas somente o padrão em série durante o forrageamento apresentou distinção entre os sexos, com vocalizações mais agudas em fêmeas. Em corujas-

pintada-do-norte (*Strix occidentalis caurina*), foi possível observar a diferença na vocalização, em que machos apresentaram a média de frequência menor, mas a duração das chamadas de localização mais longa do que as fêmeas. Com o auxílio da classificação de especialistas, foi possível prever corretamente o sexo das corujas em 82% das vezes (DALE et al., 2022).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLGAYER, M.C.; CZIULIK, M. Reprodução de psitacídeos em cativeiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.344-350, 2007.
- ALVES, R.R.N.; NOGUEIRA, E.E.G.; ARAUJO, H.F.P.; BROOKS, S.E. Bird-keeping in the Caatinga. **Human Ecology**, v. 38, n. 1, p. 147-156, 2010.
- BERKUNSKY, I.; MAHLER, B.; REBOREDA, J.C. Sexual dimorphism and determination of sex morphometrics in Blue-fronted Amazons (*Amazona aestiva*), **EMU - Austral Ornithology**, v. 109, n. 3, p. 192-197, 2009.
- BERNARDES FILHO, R.; FRANCO, R.W.A.; De NOVAES, A.P.; MAGNANI, F.S.; FELIPPE, P.A.N.; SANTOS, E.F. Sexagem de aves silvestres sem dimorfismo sexual via tomografia por ressonância magnética nuclear. **Circular Técnica da Embrapa**, v. 1, n. 11, p. 1-12, 2000.
- BIRDLIFE INTERNACIONAL. **Registered with fundraising regulator**, 2019. Apresenta dados sobre espécies e ordens das aves. Disponível em: <https://www.birdlife.org>. Acesso em: 15 mai. 2023
- BONILLA-RUZ, C.; CINTA MAGALLÓN, C.; SANTOS-MORENO, A. Determinación del dimorfismo sexual secundario en la guacamaya verde (*Ara militaris*): complementariedad morfométrica e índice ocular. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 27, n. 2, p. 245-255, 2011.
- CARBALLO, L.; DELHEY, K.; VALCU, M.; KEMPENAERS, B. Body size and climate as predictors of plumage colouration and sexual dichromatism in parrots. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 33, n. 11, p. 1543-1557, 2020.
- CANNY, C. Gross Anatomy and imaging of the avian and reptilian urinary system. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 7, n. 2, p. 72-80, 1998.
- CIEMBOR, P.; MURRAY, M.J.; GREGORY, C.R.; SPEER, B.L.; HARRIS, D.J.; TAYLOR, M.; RITCHIE, B.W. Sex determination in Psittaciformes. In: ANNUAL CONFERENCE OF

- THE ASSOCIATION OF AVIAN VETERINARIANS. **Proceedings...** USA, p. 37-39, 2003.
- COSTA, F.J.V.; RIBEIRO, R.E.; SOUZA, C.A.; NAVARRO, R.D. Espécies de aves traficadas no Brasil: Uma meta-análise com ênfase nas espécies ameaçadas. **Journal of Social Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 324-346, 2018.
- COX, J.A.; CUSICK, J.A.; DIETZ, S.; GRAY, M.M.; LEVY, H.E.; HILL, H.I.; MEYER, R.T. Vocalizations help distinguish male and female brown-head nuthatches (*Sitta pusilla*) in the field. **Florida Field Naturalist**, v. 50, n. 2, p. 46-49, 2022.
- CZISCH, M.; COPPACK, T.; BERTHOLD, P.; AUER, D.P. In vivo magnetic resonance imaging of the reproductive organs in a passerine bird species. **Journal of Avian Biology**, v. 32, n. 2, p. 278-281, 2001.
- DALE, S.S.; JENKINS, J.M.A.; RUFF, Z.J.; DUCHAC, L.S.; MCCAFFERTY, C.E.; LESMEISTER, D.B. Distinguishing Sex of Northern Spotted Owls with passive acoustic monitoring. **Journal of Raptor Research**, v. 56, n. 3, p. 287-299, 2022.
- DEL HOYO, J.; ELLIOTT, A.; SARGATAL, J. **Handbook of the Birds of the world**. Cambridge: Lynx Ediciones and BirdLife, 1997. 613 p.
- DESTRO, G.F.G.; PIMENTEL, T.L.; SABAINI, R.M.; BORGES, R.C.; BARRETO, R. Efforts to combat wild animals trafficking in Brasil. In: AKEEM, G.L. **Biodiversity Enrichment in a Diverse World**. Oyo: IntechOpen, cap. 16., p. 421- 436, 2012.
- DIAS, E.A.; OLIVEIRA, C.A. Psittacine sex determination by radioimmunoassay (RIA) of sex steroids using fecal samples. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. suplementar, p.5-11, 2006.
- ECHOLS, S.; SPEER, B. Avian reproductive tract diseases and surgical resolutions. **Clinical Theriogenology**, v. 14, n. 32, p. 32-43, 2022.
- FITRIANA, F.; RESITA, R.; DISASTRA, Y.; SETYORINI, D.R.; HARYANTO, A.; AZIZ, F. Evaluation of primeris targeting chromo helicase DNA-binding gene (CHD) for molecular sexing identification in four bird families. **Livestock and Animal Research**, v. 21, n. 1, p. 14-20, 2023.
- FORSHAW, J. M.; KNIGHT, F. **Parrots of the World – An Identification guide**. New Jersey: Princeton University Press, 2006. 584 p.
- GRAY, L.J.; RENNER, M.A.M. Geometric morphometric methods show no shape differences between female and male kākāpō (*Strigops habroptilus*) bills and claws. **Notornis**, v. 64, n. 1, p. 117-123, 2017.

- GRIFFITHS, R.; DOUBLE, M.C.; ORR, K.C.Y.; DAWSON, R.J.G. A DNA test to sex most Birds. **Molecular ecology**, v. 7, n. 1, p. 1071-1075, 1998.
- GUMPENBERGER, M.; HENNINGER, W. The Use of computed tomography in avian and reptile medicine. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 10, n. 4, p. 174-180, 2001.
- HARCOUT-BROWN, N.H. Aves psitaciformes. In: TULLY, T.N.; DORRESTEIN, G. M.; JONES, A. K. **Clínica de Aves**. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 7, p. 122-149, 2010.
- HILDEBRANDT, T.; PITRA, C.; SÖMMER, P.; PINKOWSKI, M. Sex identification in birds of prey by ultrasonography. **American Association of Zoo Veterinarians**, v. 26, n. 3, p. 367-376, 1995.
- HOFBAUER, H.; KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.E. Transcutaneous ultrasonography of the avian urogenital tract. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 40, n. 1, p. 58-64, 2005.
- KNACKFUSS, F.B.; VOIGT, D.D.; NOVAES, R.S.; SILVA, D.C.; NASCIMENTO, L.D.S.; ALBUQUERQUE, J.C.F.; RAMOS, V.G.; SILVEIRA, R.L. Sexagem de aves da espécie *Amazona aestiva* (Papagaio Verdadeiro) pela técnica de PCR. **PubVet**, v. 14, n. 6, p. 1-5, 2020.
- KOCH, H.R.; BLOHM-SIEVERS, E.; LIEDVOGEL, M. Rapid sex determination of a wild passerine species using loop-mediated isothermal amplification (LAMP). **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 10, p. 5849-5858, 2019.
- KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.A. Aids to diagnosis. In: COLES, B.H. **Essentials of Avian Medicine and Surgery**. 3.ed. Oxford: Blackwell Publishing, cap. 4, p. 56-102, 2007.
- KROCZAK, A.; WOLOSZYNSKA, M.; WIERZBICKI, H.; KURKOWSKI, M.; GRABOWSKI, K. A.; PIASECKI, T.; GALOSI, L.; URANTOWKA, A.D. New bird sexing strategy developed in the order Psittaciformes involves multiple markers to avoid sex misidentification: debunked myth of the universal DNA marker. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 12, n. 6, p. 878- 899, 2021.
- LEHMKUHL, R.C. **Identificação do sexo dos psitacídeos (*Amazona aestiva*) por meio da avaliação gonadal, utilizando a tomografia computadorizada (TC)**. 2010. 91 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- LENNOX, A.M.; HARRISON, G.J. The companion bird. In: HARRISON, G.J.; LIGHFOOT, T.L. (Eds.). **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach: Spix Publishing, cap. 2, p. 21-44, 2006.
- LUCCA, E.J.; ROCHA, G.T. Citogenética de aves. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Zoologia**, v. 8, n. 1, p. 33-68, 1992.

- LUK, K. The Use of helical computed tomography in the cockatiel. In: ANNUAL CONFERENCE OF ASSOCIATION OF AVIAN VETERINARIANS AUSTRALASIAN COMMITTEE. **Proceedings...** Australia, p. 8-13, 2016.
- LOVICH, J.E.; GIBBONS, J.W. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. **Growth, Development and Aging**, v. 56, n. 4, p. 81-269, 1992.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria GM/MMA nº 300, de 13 de dezembro de 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 dez. 2022. Seção 1, p. 75.
- MORAIS, M.R.P.T.; VELHO, A.L.M.C.S.; DANTAS, S.E.S.; FONTELE-NETO, J.D. Morfologia da reprodução das aves: Desenvolvimento embrionário, anatomia e histologia do sistema reprodutor. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 6, n. 3, p. 165-176, 2012.
- NUNES, A.P. *Amazona aestiva xanthopteryx* (Psittaciformes: Psittacidae): o papagaio-do-chaco. **Atualidades Ornitológicas**, v. 1, n. 154, p. 4-7, 2010.
- PACHECO, J.F.; SILVEIRA, L.F.; AGNE, C.E.; BENCKE, G.A.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; COHN-HALF, M.; MAURÍCIO, G.N.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.R.; LESS, A.C.; FIGUEREIDO, L.F.A.; CARRANO, E.; GUEDES, R.C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V. Q. Annotated checklist of Birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 1, p. 94-105, 2021.
- PINTO, A.C.B.C.F. Radiologia. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca, cap. 56, p. 896-919, 2006.
- PURWANINGRUM, M.; NUGROHO, H.A.; ASVAN, M.; KARYANTI, K.; ALVIYANTO, B.; KUSUMA, R.; HARYANTO, A. Molecular techniques for sex identification of captive birds. **PubMed**, v. 12, n. 9, p. 1506-1513, 2019.
- RASO, T.F.; WERTHER, K. Sexagem cirúrgica em aves silvestres. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 187-192, 2004.
- RAVINDRAN, S.; WOO, W.K.; SAUFI, S.; AMNI, W.N.; HAMID, N.H.; ABIDIN, C.M.R.Z.; ISHAK, I.; AZZAM, G.; SALIM, H. Molecular sexing of Southeast Asian Barn Owl, *Tyto alba javanica*, using blood and feather. **Tropical Life Sciences Research**, v. 30, n. 2, p. 13-23, 2019.
- SALDANHA, P.O.; PEIXOTO, R.S. Análise bibliográfica do tráfico de animais silvestres no Nordeste do Brasil na última década. **Revista multidisciplinar do Núcleo de Pesquisa e Extensão**, v. 1, n. 1, p. 1-23, 2021.

- SANTOS, S.I.C.O.; ELWARD, B.; LUMEIJ, J.T. Sexual dichromatism in the blue-fronted Amazon parrot (*Amazona aestiva*) revealed by multipli-angle spectromery. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 10, n. 1, p. 8-14, 2006.
- SEIXAS, G.H.F. Projeto papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*): Manejo e conservação no Pantanal e Cerrado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **PUBVET**, v. 1, n. 8, p. 410-415, 2007.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. 4.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 2001. 922 p.
- SILVA, L.A.; MIGLINO, M.A. Anatomia comparativa do sistema urogenital de psitacídeos: Arara-canindé (*Ara ararauna*), Papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) e Periquito-verde (*Brotogeris tirica*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA USP. **Anais...** São Paulo, 29., 2021.
- SODRÉ NETO, A.I.; FRAGA, R.E.; SCHIAVETTI, A. Tradition and trade: culture and exploration of avian fauna by a rural Community surrounding protected áreas in the South of Bahia's state, Northeastern Brasil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 18, n. 12, p. 1-14, 2022.
- SZARA, T.; GÜNDEMİR, O.; GÜNAY, E.; GÜN, G.; AVANUS, K.; PAZVANT, G. Sex determination in domestic rock pigeons (*Columba livia*) using radiografic morphometry. **Acta Zoologica**, v. 0, n. 0 (pre-print), p. 1-8, 2022.
- TIAN, J.; BAO, X.; DU, J.; LU, Z.; LI, Y.; FU, Z.; LIU, W. Sex identification based on the CHD gene from Gentoo penguin (*Pygoscelis papua*) fecal DNA samples. **Conservation Genetics Resources**, v. 13, n. 7, p. 249-253, 2021.
- TOMITA, N.; MORI, Y.; KANDA, H.; NOTOMI, T. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) of gene sequences and simpe visual detection of products. **PubMed**, v. 3, n. 5, p. 887-888, 2008.
- TURCU, M.C.; BEL, L.V.; COLLARILE, T.; PUSTA, D.L. Comparative evaluation of two techniques of sex determination in lovebirds (*Agapornis* spp.). **Bulletin UASVM Veterinary Medicine**, v. 77, n. 2, p. 106-114, 2020.
- VELADIANO, I.A.; BANZATO, T.; BELLINI, L.; MONTANI, A.; CATANIA, S.; ZOTTI, A. Normal computed tomographic features and reference values for the coelomic cavity in pet parrots. **BMC Veterinary Research**, v. 12, n. 1, p. 182, 2016.
- WIDNYANA, I.G.N.P.; SUNDU, B.; RUSDIN; TANARI, M. Sex Determination in Maleo Bird (*Macrocephalon maleo* Sal.Muller 1846) Nurtured in ex-situ conservation through body morphological and hormonal studies. **International Journal of Veterinary Science and Agriculture Research**, v. 1, n. 2, p. 17-22, 2019.

YIMTRAGOOL, N.; CHANGTOR, P. Some parts of the feather can be a non-invasive genetic sample for sexing in avian? **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 12, n. 1, p. 161-166, 2022.

ZEFFER, A. Sexing of parrots (*P. senegalus*) by discriminante analysis. **Online Journal of Veterinary Research**, v. 5, n. 1, p. 212-220, 2001.



CAPÍTULO 2

SEXAGEM DE *Amazona aestiva* (PSITTACIFORMES, PSITTACIDAE) POR MEIO DE BIOMETRIA DE CABEÇA E RADIOGRÁFICA

RESUMO

Assim como a maioria dos psitacíformes, a espécie *Amazona aestiva* não possui dimorfismo sexual. Dessa forma, métodos de sexagem vêm sendo investigados para auxiliar no manejo reprodutivo e medicina dessas aves. O objetivo desta pesquisa foi avaliar dados biométricos de cabeça e a biometria radiográfica na determinação do sexo de *A. aestiva*. Foram utilizadas 52 carcaças, sendo 24 machos e 28 fêmeas, das quais foram obtidas seis medidas de cabeça com o auxílio de um paquímetro e 23 medidas radiográficas tomadas em duas projeções, ventrodorsal e laterolateral direita. Os dados foram tabulados e as estatísticas realizadas via programas Microsoft Excel, Bioestat 5.3 e IBM SPSS Statistics. Os machos apresentaram médias maiores do que as fêmeas em todas as medidas, exceto para o comprimento de pelve. A maior correlação de medidas na biometria de cabeça foi entre comprimento de rinoteca e largura de cabeça, enquanto na biometria radiográfica de cabeça foi comprimento de rinoteca e comprimento de cabeça com rinoteca. Para biometria de cabeça, a função discriminante criada pela correlação biométrica determinou valores positivos para machos e negativos para fêmeas, com nível de precisão de 71,7%, enquanto para a biometria radiográfica, a função também apresentou valores positivos para machos e negativos para fêmeas, mas com nível de acertos superior, de 87,5%. Esse estudo demonstrou que há diferenças biométricas entre machos e fêmeas de *A. aestiva*, com maior confiabilidade de resultados com medidas radiográficas, que podem ser utilizadas na rotina como método de sexagem de baixo custo, resultado imediato e de maneira não invasiva.

Palavras chaves: Dimorfismo sexual, morfometria, radiografia, psitacídeos

Sex identification in Amazona aestiva (Psittaciformes, Psittacidae) using head and radiographic biometry

ABSTRACT

Similar to the majority of psittaciformes, the species *Amazona aestiva* lacks sexual dimorphism. Therefore, sexing methods have been investigated to assist in the reproductive management and medical care of these birds. The aim of this research was to evaluate head and radiographic biometry for sex identification in *A. aestiva*. A total of 52 carcasses, comprising 24 males and 28 females, were used, from which were obtained six head measurements using a caliper and 23 radiographic measurements. The data were tabulated and statistics were conducted using Microsoft Excel, Bioestat 5.3, and IBM SPSS Statistics. Males exhibited higher means than females in all measurements, except for the pelvis length. The most significant correlation of measurements in head biometry was observed between the length of the cere and head width, whereas in radiographic head biometry, it was the length of the cere and the length of the head with cere. For head biometry, the discriminant function created by biometric correlation determined positive values for males and negative values for females, with an accuracy level of 71.7%, while for radiographic biometry, the function also showed positive values for males and negative values for females, but with a higher accuracy rate of 87.5%. This study demonstrated that there are biometric differences between males and females of *A. aestiva*, with greater result reliability through radiographic measurements, which can be employed in routine practice as a low-cost and immediate sexing method.

Keywords: Sexual dimorphism, morphometry, radiography, psittacids.

1 INTRODUÇÃO

A descoberta de fósseis da era terciária do período Mioceno (há cerca de 20 milhões de anos) e do período Pleistoceno (há 20 mil anos) indica que os psitacíformes tiveram surgimento muito antigo, com cerca de 40 milhões de anos. Essa ordem possui distribuição em todo o globo terrestre, com exceção da Europa e da Antártida, mas é na América do Sul que vive naturalmente a maior diversidade desse táxon (DEL HOYO et al., 1997; FORSHAW, 2010). O Brasil possui 87 espécies de psitacíformes nativos (PACHECO et al., 2021), por isso, era conhecido no século XVI como a “Terra dos papagaios” (SICK, 2001). O gênero *Amazona* engloba 12 espécies, sendo que *A. pretei*, *A. rhodocorytha* e *A. vinacea* estão ameaçadas de extinção no país, classificadas na categoria “Vulnerável” (MMA, 2022).

O papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva* Linnaeus 1758) habita diversos biomas brasileiros, com registros de ocorrência natural na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal. Apesar da classificação atual do seu estado de conservação ser “Quase ameaçada”, a caça, perda de habitat e comércio ilegal são considerados como ameaças às populações de vida livre, com declínio em uma taxa estimada de 20 a 29% ao longo de três gerações da espécie (BIRDLIFE INTERNACIONAL, 2019).

O tráfico de animais silvestres é uma atividade extremamente rentável em todo o mundo (LAWSON & VINES, 2014). CAVALCANTI e NUNES (2019) afirmam que o comércio ilegal de fauna brasileira movimentava em torno de 1 bilhão de reais por ano e a captura de espécimes nativos visa abastecer principalmente o mercado interno (DESTRO et al., 2012). As aves são as espécies mais vitimizadas pelo tráfico, devido à beleza do canto e do empenamento, bem como ao seu comportamento dócil (ALVES et al., 2022). Uma pesquisa com dados do Centro de Triagem de Animais Silvestres do Distrito Federal (CETAS-DF) registrou que cerca de 87% dos animais recebidos no ano 2018 eram aves. Desse montante, 765 exemplares, sendo 244 psitacíformes, foram encaminhados para atendimento médico ao Hospital Veterinário da Universidade de Brasília (UnB) e a espécie *A. aestiva* foi a mais representativa, com 82 animais (CUNHA et al., 2022).

Assim como ocorre na maioria dos psitacídeos, *A. aestiva* não possui dimorfismo sexual, com isso, é importante o desenvolvimento de métodos de sexagem para a espécie (GODOY, 2007; QUINTANA et al., 2008). As técnicas previamente descritas para a determinação de sexo em aves incluem exames de imagens, como radiografia (CANNY, 1998; PINTO, 2006), ultrassonografia (KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2007), tomografia computadorizada (GUMPENBERGER & HENNINGER, 2001; LUK, 2016; VELADIANO et al., 2016), ressonância magnética (BERNARDES FILHO et al., 2000), visualização direta das gônadas por laparoscopia (RASO & WERTHER, 2004; TURCU et al., 2020), quantificação de hormônios em excretas cloacais (DIAS & OLIVEIRA, 2006; WIDNYANA et al., 2019) e análises genéticas (GRIFFITHS et al., 1998; PURWANINGRUM et al., 2019; RAVINDRAN et al., 2019; KNACKFUSS et al., 2020; TIAN et al., 2021; YIMTRAGOOL & CHANGTOR, 2022).

A biometria corporal também foi avaliada como método de sexagem em aves de diferentes espécies como papagaio-do-Senegal (*Poicephalus senegalus*) (ZEFFER, 2001), kakapos (*Strigops habroptilus*) (GRAY & RENNER, 2017) e arara-verde (*Ara militaris*) (BONILLA-RUZ et al., 2011), com resultados variáveis entre eles. A possibilidade da determinação do sexo de um psitacídeo com contenção física, sem invasividade, com método de baixo custo e resultado imediato é promissora para a rotina de atendimentos de animais de cativeiro ou em pesquisas de campo com indivíduos de vida livre (BERKUNSKY et al., 2009). Adicionalmente, as medidas corporais também podem ser obtidas a partir de exames de imagem como a radiografia. Em estudo recente, SZARA et al. (2022) utilizaram a biometria radiográfica de pombos-domésticos (*Columba livia*) para a determinação da sexagem e obtiveram acurácia de 81,4%.

Existem poucos trabalhos que utilizaram as medidas biométricas e de exames de imagem para a realização de sexagem de aves, por isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar dados biométricos de cabeça e a biometria radiográfica na determinação do sexo de *A. aestiva*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Sistema de Autorização e Informações em Biodiversidade (SISBIO) documento nº 81440-1 (Anexo 1). O projeto foi dispensado de aprovação pela

Comissão de Ética no Uso Animal (CEUA-UnB) mediante despacho do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) 7623189 (Anexo 2), por não ter envolvido animais vivos.

Foram utilizadas 52 carcaças de *A. aestiva*, identificadas individualmente com lacres coloridos numerados. O material foi doado pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres de Brasília (CETAS-DF), e não possuía histórico sobre sua origem e causa de óbito. Foram excluídas do estudo, carcaças com lesões e/ou alterações em crânio e/ou membros.

O armazenamento das carcaças foi feito por congelamento em freezer vertical com temperatura aproximada de -20 °C. O material foi retirado do freezer 12 horas antes da utilização e mantido em temperatura ambiente para descongelamento. Após obtenção das medidas e imagens radiográficas, o sexo de cada carcaça foi confirmado por meio da abertura da cavidade celomática e visualização direta das gônadas.

2.1 Biometria de cabeça

A biometria foi restrita à cabeça devido às medidas terem sido tomadas de carcaças em diferentes estados de conservação, o que poderia afetar a consistência e volume dos tecidos moles. Nesse caso, poderiam ocorrer discrepâncias em regiões corporais com maior presença muscular, como os membros torácicos e pélvicos. Além disso, estudos prévios semelhantes indicaram que a biometria de cabeça obteve as maiores diferenças estatísticas entre machos e fêmeas de aves (ZEFFER, 2001; BERKUNSKY et al., 2009, BONILLA-RUZ et al., 2011). As medidas elencadas foram selecionadas com base em publicações anteriores em que as referências foram os acidentes anatômicos com projeções ósseas mais demarcadas (BERKUNSKY et al., 2009; BONILLA-RUZ et al., 2011).

A biometria foi realizada com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,02 mm (HW0812-0036, Ipiranga ferramentas, São Paulo, SP, Brasil). Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador e, a fim de melhorar a acurácia, foi utilizado o valor final obtido a partir da média aritmética de três repetições. A descrição dos pontos de referências e as imagens apresentando as tomadas dos dados biométricos estão representadas na Tabela 1 e na Figura 1, respectivamente.

Tabela 1. Descrição da biometria de cabeça de *Amazona aestiva*

Descrição	
CoR	Distância, em linha reta, entre o limite dorsocaudal e o ápice da rinoteca.
LR	Distância, em linha reta, laterolateral da base da rinoteca.

ACa	Distância, em linha reta, entre o limite ventral da mandíbula e a face dorsal da cabeça, passando pelo centro do olho.
LCa	Distância, em linha reta, laterolateral da cabeça ao nível da comissura palpebral caudal.
CoCaR	Distância, em linha reta, entre o ápice da rinoteca e a extremidade dorsocaudal da cabeça, passando pelo centro do olho.
CoCa	Distância, em linha reta, do limite dorsocaudal da rinoteca à extremidade caudal da cabeça, passando pelo centro do olho.

Legenda: A – altura; Ca – cabeça; Co – comprimento; L- largura; R - rinoteca;

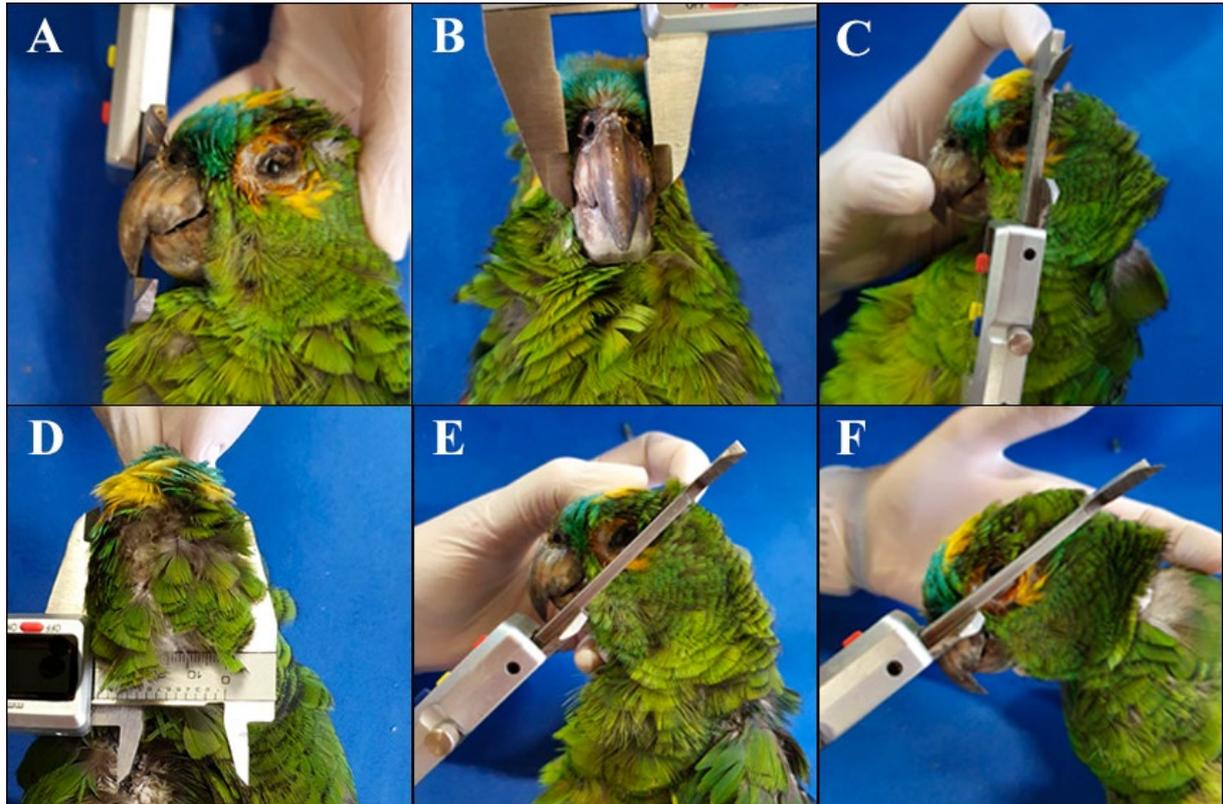


Figura 1. Biometria da cabeça e rinoteca de *Amazona aestiva*. A, Comprimento da rinoteca (CoR); B, Largura da rinoteca (LR); C, Altura de cabeça (ACa); D, Largura da cabeça (LCa); E, Comprimento da cabeça com rinoteca (CoCaR); F, Comprimento de cabeça (CoCa).

2.2 Biometria radiográfica

Para a biometria radiográfica, padronizou-se projeções nas posições laterolateral direita e ventrodorsal, por serem as mais comumente utilizadas na rotina médico veterinária. No caso das medidas elencadas (Tabela 2 e Figuras 2 e 3), a seleção foi feita com base no estudo de SZARA et al. (2022), com pombos domésticos, associada à facilidade de posicionamento e visualização dos ossos nessas projeções.

As radiografias das carcaças foram realizadas por meio de um emissor Toshiba com dimensões 40 x 30 x 21 cm (altura x largura x comprimento), gerador HF (100 kV @ 50 mA), tubos de raios-X de 1,8 x 1,8 mm com emissor regulável e placa de 36 x 43 cm (comprimento x largura) em formato de 16 bits (Placa Detector Flatz 500, modelo DR TECH EVS 3643w, DRTECH, Gyeonggi, DO, Coreia do Sul). Padronizou-se a distância de 70 cm entre o emissor e a placa, com configurações de 40 kV e 0,8 mAs.

Tabela 2. Descrição da biometria radiográfica (x) de *Amazona aestiva*

Projeção laterolateral direita	
xCoR	Distância, em linha reta, entre o ápice do osso pré-maxila e a extremidade rostral do osso frontal.
xCoCa	Distância, em linha reta, entre a extremidade rostral do osso frontal e a proeminência cerebelar do osso supraoccipital.
xCoCaR	Distância, em linha reta, entre o ápice do osso pré-maxila e a proeminência cerebelar do osso supraoccipital.
xACa	Distância, em linha reta, entre o osso quadrojugal e o osso frontal.
xCoAl	Distância, em linha reta, entre o ápice e o ponto médio da extremidade proximal da falange do dígito alular.
xCoPv	Distância, em linha reta, entre a extremidade caudal do osso esterno até o ápice do púbis.
Projeção ventrodorsal	
xCoUm	Distância, em linha reta, do ponto médio da extremidade proximal da cabeça do úmero à porção distal do osso úmero, ao nível do ponto de união entre o côndilo e o corpo do osso.
xDiUm	Diâmetro do osso úmero, no ponto médio de seu comprimento.
xCoRa	Distância, em linha reta, do ponto médio do côndilo radial ao ponto médio da face articular radiocárpica do osso rádio.
xDiRa	Diâmetro do osso rádio, no ponto médio de seu comprimento.
xCoUl	Distância, em linha reta, da crista intercondilar ao sulco intercondilar do osso ulna.
xDiUl	Diâmetro do osso ulna, no ponto médio de seu comprimento.
xCoTt	Distância, em linha reta, da crista patelar à incisura intercondilar do osso tibiotarso.
xDiTt	Diâmetro do osso tibiotarso, no ponto médio de seu comprimento.
xLPv	Distância, em linha reta, entre os ápices dos ossos púbis direito e esquerdo.

Legenda: A – altura; Al – álula; Ca – cabeça; Co – comprimento; Di – diâmetro; L – largura; Pv – pelve; R – rinoteca; Ra – rádio; Tt – tibiotarso; Ul – ulna; Um – úmero.

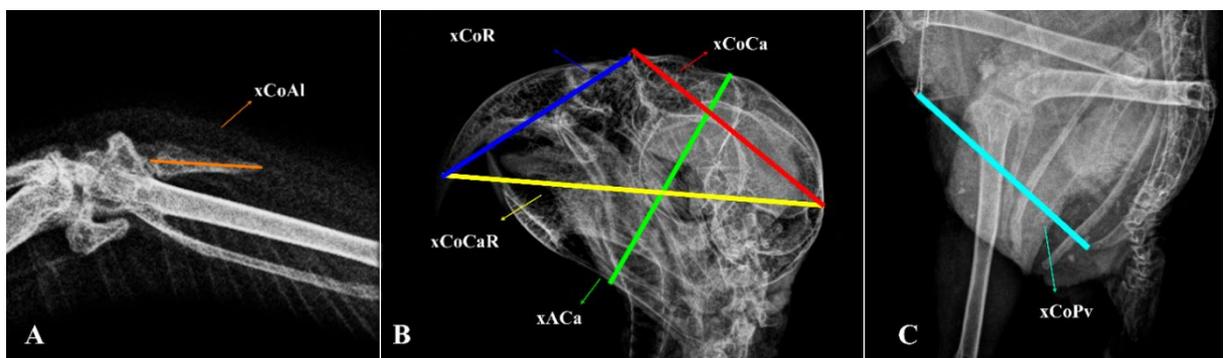


Figura 2. Biometria radiográfica (x) de *Amazona aestiva* na projeção laterolateral direita. A, membro torácico direito; B, crânio; C, pelve.

Legenda: A – altura; Al – álula; Ca – cabeça; Co – comprimento; Pv – pelve; R – rinoteca.

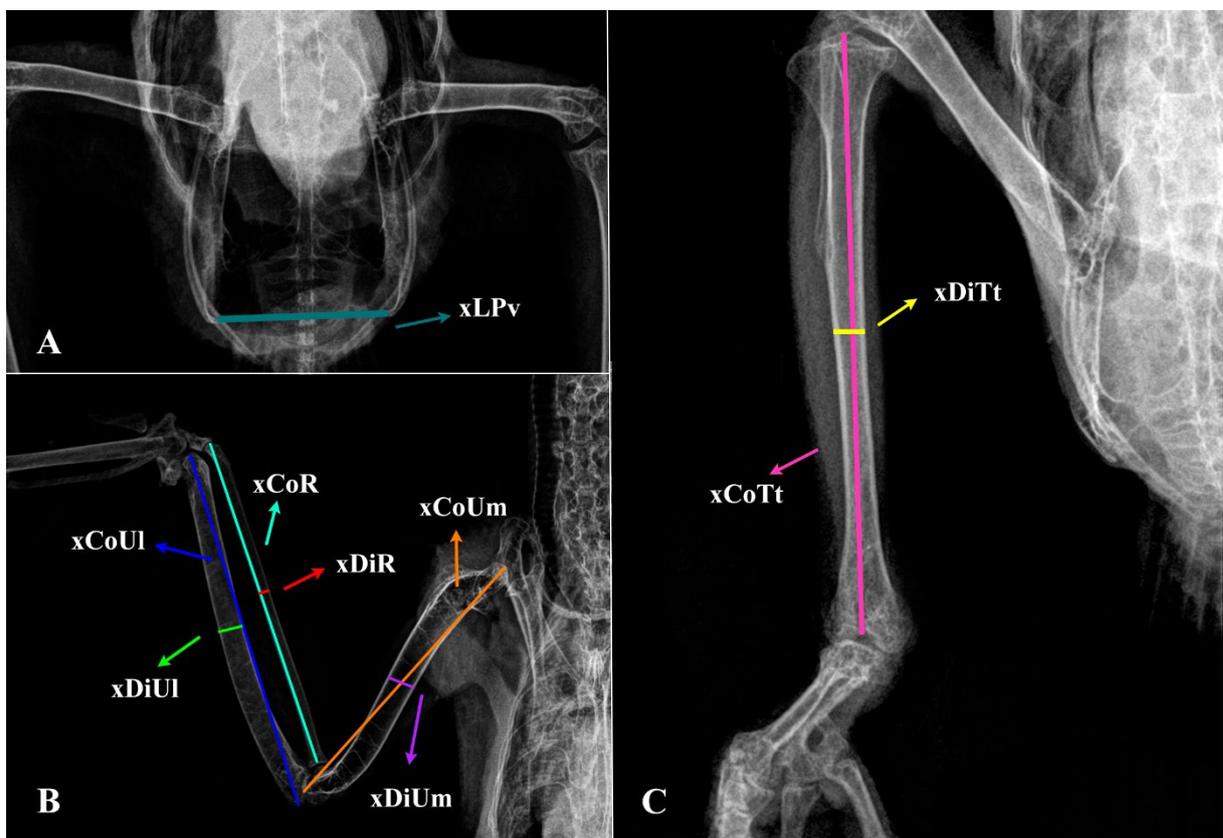


Figura 3. Biometria radiográfica (x) de *Amazona aestiva* na projeção ventrodorsal. A, pelve; B, membro torácico direito; C, Membro pélvico direito.

Legenda: Co – comprimento; Di – diâmetro; L – largura; Pv – pelve; Ra – rádio; Tt – tibiotarso; Ul – ulna; Um – úmero; x – biometria radiográfica;

2.3 Análise estatística

Os dados foram planilhados no programa Microsoft Excel para estatística descritiva e cálculo dos índices de dimorfismo sexual (IDS) de cada variável, com base na equação: $IDS =$

$\frac{(\bar{x}_m - \bar{x}_f)}{\bar{x}_f} \times 100$, no qual \bar{x}_m é a média de valores para machos e \bar{x}_f é a média de valores para fêmeas (LOVICH & GIBBONS, 1992.).

O programa Bioestat 5.3 foi utilizado para identificar e excluir os valores extremos (*outliers*), bem como na análise do padrão de distribuição de dados, por meio do teste de Shapiro Wilk com 5% de significância. Os dados que apresentaram distribuição normal tiveram as médias entre machos e fêmeas determinadas por meio da Análise de Variância seguida do teste de Tukey, enquanto variáveis não paramétricas foram submetidas ao teste de Wilcoxon, ambos com 5% de significância (AYRES et al., 2007). Posteriormente, foi determinado o coeficiente de variação (CV) dos dados, realizado o teste de Correlação Linear de Pearson e a Análise Discriminante por meio do programa IBM SPSS Statistics.

3 RESULTADOS

A partir da confirmação da sexagem por visualização direta das gônadas, foram identificadas 24 carcaças de indivíduos machos e 28 de indivíduos fêmeas.

3.1 Biometria de cabeça

A estatística descritiva, bem como o IDS, CV e comparação de médias entre os sexos para a biometria de cabeça estão representados na Tabela 3. Observou-se diferença estatística entre médias de machos e fêmeas para as medidas de CoCa ($p = 0,02$) e LCa ($p = 0,04$), com médias maiores para o sexo masculino.

Tabela 3. Estatística descritiva, índice de dimorfismo sexual (IDS) e coeficiente de variação (CV) para biometria de cabeça, com comparação de médias (p) entre fêmeas (F) e machos (M) de *Amazona aestiva*

Medida	Sexo	Média (cm)	DP (cm)	Mediana (cm)	IDS (%)	CV (%)	p ¹
CoR	F	29,73	2,27	29,08	2,82	7,63	0,23
	M	30,57	2,72	30,54		8,89	
CoCaR	F	57,23	4,079	56,63	3,36	7,12	0,06
	M	59,15	2,90	59,39		4,90	
CoCa	F	51,54	2,81	52,28	3,25	5,45	0,02
	M	53,21	1,987	53,04		3,73	
ACa	F	39,90	2,53	39,21	2,83	6,34	0,13

	M	41,03	2,78	40,28		6,77	
LR	F	17,21	0,73	17,23	1,98	4,24	0,19
	M	17,55	1,11	17,56		6,32	
LCa	F	34,61	1,75	34,71	2,68	5,05	0,04
	M	35,54	1,30	35,92		3,65	

Legenda: ¹ Valor de p para a comparação de média por meio da Análise de Variância seguida do teste de Tukey, com 5% de significância. A – altura; Ca – cabeça; Co – comprimento; DP – desvio padrão; L- largura; R – rinoteca.

Em relação à Correlação Linear de Pearson, os maiores índices (r) de correlação foram observados entre as medidas CoR e LCa ($r = 0,5546$; $p < 0,0001$); ACa e LCa ($r = 0,492$; $p = 0,0002$); e CoR e LR ($r = 0,4482$; $p = 0,001$), todas com correlação positiva.

A partir dos coeficientes das variáveis, foram determinadas as funções discriminantes. Apenas uma das funções apresentou acurácia maior do que 70% e, por isso, essa foi selecionada para as medidas de biometria de cabeça:

$$D = -0,30.LR + 0,214.LCa - 0,79. CoR - 0,008.CoCaR + 0,316.CoCa + 0,137.ACa - 26,203$$

A função apresentou valores positivos para machos e negativos para fêmeas, com nível de acertos de 71,7%, de forma que quatro machos (4/24; 16,66%) e 12 (12/28; 42,85%) fêmeas foram classificados erroneamente.

3.2 Biometria radiográfica

Os resultados de biometria radiográfica estão representados nas Tabelas 4 e 5. Para medidas obtidas em projeção laterolateral, as medidas de cabeça xCoR, xCoCaR e xCoAl direita apresentaram valores estatisticamente diferentes entre os sexos ($p = 0,02$, $p = 0,01$ e $p = 0,03$, respectivamente), com médias maiores para machos.

Tabela 4. Estatística descritiva, índice de dimorfismo sexual (IDS) e coeficiente de variação (CV) da biometria radiográfica em projeção laterolateral, com comparação de médias (p) entre fêmeas (F) e machos (M) de *Amazona aestiva*

		Média (cm)	DP (cm)	Mediana (cm)	IDS (%)	CV (%)	p ¹
xCoR	F	33,97	2,45	33,90	4,53	7,21	0,02
	M	35,50	2,01	35,63		5,66	
xCoCa	F	44,58	1,53	44,53	2,29	3,43	0,05
	M	45,60	1,96	46,02		4,29	
xCoCaR	F	60,90	2,90	60,52	3,22	4,76	0,01
	M	62,86	2,08	62,58		3,31	
xACa	F	39,82	2,47	40,43	4,57	6,20	0,05
	M	41,64	2,95	42,00		7,08	
xCoAlE	F	11,95	0,79	12,02	5,11	6,61	0,05
	M	12,56	1,30	12,62		10,35	

xCoAlD	F	11,13	1,08	11,27	5,69	9,70	0,03
	M	11,76	0,96	11,98		8,16	
xCoPv	F	28,75	5,60	29,12	-3,12	19,47	0,44
	M	27,85	5,27	26,73		18,92	

Legenda: ¹ Valor de p para a comparação de média por meio da Análise de Variância seguida do teste de Tukey, com 5% de significância. A – altura; Al – álula; Ca – cabeça; Co – comprimento; D – direito; DP – desvio padrão; E – esquerdo; M – macho; Pv – pelve; R – rinoteca; x – biometria radiográfica;

No caso das medidas da projeção ventrodorsal, somente xCoUm direito teve diferença estatística ($p = 0,03$), também com médias maiores em machos.

Tabela 5. Estatística descritiva, índice de dimorfismo sexual (IDS) e coeficiente de variação (CV) da biometria radiográfica em projeção ventrodorsal com comparação de médias entre fêmeas (F) e machos (M) de *Amazona aestiva*

		Média (cm)	DP (cm)	Mediana (cm)	IDS (%)	CV (%)	p ¹
xCoUmE	F	53,59	3,37	54,10	2,70	6,28	0,10
	M	55,03	2,52	54,93		4,58	
xCoUmD	F	53,69	3,54	53,98	3,63	6,59	0,03
	M	55,64	2,27	55,60		4,08	
xDiUmE	F	4,70	0,36	4,67	3,08	7,66	0,14
	M	4,85	0,33	4,92		6,80	
xDiUmD	F	4,68	0,38	4,66	3,84	8,48	0,06
	M	4,86	0,35	4,87		7,20	
xCoRaE	F	61,04	3,03	61,11	1,98	4,96	0,11
	M	62,25	2,80	62,52		4,49	
xCoRaD	F	61,00	3,12	61,17	1,87	5,11	0,19
	M	62,14	2,65	62,60		4,26	
xDiRaE	F	1,69	0,17	1,67	-1,89	10,05	0,55
	M	1,66	0,19	1,66		11,44	
xDiRaD	F	1,73	0,21	1,73	-0,75	12,14	0,76
	M	1,72	0,22	1,73		12,79	
xCoUIE	F	66,47	3,34	66,28	2,24	5,02	0,09
	M	67,97	3,17	68,90		4,66	
xCoUID	F	66,56	3,51	66,43	2,06	5,27	0,15
	M	67,94	3,02	68,27		4,44	
xDiUIE	F	3,72	0,31	3,69	3,14	8,33	0,26
	M	3,83	0,30	3,76		7,83	
xDiUID	F	3,63	0,29	3,62	3,33	7,99	0,14
	M	3,76	0,27	3,73		7,18	
xCoTtE	F	55,68	4,74	56,07	4,39	8,51	0,09
	M	58,12	5,09	58,05		8,75	
xCoTtD	F	55,95	5,32	56,62	0,85	9,50	0,94
	M	56,42	6,178	55,27		10,95	
xDiTtE	F	3,49	0,30	3,48	0,42	8,59	0,89
	M	3,51	0,37	3,55		10,54	
xDiTtD	F	3,38	0,37	3,36	4,19	10,94	0,21

	M	3,53	0,36	3,43		10,19	
xLPv	F	30,29	3,09	31,35	4,00	10,20	0,15
	M	31,50	2,52	32,17		8	

Legenda: ¹ Valor de p para a comparação de média por meio da Análise de Variância seguida do teste de Tukey, com 5% de significância. Co – comprimento; D – direito; Di – diâmetro; DP – desvio padrão; E – esquerdo; F – fêmea; M – macho; Pv – pelve; Ra – rádio; Tt – tibiotarso; Ul – ulna; Um – úmero; x – biometria radiográfica;

Em relação à Correlação Linear de Pearson, as variáveis com maior correlação entre as medidas de crânio foram xCoR e xCoCaR ($r= 0,6451$; $p= <0.0001$), e entre as medidas de membros foram xCoRa e xCoUl ($r= 0,9514$; $p= <0.0001$; e $r= 0,9721$; $p= <0.0001$, respectivamente). Ao avaliar a correlação para as mesmas medidas entre os dois antímeros, a maior correlação observada foi entre xCoUID e xCoUIE ($r= 0,981$; $p= <0.0001$), sendo essa também a medida com maior correlação quando comparadas todas as medidas obtidas.

A partir dos coeficientes das variáveis foram determinadas as funções discriminantes. As funções com maior índice de acurácia e menor número de medidas a serem utilizadas estão disponíveis na Tabela 6.

Tabela 6. Funções discriminantes e nível de acurácia da biometria radiográfica (x) para sexagem de *Amazona aestiva*

Função Discriminante	Acertos	Erro Fêmeas	Erro Machos
$0,279.xCoCaR + 0,215.xACa - 25,978$	75,00%	5 (17,86%)	7 (29,17%)
$0,082.xCoCa + 0,243.xCoCaR + 0,135.xACa - 0,024.xLPv - 0,070.xCoPv + 0,335.xCoUmD + 1,050.xDiUmD - 0,289.xCoRaD - 26,982$	81,3%	4 (14,29%)	5 (20,83%)
$0,251.xCoCaR + 0,142.xACa - 0,013.xLPv - 0,069.xCoPv + 0,272.xCoUmD + 1,749.xDiUmD - 0,234.xCoRaD - 1,745.xDiRaD - 24,654$	81,3%	4 (14,29%)	5 (20,83%)
$0,252.xCoCaR + 0,176.xACa - 0,039.xLPv - 0,083.xCoPv + 0,309.xCoUmD + 2,692.xDiUmD - 0,024.xCoRaD - 1,991.xDiRaD - 0,190.xDiCoUID + 1,732.xDiUID - 0,033.xCoTtD - 0,890.xDiTtD + 0,336.xCoAID - 0,017.xCoUmE - 1,766.xDiUmE - 27,190$	91,7%	4 (14,29%)	0
$0,253.xCoCaR + 0,186.xACa - 0,046.xLPv - 0,089.xCoPv + 0,281.xCoUmD + 2,873.xDiUmD - 0,153.xCoRaD - 2,114.xDiRaD - 0,254.xCoUID + 1,771.xDiUID - 0,036.xCoTtD - 0,755.xDiTtD + 0,323.CoAID - 0,027.xCoUmE - 1,883.xDiUmE + 0,227.xCoRaE - 27,246$	93,8%	3 (10,71%)	0
$0,103.xCoCa + 0,231.xCoCaR + 0,161.xACa - 0,047.xLPv - 0,088.xCoPv + 0,320.xCoUmD + 2,657.xDiUmD - 0,011.xCoRaD - 2,120.xDiRaD - 0,199.xCoUID + 1,838.xDiUID - 0,042.xCoTtD - 0,886.xDiTtD + 0,290.xCoAID - 0,019.xCoUmE - 1,814.xDiUmE - 28,772$	93,8%	3 (10,71%)	0

3.3 Correlação entre a biometria de cabeça e radiográfica

Foi avaliada a correlação entre as mesmas medidas obtidas por biometria de cabeça e a radiográfica. Assim, a partir da Correlação Linear de Pearson, observou-se que a maior correlação foi entre CoCaR e xCoCa ($r = -0,335$; $p = 0,0244$), sendo elas inversamente proporcionais, enquanto a menor correlação foi entre CoCa e xCoCa ($r = 0,0557$; $p = 0,7161$). Tal constatação infere que a medida biométrica de cabeça não é um bom parâmetro para determinação da medida radiográfica na espécie *A. aestiva*.

4 DISCUSSÃO

Observou-se diferenças significativas na biometria de cabeça para as medidas CoCa ($p = 0,021$) e LCa ($p = 0,0405$), com médias maiores em machos. A diferença no tamanho corporal entre machos e fêmeas pode estar ligado ao comportamento social, incluindo a disputa territorial e de recursos alimentares, já que durante o período de reprodução, a fêmea permanece exclusivamente dentro do ninho desde a postura dos ovos até 2 semanas após o nascimento dos filhotes, e é de responsabilidade do macho a alimentação da mãe e dos filhotes (WEIDINGER & VAN FRANEKER, 1998). A avaliação dessas mesmas medidas foi realizada por BERKUNSKY et al. (2009) para a subespécie *A. aestiva xanthopteryx*, em que também foi constatada diferença estatística, o que reforça que esses parâmetros podem ser utilizados para a sexagem de adultos da espécie.

Entretanto, os autores citaram CoR como a medida com maior diferença entre machos e fêmeas, o que destaca a necessidade de avaliação de animais de diferentes subespécies e regiões do país, devido à variedade intraespecífica. A diferença nos tamanhos das rinotecas foi suposta como uma especificidade no forrageamento dos diferentes sexos, evitando a competição por recursos entre si (BERKUNSKY et al., 2009). Apesar de CoR não ter apresentado diferença estatística, a medida de xCoR obteve médias diferentes entre machos e fêmeas, com média maior em machos. Essa discrepância no resultado entre a diferença das medidas xCoR e CoR pode ter relação com o método utilizado para a tomada de medidas, uma vez que assim como no estudo de BERKUNSKY et al. (2009), a medida de xCoR foi tomada através de imagens bidimensionais (fotografias e radiografias), considerando apenas a parte óssea da rinoteca e CoR de maneira tridimensional utilizando o próprio crânio do

animal, medindo a rinoteca toda. Outro fator que pode influenciar nos resultados são as diferenças entre a parte queratinizada da rinoteca, que varia muito de acordo com o ambiente e o tipo de alimentação das aves. Animais que possuem dieta desbalanceada e com baixas quantidades de vitamina A, costumam apresentar alterações em epitélios com crescimento exacerbado do bico (CARCIOLI & OLIVEIRA, 2007).

BONILLA-RUZ et al. (2011) analisaram as medidas de cabeça de arara-verde (*Ara militaris*) por meio de imagens fotográficas. Obtiveram os valores com maior diferença estatística entre machos e fêmeas, as medidas que tiveram o centro do olho como referência. No presente estudo, a medida mais confiável foi a de Largura de Cabeça, que também utilizou o olho como referência (comissura palpebral caudal), demonstrando a importância de escolher um ponto de referência para que as medidas possam ser padronizadas. ZEFFER (2001) e BERKUNSKY et al. (2009), em pesquisas com as espécies *Poicephalus senegalus* e *A. aestiva xanthopteryx*, respectivamente, também observaram que os machos são maiores do que as fêmeas, sobretudo para medidas de crânio. Por outro lado, no estudo realizado em kakapos (*Strigops habroptilus*), as medidas da rinoteca isoladas não apresentaram distinção entre machos e fêmeas, apontando que a diferença de tamanho entre os dois sexos tem relação com o tamanho da formação óssea do crânio, o que reforça as medidas radiográficas como uma boa opção para sexagem de aves (GRAY & RENNER, 2017).

Os machos, se mostraram maiores do que as fêmeas em todas as medidas tomadas, com exceção de xCoPv, em que a média das fêmeas foi maior do que nos machos. Apesar de na prática clínica, tutores e criadores de psitacídeos mencionarem essa medida como método de sexagem palpando a região, a diferença é pequena e precisa-se de medidas exatas para realmente poder classificar corretamente a ave. Essa diferença de tamanho se deve ao fato de que na época de reprodução o oviduto aumenta drasticamente, acaba ocupando grande parte da cavidade, e é justamente nesse espaço denominado istmo em que o ovo recebe a casca e fica abrigado por volta de 26 horas até o momento da postura, onde o ovo sai pela cloaca (TULLY et al., 2010).

Optou-se por realizar as medidas de membros somente para a biometria radiográfica devido à variação do estado de conservação dos tecidos moles das carcaças. Além disso, o método de medição a partir das imagens, permitiu a análise de características que não seria possível através da medida direta, como por exemplo, o comprimento de úmero e o diâmetro de ossos com grande revestimento muscular (ACHÔA FILHO et al., 2014).

Em relação ao maior índice da Correlação Linear de Pearson para as medidas radiográficas, essa ocorreu entre xCoRaE e xCoUIE ($r = 0,9541$; $p = <0.0001$), e xCoRaD e xCoUID ($r = 0,9721$; $p = <0.0001$). Tal fato corrobora os dados de SZARA et al. (2022), onde o comprimento de rádio apresentou maior correlação com comprimento de ulna. ACHÔA FILHO et al. (2014) justificam a forte correlação entre esses dois ossos pela junção direta dos mesmos e por abrigarem juntos os músculos da parte lateral do antebraço, que são responsáveis por grande parte dos movimentos realizados para voo. As medidas entre membro esquerdo e direito que apresentaram a maior correlação foi xCoUID e xCoUIE ($r = 0,981$; $p = <0.0001$), achado coerente pela necessidade de simetria da asa das aves, para que ela exerça a função do voo com exatidão (ACHÔA FILHO et al., 2014). O presente estudo demonstrou que as medidas de comprimento de rádio e ulna possuem uma média maior nos machos que nas fêmeas, assim como no estudo realizado por SZARA et al. (2022).

O índice de dimorfismo sexual (IDS) variou de -3,12 a 5,69 entre as medidas tomadas. Os valores negativos demonstraram medidas onde as fêmeas eram maiores do que os machos, como por exemplo xDiRaD (-0,75), xDiRaE (-1,89) e xCoPv (-3,12). O valor do IDS quanto mais distante do número zero, maior é a diferença das medidas entre os machos e as fêmeas, (AGHA et al., 2017).

As funções discriminantes obtidas a partir da biometria radiográfica permitiram a classificação correta de 75% a 93,8% das aves, com variação de acurácia de acordo com a quantidade de medidas a serem empregadas (de 2 a 16, respectivamente). A função discriminante obtida por SZARA et al. (2022) utilizaram apenas duas medidas e obteve maior índice de acurácia (81,4%) do que o presente estudo. Para a espécie *A. aestiva*, a classificação correta de 81,3% aves ocorreu com o emprego de oito medidas.

Foi possível constatar que as biometrias de cabeça e radiográfica foram métodos válidas para a sexagem de papagaio-verdadeiro, com maior acurácia nas imagens radiográficas. Entretanto, a biometria corporal direta deve ser considerada para casos em que haja limitação de acesso a equipamentos de imagem, como por exemplo, durante estudos de campo.

5 CONCLUSÃO

A biometria de cabeça e a radiográfica são técnicas que podem ser aplicadas para a realização da sexagem de papagaios-verdadeiro (*Amazona aestiva*). As medidas com

diferença mais significativa entre machos e fêmeas foram o comprimento e a largura de cabeça, juntamente com o comprimento de rinoteca e o comprimento de cabeça com rinoteca nas medidas radiográficas, com médias maiores para os machos. A partir das medidas obtidas foi possível determinar funções discriminantes com acurácia de 71,7 a 93,8% para a espécie *Amazona aestiva*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHÔA FILHO, K.; LEANDRO, R.M.; RODRIGUES, M.N.; DONSECA, E.T.; PASQUALETTI, V.B.; MIGLINO, M.A. Musculatura da asa da arara canindé (*Ara ararauna*, Linnaeus, 1758): conhecimento básico aplicado à clínica de animais silvestres. **Biotemas**, v. 27, n.2, p. 137-145, 2014.
- AGHA, M.; ENNEN, J. R.; NOWAKOWSKI, A. J.; LOVICH, J. E.; SWEAT, S.C.; TODD, B.D. Macroecological patterns of sexual size dimorphism in turtles of the world. **Journal of Evolutionary Biology**, v.31, n.3, p.1-10, 2017.
- ALLGAYER, M.C.; CZIULIK, M. Reprodução de psitacídeos em cativeiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.344-350, 2007.
- ALVES, R.R.N.; NOGUEIRA, E.E.G.; ARAUJO, H.F.P.; BROOKS, S.E. Bird-keeping in the Caatinga. **Human Ecology**, v. 38, n. 1, p. 147-156, 2010.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A. A. **BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Ong Mamiraua: Belém, PA, 2007. 364 p.
- BERKUNSKY, I.; MAHLER, B.; REBOREDA, J.C. Sexual dimorphism and determination of sex morphometries in Blue-fronted Amazons (*Amazona aestiva*), **EMU - Austral Ornithology**, v. 109, n. 3, p. 192-197, 2009.
- BERNARDES FILHO, R.; FRANCO, R.W.A.; De NOVAES, A.P.; MAGNANI, F.S.; FELIPPE, P.A.N.; SANTOS, E.F. Sexagem de aves silvestres sem dimorfismo sexual via tomografia por ressonância magnética nuclear. **Circular Técnica da Embrapa**, v. 1, n. 11, p. 1-12, 2000.
- BERKUNSKY, I.; MAHLER, B.; REBOREDA, J.C. Sexual dimorphism and determination of sex morphometries in Blue-fronted Amazons (*Amazona aestiva*), **EMU - Austral Ornithology**, v. 109, n. 3, p. 192-197, 2009.
- BIRDLIFE INTERNACIONAL. **Registered with fundraising regulator**, 2019. Apresenta dados sobre espécies e ordens das aves. Disponível em: <https://www.birdlife.org>. Acesso em: 15 mai. 2023

- BONILLA–RUZ, C.; CINTA MAGALLÓN, C.; SANTOS–MORENO, A. Determinación del dimorfismo sexual secundario en la guacamaya verde (*Ara militaris*): complementariedad morfométrica e índice ocular. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 27, n. 2, p. 245-255, 2011.
- BORTOLINI, Z.; MATAYOSHI, P.M.; SANTOS, R.V.; DOICHE, D.P.; MACHADO, V. M. V.; TEIXEIRA, C. R.; VULCANO, L.C. Casuística dos exames de diagnóstico por imagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p.1247-1252, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v65n4/42.pdf> Acesso em:
- CANNY, C. Gross Anatomy and Imaging of the Avian and Reptilian Urinary System. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 7, n. 2, p. 72-80, 1998.
- CARBALLO, L.; DELHEY, K.; VALCU, M.; KEMPENAERS, B. Body size and climate as predictors of plumage colouration and sexual dichromatism in parrots. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 33, n. 11, p. 1543-1557, 2020.
- CARCIOLI, A.C.; OLIVEIRA, L.D. Doenças Nutricionais. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO - DIAS, J.L. **Tratado de Animais Silvestres**. São Paulo: Editora Roca, cap. 53, p. 841-855, 2007.
- CAVALCANTI, C.A.T.; NUNES, V.S. O tráfico da avifauna no nordeste brasileiro e suas consequências Socioambientais. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 6, n. 2, p. 405-415, 2019.
- CIEMBOR, P.; MURRAY, M.J.; GREGORY, C.R.; SPEER, B.L.; HARRIS, D.J.; TAYLOR, M.; RITCHIE, B.W. Sex determination in Psittaciformes. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION OF AVIAN VETERINARIANS. **Proceedings**. USA, p. 37-39, 2003.
- COSTA, F.J.V.; RIBEIRO, R.E.; SOUZA, C.A.; NAVARRO, R.D. Espécies de aves traficadas no Brasil: Uma meta-análise com ênfase nas espécies ameaçadas. **Journal of Social Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 324-346, 2018.
- CUNHA, G.B.; LIMA, F.V.C.R.; SOARES, M.E.Q.; HIRANO, L.Q.L. Wild fauna received by the Wild Animal Screening Centre and Referred to the Veterinary Hospital of the University of Brasília, **Ciência Animal Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2022.
- CZISCH, M.; COPPACK, T.; BERTHOLD, P.; AUER, D.P. In vivo magnetic resonance imaging of the reproductive organs in a passerine bird species. **Journal of Avian Biology**, v. 32, n. 2, p. 278-281, 2001.

- COSTA, F.J.V.; RIBEIRO, R.E.; SOUZA, C.A.; NAVARRO, R.D. Espécies de aves traficadas no Brasil: Uma meta-análise com ênfase nas espécies ameaçadas. **Journal of Social Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 324-346, 2018.
- DEL HOYO, J.; ELLIOTT, A.; SARGATAL, J. **Handbook of the Birds of the world**. Cambridge: Lynx Ediciones and BirdLife, 1997. 613 p.
- DESTRO, G.F.G.; PIMENTEL, T.L.; SABAINI, R.M.; BORGES, R.C.; BARRETO, R. Efforts to combat wild animals trafficking in Brasil. In: AKEEM, G.L. **Biodiversity Enrichment in a Diverse World**. Oyo: IntechOpen, cap. 16, p. 421- 436, 2012.
- DIAS, E.A.; OLIVEIRA, C.A. Psittacine sex determination by radioimmunoassay (RIA) of sex steroids using fecal samples. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. suplementar, p.5-11, 2006.
- FORSHAW, J. M.; KNIGHT, F. **Parrots of the World – An Identification guide**. New Jersey: Princeton University Press, 2006. 584 p.
- GODOY, S.N. Psittaciformes (Arara, Papagaio, Periquito). In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de Animais Selvagens**. São Paulo: Editora Roca, cap.16, p. 222 – 248, 2007.
- GRAY, L.J.; RENNER, M.A.M. Geometric morphometric methods show no shape differences between female and male kākāpō (*Strigops habroptilus*) bills and claws. **Notornis**, v. 64, n. 1, p. 117-123, 2017.
- GRIFFITHS, R.; DOUBLE, M.C.; ORR, K.C.Y.; DAWSON, R.J.G. A DNA test to sex most Birds. **Molecular ecology**, v. 7, n. 1, p. 1071-1075, 1998.
- GUMPENBERGER, M.; HENNINGER, W. The Use of computed tomography in avian and reptile medicine. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 10, n. 4, p. 174-180, 2001.
- KNACKFUSS, F.B.; VOIGT, D.D.; NOVAES, R.S.; SILVA, D.C.; NASCIMENTO, L.D.S.; ALBUQUERQUE, J.C.F.; RAMOS, V.G.; SILVEIRA, R.L. Sexagem de aves da espécie *Amazona aestiva* (Papagaio Verdadeiro) pela técnica de PCR. **Pubvet**, v.14, n.6, p.1-5, 2020.
- KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.A. Aids to diagnosis. In: COLES, B.H. **Essentials of Avian Medicine and Surgery**. 3.ed. Oxford: Blackwell Publishing, cap. 4, p. 56-102, 2007.
- LAWSON, K.; VINES, A. **Global impacts of the Illegal Wildlife Trade: The Costs of Crime, Insecurity and Institutional Erosion**. 1. Ed. Londres: Chatham House, 2014. 50 p.
- LEONI, B.; RUBOLINI, D.; ROMANO, M.; DI GIANCAMILLO, M.; SAINO, N. Avian hind-limb digit length ratios measured from radiographs are sexually dimorphic. **Journal of Anatomy**, v. 213, p. 425-430, 2008.

- LOVICH, J.E.; GIBBONS, J.W. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. **Growth, Development and Aging**, v. 56, n. 4, p. 81-269, 1992.
- LUK, K. The Use of helical computed tomography in the cockatiel. In: ANNUAL CONFERENCE OF ASSOCIATION OF AVIAN VETERINARIANS AUSTRALASIAN COMMITTEE. **Proceedings...** Australia, p. 8-13, 2016.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Portaria GM/MMA nº 300, de 13 de dezembro de 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 dez. 2022. Seção 1, p. 75.
- PACHECO, J.F.; SILVEIRA, L.F.; ALEIXO, A.; AGNE, E.; BENCKE, G.A.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; COHN-HALF, M.; MAURÍCIO, G.N.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; LESS, A.C.; FIGUEIREDO, L.F.A.; CARRANO, E.; GUEDES, R.C.; CESARI, E.; FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V. de Q. Annotated checklist of Birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. **Ornithology Research**, cap. 29, p. 94-105, 2021.
- PINTO, A.C.B.C.F. Radiologia. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. **Tratado de animais selvagens**. São Paulo: Roca, cap. 56, p. 896-919, 2007.
- PURWANINGRUM, M.; NUGROHO, H.A.; ASVAN, M.; KARYANTI, K.; ALVIYANTO, B.; KUSUMA, R.; HARYANTO, A. Molecular techniques for sex identification of captive birds. **PubMed**, v. 12, n. 9, p. 1506-1513, 2019.
- QUINTANA, F.; LÓPEZ, G.C.; SOMOZA, G. A cheap and quick method for DNA based sexing Birds. **Waterbirds**, v. 31, n. 3, p.485-488, 2008.
- RASO, T. F.; WERTHER, K. Sexagem cirúrgica em aves silvestres. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 187-192, 2004.
- RAVINDRAN, S.; WOO, W.K.; SAUFI, S.; AMNI, W.N.; HAMID, N.H.; ABIDIN, C.M.R.Z.; ISHAK, I.; AZZAM, G.; SALIM, H. Molecular sexing of Southeast Asian Barn Owl, *Tyto alba javanica*, using blood and feather. **Tropical Life Sciencies Research**, v. 30, n. 2, p. 13-23, 2019.
- SZARA, T.; GÜNDEMİR, O.; GÜNAY, E.; GÜN, G.; AVANUS, K.; PAZVANT, G. Sex determination in domestic rock pigeons (*Columba livia*) using radiografic morphometry. **Acta Zoologica**, v. 0, n. 0 (pre-print), p. 1-8, 2022.
- TIAN, J.; BAO, X.; DU, J.; LU, Z.; LI, Y.; FU, Z.; LIU, W. Sex identification based on the CHD gene from Gentoo penguin (*Pygoscelis papua*) fecal DNA samples. **Conservation Genetics Resources**, v. 13, n. 7, p. 249-253, 2021.

- TIDWELL, A.S. Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: THRALL, D.E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 5.ed., St. Louis: Saunders Elsevier, cap. 1, p. 50-56, 2007.
- TULLY, T.N.; DORRESTEIN, G.M.; JONES, A.K. **Clínica de Aves**, 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 2, p. 30-31, 2010.
- TURCU, M.C.; BEL, L.V.; COLLARILE, T.; PUSTA, D.L. comparative evaluation of two techniques of sex determination in lovebirds (*Agapornis Spp.*). **Bulletin UASVM Veterinary Medicine**, v. 77, n. 2, p. 106-114, 2020.
- VELADIANO, I.A.; BANZATO, T.; BELLINI, L.; MONTANI, A.; CATANIA, S.; ZOTTI, A. Normal computed tomographic features and reference values for the coelomic cavity in pet parrots. **BMC Veterinary Research**, v. 12, n. 1, p. 182, 2016.
- WEIDINGER, K.; VAN FRANEKER, J. A. Applicability of external measurements for sexing of the cape petrel *Daption capense* at withinpair, within-population and between-population scales. **Journal of Zoology**, v. 245, n. 4, p. 473-482, 1998.
- WIDNYANA, I.G.N.P.; SUNDU, B.; RUSDIN; TANARI, M. Sex Determination in Maleo Bird (*Macrocephalon maleo* Sal.Muller 1846) Nurtured in ex-situ conservation through body morphological and hormonal studies. **International Journal of Veterinary Science and Agriculture Research**, v. 1, n. 2, p. 17-22, 2019.
- YIMTRAGOOL, N.; CHANGTOR, P. Some parts of the feather can be a non-invasive genetic sample for sexing in avian? **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 12, n. 1, p. 161-166, 2022.
- ZEFFER, A. Sexing of parrots (*P. senegalus*) by discriminante analysis. **Online Journal of Veterinary Research**, v. 5, n. 1, p. 212-220, 2001.

ANEXO I

Autorização do Sistema de Autorização e Informações em Biodiversidade (SISBIO)



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81440-1	Data da Emissão: 22/12/2021 08:25:00	Data da Revalidação*: 22/12/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Líria Queiroz Luz Hirano	CPF: 076.534.676-10
Título do Projeto: SEXAGEM DE Amazona aestiva (Psittaciformes, Psittacidae) POR MEIO DE PADRÃO DE EMPENAMENTO, BIOMETRIA CORPORAL E RADIOGRÁFICA	
Nome da Instituição: Fundação Universidade de Brasília	CNPJ: 00.038.174/0001-43

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Tabulação dos dados e confecção do artigo científico	07/2023	09/2023
2	Análise do padrão de empenamento de carcaças	02/2022	12/2022
3	Biometria corporal e sexagem de animais vivos	01/2023	06/2023
4	Biometria corporal e radiográfica de carcaças	02/2022	12/2022

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	GABRIELE BORTOLOTTI CUNHA	Biometria corporal e colheita de amostra de sangue das aves	420.971.138-18	Brasileira

Observações e ressalvas

1	Deve-se observar as as recomendações de prevenção contra a COVID-19 das autoridades sanitárias locais e das Unidades de Conservação a serem acessadas.
2	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
3	Esta autorização NÃO libera o uso da substância com potencial agrotóxico e/ou inseticida e NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0814400120211222

Página 1/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81440-1	Data da Emissão: 22/12/2021 08:25:00	Data da Revalidação*: 22/12/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Líria Queiroz Luz Hirano	CPF: 076.534.676-10
Título do Projeto: SEXAGEM DE Amazona aestiva (Psittaciformes, Psittacidae) POR MEIO DE PADRÃO DE EMPENAMENTO, BIOMETRIA CORPORAL E RADIOGRÁFICA	
Nome da Instituição: Fundação Universidade de Brasília	CNPJ: 00.038.174/0001-43

Observações e ressalvas

8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	O sangue coletado não deve ultrapassar o equivalente a 1% da massa corporal da ave. Em coletas consecutivas, não deve ultrapassar 2% a cada 14 dias. Não deve ser utilizada punção cardíaca para obtenção da amostra.	CEMAVE Cabedelo-PB
---	---	--------------------

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Hospital Veterinário da Universidade de Brasília	Brasília-DF	Cerrado	Não	Fora de UC Federal
2	Centro de Triagem de Animais Silvestres - CETAS DF	Brasília-DF	Cerrado	Não	Fora de UC Federal

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Atividades ex-situ (fora da natureza)
2	Manutenção temporária (até 24 meses) de vertebrados silvestres em cativeiro	Atividades ex-situ (fora da natureza)

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0814400120211222

Página 2/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 81440-1	Data da Emissão: 22/12/2021 08:25:00	Data da Revalidação*: 22/12/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Líria Queiroz Luz Hirano	CPF: 076.534.676-10
Título do Projeto: SEXAGEM DE Amazona aestiva (Psittaciformes, Psittacidae) POR MEIO DE PADRÃO DE EMPENAMENTO, BIOMETRIA CORPORAL E RADIOGRÁFICA	
Nome da Instituição: Fundação Universidade de Brasília	CNPJ: 00.038.174/0001-43

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Manutenção temporária (até 24 meses) de vertebrados silvestres em cativeiro	Amazona aestiva	-
2	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Amazona aestiva	-

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Aves)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele, Sangue

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	Fundação Universidade de Brasília	Outro

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0814400120211222

Página 3/4

ANEXO II

Dispensa de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso Animal da Universidade de Brasília

21/01/2022 11:12

SEI/UnB - 7623189 - Despacho



Centro de custo: Comissão de Ética no Uso de Animais

Para: FAV

Prezada Pesquisadora,

Conforme descrito nos itens 5 e 9.4 descritos no presente projeto, informamos que o mesmo se enquadra no contexto da RN 30 do CONCEA, Item 6.1.10 alíneas B e C:

6.1.10. Quando cadáveres, partes deles ou amostras biológicas forem usadas em atividades de ensino ou de pesquisa científica os responsáveis pela atividade devem:

b. Quando o material não for oriundo de uma atividade de ensino ou de pesquisa científica, por exemplo: i) cadáveres de animais atropelados em rodovias; ii) sobras de amostras biológicas colhidas a bem do tratamento de animais que deles necessitavam; iii) cadáveres ou parte deles oriundos das atividades de matadouros, frigoríficos, abatedouros ou produtores rurais para consumo; iv) cadáveres ou partes deles oriundos de animais mortos por serviços de vigilância sanitária; v) cadáveres ou partes deles obtidos em estabelecimentos comerciais como mercados ou feiras livres ou; vi) sobras de amostras biológicas colhidas pelos serviços de vigilância sanitária - Manter documentação que evidencie a origem do material de forma inequívoca. A evidência poderá ser nota fiscal de compra, recibo, fotografias ou documentos oficiais dos serviços de vigilância, dentre outros aplicáveis.

c. A responsabilidade no caso de eventual violação de normas ou de princípios éticos para a obtenção dos materiais descritos nos sub-itens a. e b. é do responsável pela atividade, compartilhada por sua equipe, nunca da CEUA institucional.

Sendo assim, **não há necessidade de submissão da proposta para avaliação pela CEUA-UnB.**

Atenciosamente,

Em 18/01/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Carina da Costa Krewer, Coordenador(a) da Comissão de Ética no Uso Animal**, em 18/01/2022, às 16:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.unb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7623189** e o código CRC **AF468D34**.

21/01/2022 11:12

SEI/UnB - 7623189 - Despacho



acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7623189** e o código CRC **AF468D34**.

ANEXO III

Resultados da Correlação Linear de Pearson da biometria radiográfica

Correlação	r Pearson	p	Correlação	r Pearson	p
xCoR / xCoCa	0,3439	0,0206	xCoUmD / xDiTtE	-0,206	0,1745
xCoR / xCoCaR	0,6451	< 0,0001	xCoUmD / xCoAIE	-0,0193	0,8997
xCoR / xACa	0,4935	0,0006	xDiUmD / xCoRaD	0,5618	< 0,0001
xCoR / xLPv	0,338	0,0231	xDiUmD / xDiRaD	0,6237	< 0,0001
xCoR / xCoPv	-0,1107	0,4691	xDiUmD / xCoUID	0,6131	< 0,0001
xCoR / xCoUmD	0,0117	0,9392	xDiUmD / xDiUID	0,5851	< 0,0001
xCoR / xDiUmD	0,0303	0,8434	xDiUmD / xCoTtD	-0,0381	0,8038
xCoR / xCoRaD	0,1595	0,2951	xDiUmD / xDiTtD	0,5182	0,0003
xCoR / xDiRaD	0,0528	0,7305	xDiUmD / xCoAID	0,0606	0,6925
xCoR / xCoUID	0,1634	0,2836	xDiUmD / xCoUmE	0,2163	0,1535
xCoR / xDiUID	0,0434	0,7771	xDiUmD / xDiUmE	0,7872	< 0,0001
xCoR / xCoTtD	0,0207	0,8927	xDiUmD / xCoRaE	0,5344	0,0002
xCoR / xDiTtD	0,3243	0,0297	xDiUmD / xDiRaE	0,0486	0,7511
xCoR / xCoAID	0,3474	0,0193	xDiUmD / xCoUIE	0,5713	< 0,0001
xCoR / xCoUmE	0,0427	0,7806	xDiUmD / xDiUIE	0,688	< 0,0001
xCoR / xDiUmE	0,1764	0,2464	xDiUmD / xCoTtE	0,1327	0,3848
xCoR / xCoRaE	0,1554	0,308	xDiUmD / xDiTtE	0,4808	0,0008
xCoR / xDiRaE	0,0457	0,7658	xDiUmD / xCoAIE	0,1072	0,4834
xCoR / xCoUIE	0,1707	0,2622	xCoRaD / xDiRaD	0,3744	0,0112
xCoR / xDiUIE	0,1157	0,4493	xCoRaD / xCoUID	0,9514	< 0,0001
xCoR / xCoTtE	-0,1123	0,4626	xCoRaD / xDiUID	0,3062	0,0407
xCoR / xDiTtE	0,2021	0,183	xCoRaD / xCoTtD	0,3133	0,036
xCoR / xCoAIE	0,1483	0,3309	xCoRaD / xDiTtD	0,5247	0,0002
xCoCa / xCoCaR	0,2772	0,0651	xCoRaD / xCoAID	0,2777	0,0646
xCoCa / xACa	0,3078	0,0396	xCoRaD / xCoUmE	0,2899	0,0533
xCoCa / xLPv	0,2488	0,0993	xCoRaD / xDiUmE	0,5183	0,0003
xCoCa / xCoPv	0,144	0,3452	xCoRaD / xCoRaE	0,9721	< 0,0001
xCoCa / xCoUmD	0,1818	0,2321	xCoRaD / xDiRaE	-0,0718	0,6391
xCoCa / xDiUmD	0,2757	0,0667	xCoRaD / xCoUIE	0,9536	< 0,0001
xCoCa / xCoRaD	0,1115	0,466	xCoRaD / xDiUIE	0,4365	0,0027
xCoCa / xDiRaD	0,0228	0,8819	xCoRaD / xCoTtE	0,3535	0,0172
xCoCa / xCoUID	0,0939	0,5394	xCoRaD / xDiTtE	0,5116	0,0003
xCoCa / xDiUID	0,0791	0,6057	xCoRaD / xCoAIE	0,0878	0,5663
xCoCa / xCoTtD	0,0206	0,8931	xDiRaD / xCoUID	0,3892	0,0082
xCoCa / xDiTtD	0,1823	0,2306	xDiRaD / xDiUID	0,5116	0,0003
xCoCa / xCoAID	0,1228	0,4215	xDiRaD / xCoTtD	-0,1078	0,4807
xCoCa / xCoUmE	0,0698	0,6488	xDiRaD / xDiTtD	0,4162	0,0044
xCoCa / xDiUmE	0,2298	0,1288	xDiRaD / xCoAID	-0,0595	0,698
xCoCa / xCoRaE	0,0477	0,7556	xDiRaD / xCoUmE	0,019	0,9017
xCoCa / xDiRaE	-0,0122	0,9364	xDiRaD / xDiUmE	0,4809	0,0008
xCoCa / xCoUIE	0,1032	0,5	xDiRaD / xCoRaE	0,343	0,021
xCoCa / xDiUIE	0,1419	0,3524	xDiRaD / xDiRaE	0,1335	0,382

xCoCa / xCoTtE	0,2799	0,0624	xDiRaD / xCoUIE	0,3447	0,0203
xCoCa / xDiTtE	-0,014	0,9271	xDiRaD / xDiUIE	0,5712	< 0,0001
xCoCa / xCoAlE	0,066	0,6664	xDiRaD / xCoTtE	-0,0056	0,9708
xCoCaR / xACa	0,4011	0,0063	xDiRaD / xDiTtE	0,404	0,0059
xCoCaR / xLPv	0,2745	0,0679	xDiRaD / xCoAlE	-0,1929	0,2041
xCoCaR / xCoPv	0,0651	0,6709	xCoUID / xDiUID	0,4058	0,0056
xCoCaR / xCoUmD	-0,0527	0,7311	xCoUID / xCoTtD	0,3131	0,0361
xCoCaR / xDiUmD	0,0351	0,8187	xCoUID / xDiTtD	0,5634	< 0,0001
xCoCaR / xCoRaD	0,0751	0,6237	xCoUID / xCoAlD	0,2621	0,0818
xCoCaR / xDiRaD	-0,0993	0,5164	xCoUID / xCoUmE	0,2756	0,0668
xCoCaR / xCoUID	0,1064	0,4868	xCoUID / xDiUmE	0,5772	< 0,0001
xCoCaR / xDiUID	0,1757	0,2482	xCoUID / xCoRaE	0,9503	< 0,0001
xCoCaR / xCoTtD	0,0248	0,8718	xCoUID / xDiRaE	0,0223	0,8845
xCoCaR / xDiTtD	0,3311	0,0262	xCoUID / xCoUIE	0,981	< 0,0001
xCoCaR / xCoAlD	0,2566	0,0888	xCoUID / xDiUIE	0,4989	0,0005
xCoCaR / xCoUmE	-0,0139	0,9277	xCoUID / xCoTtE	0,2782	0,0642
xCoCaR / xDiUmE	0,0466	0,7611	xCoUID / xDiTtE	0,5788	< 0,0001
xCoCaR / xCoRaE	0,0492	0,7484	xCoUID / xCoAlE	0,1354	0,3751
xCoCaR / xDiRaE	0,046	0,7642	xDiUID / xCoTtD	0,1032	0,5001
xCoCaR / xCoUIE	0,0825	0,5901	xDiUID / xDiTtD	0,5001	0,0005
xCoCaR / xDiUIE	0,1331	0,3835	xDiUID / xCoAlD	0,0335	0,8273
xCoCaR / xCoTtE	-0,0286	0,8522	xDiUID / xCoUmE	0,0765	0,6173
xCoCaR / xDiTtE	0,1232	0,4199	xDiUID / xDiUmE	0,49	0,0006
xCoCaR / xCoAlE	0,3677	0,0129	xDiUID / xCoRaE	0,2755	0,0669
xACa / xLPv	0,2995	0,0455	xDiUID / xDiRaE	-0,0237	0,877
xACa / xCoPv	0,1326	0,3852	xDiUID / xCoUIE	0,3141	0,0355
xACa / xCoUmD	0,0036	0,9814	xDiUID / xDiUIE	0,8287	< 0,0001
xACa / xDiUmD	-0,0537	0,726	xDiUID / xCoTtE	-0,0248	0,8717
xACa / xCoRaD	0,0547	0,7212	xDiUID / xDiTtE	0,3502	0,0183
xACa / xDiRaD	-0,0797	0,6028	xDiUID / xCoAlE	0,1725	0,2571
xACa / xCoUID	0,0979	0,5221	xCoTtD / xDiTtD	0,0837	0,5845
xACa / xDiUID	0,1067	0,4852	xCoTtD / xCoAlD	0,006	0,9689
xACa / xCoTtD	0,3405	0,022	xCoTtD / xCoUmE	0,2274	0,1329
xACa / xDiTtD	0,0646	0,6735	xCoTtD / xDiUmE	-0,1302	0,3941
xACa / xCoAlD	-0,0262	0,8642	xCoTtD / xCoRaE	0,2963	0,048
xACa / xCoUmE	0,2839	0,0587	xCoTtD / xDiRaE	-0,3854	0,0089
xACa / xDiUmE	-0,0319	0,8354	xCoTtD / xCoUIE	0,2946	0,0494
xACa / xCoRaE	0,0746	0,6261	xCoTtD / xDiUIE	0,1266	0,4073
xACa / xDiRaE	-0,0313	0,8382	xCoTtD / xCoTtE	0,4437	0,0022
xACa / xCoUIE	0,1054	0,4909	xCoTtD / xDiTtE	0,1218	0,4254
xACa / xDiUIE	0,0156	0,9191	xCoTtD / xCoAlE	0,137	0,3695
xACa / xCoTtE	0,2741	0,0683	xDiTtD / xCoAlD	0,2758	0,0666
xACa / xDiTtE	0,0028	0,9853	xDiTtD / xCoUmE	-0,0561	0,7143
xACa / xCoAlE	0,4257	0,0035	xDiTtD / xDiUmE	0,6526	< 0,0001
xLPv / xCoPv	-0,1	0,5133	xDiTtD / xCoRaE	0,4657	0,0013
xLPv / xCoUmD	0,1977	0,1929	xDiTtD / xDiRaE	-0,1184	0,4387
xLPv / xDiUmD	0,1718	0,2591	xDiTtD / xCoUIE	0,5069	0,0004

xLPv / xCoRaD	0,3431	0,021	xDiTtD / xDiUIE	0,5419	0,0001
xLPv / xDiRaD	0,1786	0,2405	xDiTtD / xCoTtE	-0,0153	0,9203
xLPv / xCoUID	0,3456	0,02	xDiTtD / xDiTtE	0,6393	< 0,0001
xLPv / xDiUID	0,1671	0,2724	xDiTtD / xCoAIE	0,1149	0,4522
xLPv / xCoTtD	0,0795	0,6036	xCoAID / xCoUmE	-0,1057	0,4894
xLPv / xDiTtD	0,2777	0,0646	xCoAID / xDiUmE	0,2454	0,1042
xLPv / xCoAID	0,0482	0,7532	xCoAID / xCoRaE	0,2607	0,0836
xLPv / xCoUmE	0,131	0,3909	xCoAID / xDiRaE	0,0901	0,556
xLPv / xDiUmE	0,2067	0,173	xCoAID / xCoUIE	0,2894	0,0537
xLPv / xCoRaE	0,3351	0,0244	xCoAID / xDiUIE	0,1554	0,3079
xLPv / xDiRaE	-0,0086	0,9554	xCoAID / xCoTtE	-0,2254	0,1364
xLPv / xCoUIE	0,3617	0,0146	xCoAID / xDiTtE	0,1749	0,2506
xLPv / xDiUIE	0,2329	0,1235	xCoAID / xCoAIE	0,0786	0,6078
xLPv / xCoTtE	0,4195	0,0041	xCoUmE / xDiUmE	0,0873	0,5685
xLPv / xDiTtE	0,1302	0,394	xCoUmE / xCoRaE	0,2882	0,0548
xLPv / xCoAIE	0,2605	0,0839	xCoUmE / xDiRaE	0,2343	0,1213
xCoPv / xCoUmD	-0,0328	0,8307	xCoUmE / xCoUIE	0,2835	0,059
xCoPv / xDiUmD	0,1417	0,353	xCoUmE / xDiUIE	-0,0606	0,6926
xCoPv / xCoRaD	0,0264	0,8632	xCoUmE / xCoTtE	0,2795	0,0628
xCoPv / xDiRaD	0,0013	0,9933	xCoUmE / xDiTtE	-0,091	0,5523
xCoPv / xCoUID	0,0041	0,9785	xCoUmE / xCoAIE	-0,0551	0,7195
xCoPv / xDiUID	-0,077	0,615	xDiUmE / xCoRaE	0,5028	0,0004
xCoPv / xCoTtD	-0,0371	0,809	xDiUmE / xDiRaE	-0,0298	0,8459
xCoPv / xDiTtD	-0,132	0,3875	xDiUmE / xCoUIE	0,5497	< 0,0001
xCoPv / xCoAID	-0,178	0,2421	xDiUmE / xDiUIE	0,5748	< 0,0001
xCoPv / xCoUmE	-0,0285	0,8526	xDiUmE / xCoTtE	-0,0377	0,8059
xCoPv / xDiUmE	-0,0655	0,6689	xDiUmE / xDiTtE	0,4244	0,0036
xCoPv / xCoRaE	0,0548	0,7208	xDiUmE / xCoAIE	0,0229	0,8812
xCoPv / xDiRaE	0,1169	0,4445	xCoRaE / xDiRaE	-0,0396	0,7961
xCoPv / xCoUIE	-0,0084	0,9564	xCoRaE / xCoUIE	0,9712	< 0,0001
xCoPv / xDiUIE	-0,0304	0,8431	xCoRaE / xDiUIE	0,4094	0,0052
xCoPv / xCoTtE	0,2253	0,1367	xCoRaE / xCoTtE	0,3507	0,0181
xCoPv / xDiTtE	0,0558	0,7157	xCoRaE / xDiTtE	0,4874	0,0007
xCoPv / xCoAIE	-0,0037	0,9809	xCoRaE / xCoAIE	0,1149	0,4521
xCoUmD / xDiUmD	0,2245	0,1381	xDiRaE / xCoUIE	0,0478	0,7554
xCoUmD / xCoRaD	0,067	0,662	xDiRaE / xDiUIE	-0,0572	0,7092
xCoUmD / xDiRaD	0,1965	0,1957	xDiRaE / xCoTtE	-0,2157	0,1546
xCoUmD / xCoUID	0,0561	0,7141	xDiRaE / xDiTtE	-0,0551	0,7193
xCoUmD / xDiUID	0,1581	0,2997	xDiRaE / xCoAIE	-0,1391	0,3619
xCoUmD / xCoTtD	-0,0346	0,8214	xCoUIE / xDiUIE	0,4435	0,0023
xCoUmD / xDiTtD	-0,0638	0,6769	xCoUIE / xCoTtE	0,3065	0,0405
xCoUmD / xCoAID	0,0902	0,5557	xCoUIE / xDiTtE	0,5276	0,0002
xCoUmD / xCoUmE	-0,0095	0,9506	xCoUIE / xCoAIE	0,1686	0,2682
xCoUmD / xDiUmE	0,1843	0,2255	xDiUIE / xCoTtE	-0,0123	0,9361
xCoUmD / xCoRaE	0,0466	0,7609	xDiUIE / xDiTtE	0,43	0,0032
xCoUmD / xDiRaE	-0,2075	0,1714	xDiUIE / xCoAIE	0,1076	0,4817
xCoUmD / xCoUIE	0,0308	0,8407	xCoTtE / xDiTtE	-0,0276	0,8569

xCoUmD / xDiUIE	0,2239	0,1392	xCoTtE / xCoAIE	0,2162	0,1536
xCoUmD / xCoTtE	0,158	0,2998	xDiTtE / xCoAIE	0,1079	0,4804

ANEXO IV

Resultados da Correlação Linear de Pearson entre as biometrias de cabeça e radiográfica

Correlação	r Person	p
xCoR / CoCa	0,3439	0,0206
xCoR / xCoCaR	0,6451	< 0.0001
xCoR / xACa	0,4935	0,0006
xCoR / CoR	-0,1437	0,3463
xCoR / CoCaR	-0,055	0,7196
xCoR / CoCa	-0,1404	0,3577
xCoR / ACa	-0,2222	0,1423
xCoCa/ xCoCaR	0,2772	0,0651
xCoCa/ xACa	0,3078	0,0396
xCoCa / CoR	0,1168	0,4447
xCoCa/ CoCaR	-0,335	0,0244
xCoCa/ CoCa	0,0557	0,7161
xCoCa/ ACa	-0,0105	0,9455
xCoCaR / xACa	0,4011	0,0063
xCoCaR / CoR	-0,067	0,6619
xCoCaR / CoCaR	-0,2826	0,0599
xCoCaR / CoCa	-0,0233	0,8792
xCoCaR / ACa	0,1222	0,4238
xACa / CoR	-0,1407	0,3564
xACa / CoCaR	-0,0821	0,592
xACa / CoCa	-0,2098	0,1665
xACa / ACa	-0,1323	0,3861
xCoR / CoCaR	-0,0975	0,5241
xCoR / CoCa	0,327	0,0283
xCoR / ACa	0,4166	0,0044
CoCaR / CoCa	-0,1228	0,4217
CoCaR / ACa	-0,1994	0,1891
CoCa / ACa	0,1432	0,3478