

Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação em Zoologia

**ALOMETRIA E EFEITO LATITUDINAL NOS PARÂMETROS  
REPRODUTIVOS DE CRACIDAE (AVES)**

Micaele Ferreira Caratti

BRASÍLIA  
27 de junho de 2019

MICAELE FERREIRA CARATTI

**ALOMETRIA E EFEITO LATITUDINAL NOS PARÂMETROS  
REPRODUTIVOS DE CRACIDAE (AVES)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zoologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Miguel Ângelo Marini

BRASÍLIA  
27 de junho de 2019

Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação em Zoologia  
Dissertação de mestrado

**ALOMETRIA E EFEITO LATITUDINAL NOS PARÂMETROS  
REPRODUTIVOS DE CRACIDAE (AVES)**

Micaele Ferreira Caratti

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Miguel Ângelo Marini  
Orientador – UnB

---

Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz  
Membro interno – UnB

---

Prof. Dr. Charles Gladstone Duca Soares  
Membro externo – UVV

---

Prof. Dr. Felipe Malheiros Gawryszewski  
Suplente – UnB

Este trabalho é dedicado à Jacqueline Maria Pinto Ferreira e  
Ricardo Lima Caratti.

“Asas dão liberdade apenas enquanto estão abertas e voando.  
Nas costas de alguém, elas são um fardo pesado”  
Marina Tsvetaeva

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jacqueline Maria Pinto Ferreira e Ricardo Lima Caratti, pelo constante apoio nas minhas escolhas acadêmicas e profissionais.

Às minhas irmãs, Raquel Ferreira Guerra e Marina Ferreira Caratti, por participarem da minha vida.

Aos meus amigos, que sempre me deram força e alegria em momentos difíceis.

Ao meu orientador Miguel Ângelo Marini, pela enorme paciência, pelos ensinamentos, por não desistir e principalmente pelo apoio ao longo desse processo.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Conservação de Aves. Em especial ao Marcelo Antônio de Assis Silva e a Nadinni Oliveira de Matos Sousa, pelo auxílio nas análises estatísticas e suporte no decorrer do mestrado.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Zoologia (PPG/ZOO), pela atenção e disposição em auxiliar e facilitar os processos burocráticos.

Ao Musée Zoologique de la ville de Strasbourg, França, e ao Museo Argentino de Ciencias Naturales, Argentina, pela recepção e ajuda durante as minhas visitas técnicas.

À instituição de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia (PPG/ZOO), ao Programa de apoio à pós-graduação (PROAP), à CAPES e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), pelos apoios financeiros para a realização de visitas técnicas.

Aos funcionários da Universidade de Brasília pelos serviços prestados.

# SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE TABELAS .....	9
ÍNDICE DE ANEXOS.....	10
RESUMO .....	11
ABSTRACT.....	12
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	16
<b>3. MÉTODOS</b> .....	17
3.1 <i>Família Cracidae</i> .....	17
3.2 <i>Base de dados</i> .....	17
3.3 <i>Massa corporal</i> .....	18
3.4 <i>Medição dos ovos</i> .....	19
3.5 <i>Georreferenciamento</i> .....	19
3.6 <i>Análises estatísticas</i> .....	20
<b>4. RESULTADOS</b> .....	21
4.1 <i>Compilação de dados para a família Cracidae</i> .....	21
4.2 <i>Variação nos volumes dos ovos</i> .....	28
4.3 <i>Investimento reprodutivo em ovos</i> .....	31
4.4 <i>Alongamento dos ovos</i> .....	33
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	33
5.1 <i>Volume dos ovos</i> .....	33
5.2 <i>Investimento reprodutivo em ovos</i> .....	34
5.2 <i>Formato dos ovos</i> .....	36
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	37
REFERÊNCIAS.....	37
ANEXOS.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	
2	
3	
4	
5	Figura 1. Ovos da família Cracidae fotografadas em coleções oológicas. Cada o ovo está
6	representando um dos gêneros da família Cracidae, estudados neste trabalho. Escala de um
7	centímetro em amarelo no canto superior direito. A) <i>Ortalis guttata</i> , B) <i>Penelope obscura</i> , C)
8	<i>Pipile cujubi</i> , D) <i>Aburria aburri</i> , E) <i>Chamaepetes goudotii</i> , F) <i>Penelopina nigra</i> , G)
9	<i>Nothocrax urumutum</i> , H) <i>Mitu tuberosum</i> , I) <i>Pauxi pauxi</i> , J) <i>Crax alector</i> . ..... 22
10	Figura 2. Massa corporal média (g) (box plot) das fêmeas de cada gênero da família Cracidae.
11	..... 26
12	Figura 3. Comprimento (mm) (comprimento maior) e largura (mm) (comprimento menor) de
13	ovos de 10 gêneros da família Cracidae. Dados extraídos de ovos depositados e fotografados
14	em coleções oológicas. A reta representa a correlação linear entre as variáveis ( $r = 0,96$ ; $p <$
15	$0,001$ ), e em cinza o intervalo de confiança. .... 27
16	Figura 4. Mapa de distribuição dos registros georreferenciados de ovos depositados em
17	coleções oológicas, de 10 gêneros da família Cracidae..... 28
18	Figura 5. Relação entre o volume dos ovos ( $\log + 1$ ) ( $\text{mm}^3$ ) e massa corporal média das
19	fêmeas por espécie da família Cracidae com escala padronizada (Z), controlando o efeito do
20	gênero e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 14,168; $gl = 1$ ; $p <$
21	$0,001$ ). A reta contínua representa a média dos efeitos fixos do modelo linear de efeito misto.
22	A reta tracejada representa o intervalo de confiança. .... 29
23	Figura 6. Relação entre volume dos ovos ( $\log + 1$ ) ( $\text{mm}^3$ ) da família Cracidae e latitude
24	absoluta com escala padronizada (Z), controlando o efeito do gênero e da amplitude
25	latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 0,886; $gl = 1$ ; $p = 0,347$ ). A reta contínua
26	representa a média dos efeitos fixos do modelo linear de efeito misto. A reta tracejada
27	representa o intervalo de confiança. .... 30
28	Figura 7. Relação entre volume dos ovos ( $\log + 1$ ) ( $\text{mm}^3$ ) do gênero <i>Ortalis</i> e latitude absoluta
29	(graus), controlando o efeito da massa corporal média das fêmeas por espécie da família
30	Cracidae (LRT = 5,6729; $gl = 1$ ; $p < 0,05$ ). A reta contínua representa a média dos efeitos
31	fixos do modelo linear de efeito misto. A reta tracejada representa o intervalo de confiança. 30
32	Figura 8. Relação entre volume dos ovos ( $\log + 1$ ) ( $\text{mm}^3$ ) do gênero <i>Penelope</i> pela latitude
33	absoluta (graus), controlando o efeito da massa corporal média das fêmeas por espécie da

1	família Cracidae (LRT = 1,867; gl = 1; p = 0,179). A reta contínua representa a média dos	
2	efeitos fixos do modelo linear de efeito misto. A reta tracejada representa o intervalo de	
3	confiança.....	31
4	Figura 9. Volume relativo (volume do ovo/massa corporal média da fêmea da espécie) (log	
5	+1) pela massa corporal média das fêmeas por espécie da família Cracidae, controlando o	
6	efeito do gênero e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 16,340; gl	
7	= 1; p < 0,001). .....	32
8	Figura 10. Distribuição dos valores de volume relativo (volume do ovo/massa corporal média	
9	das fêmeas) da família Cracidae em relação a latitude absoluta (graus), controlando o efeito	
10	do gênero e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 0,044; gl = 1; p =	
11	0,833). .....	32
12	Figura 11. Índice de alongamento (comprimento/largura) dos ovos da família Cracidae em	
13	relação a latitude absoluta (graus) (F = 12,44; gl = 1; p < 0,001). .....	33
14		

## ÍNDICE DE TABELAS

1	
2	
3	
4	
5	Tabela 1. Número de espécies e de ovos medidos por gênero da família Cracidae, incluindo
6	dados de cativo. .... 23
7	Tabela 2. Lista em ordem taxonômica da massa corporal média das fêmeas adultas de
8	espécies da família Cracidae (desconsiderando cativo e dados com taxonomia duvidosa),
9	período reprodutivo (Delacour & Amadon 2004, Dunning 2008, Leite et al. 2017, del Hoyo
10	et al. 2019), e dimensões médias dos ovos (volume, comprimento e largura) obtidos em
11	coleções oológicas. Desvio padrão foi calculado para cada conjunto e o tamanho amostral
12	consta entre parênteses. As lacunas de conhecimento estão representadas por (-). .... 23
13	

## ÍNDICE DE ANEXOS

1	
2	
3	
4	
5	Anexo 1. Lista de museus visitados que tinham dados da família Cracidae e o respectivo
6	número de registros fotográficos. .... 42
7	Anexo 2. Registros das ninhadas de Cracidae inseridos na base de dados do Laboratório de
8	Ecologia de Aves da Universidade de Brasília..... 43
9	

## 1 RESUMO

2  
3 Cracidae é uma das famílias de aves mais ameaçadas da região Neotropical, tendo  
4 quase metade de suas espécies em algum nível de risco de extinção e uma já extinta na  
5 natureza. Por este fator e pela dificuldade de serem observados na natureza, pouco se sabe  
6 sobre a biologia reprodutiva dessa família em vida livre. Sabe-se que as aves possuem uma  
7 relação alométrica entre o peso da fêmea adulta e seus ovos e com isso é possível estimar o  
8 investimento energético das espécies na reprodução. Também é sabido que, para vários  
9 grupos taxonômicos, existe um efeito latitudinal positivo observado na massa corporal de  
10 indivíduos de uma mesma espécie (Regra de Bergmann). Sendo assim, o objetivo geral desse  
11 trabalho é de descrever padrões ecológicos para a família Cracidae tendo como base o  
12 volume e o formato dos ovos. Para isso, medi ovos fotografados em 22 museus, pertencentes  
13 a 39 espécies e 10 gêneros, totalizando 367 registros de ninhadas e 599 ovos. Com as fotos  
14 obtive o volume dos ovos utilizando o programa *ImageJ*. A massa corporal das espécies foi  
15 obtida a partir de dados da literatura e de museus e as coordenadas geográficas por meio das  
16 informações contidas nas fichas/etiquetas dos museus. Usei um modelo linear de efeito misto  
17 (*LMM*) para as análises envolvendo volume e volume relativo. Observei que existe uma  
18 correlação entre o volume dos ovos e a massa corporal média das fêmeas, mas o mesmo  
19 modelo não foi significativo para o volume dos ovos em relação ao gradiente latitudinal.  
20 Encontrei que o gradiente latitudinal afeta significativamente o volume dos ovos dos gêneros  
21 *Ortalis* e *Penelope*, separadamente. Para o volume relativo dos ovos em relação a massa  
22 corporal média das fêmeas obtive um modelo significativo, já para o gradiente latitudinal o  
23 modelo não foi significativo. O índice de alongamento foi analisado com um modelo linear  
24 (*LM*) que foi significativo para o efeito do gradiente latitudinal. Concluo que a família  
25 Cracidae possui uma relação alométrica entre o tamanho dos ovos e a massa corporal das  
26 fêmeas, e que a proporção do investimento em volume dos ovos decresce com relação ao  
27 tamanho corporal. Quando se analisa níveis taxonômicos inferiores é possível observar  
28 padrões que não são expressos nas análises feitas com a família, como é o caso de *Ortalis* e  
29 *Penelope* que apresentaram um crescimento do volume do ovo com o aumento da latitude. Os  
30 resultados para a variação dos formatos dos ovos da família apontam um aumento do índice  
31 de alongamento em latitudes mais altas.

32  
33 Palavras-chave: Oologia; coleções científicas; história de vida; investimento reprodutivo;  
34 aves neotropicais; Regra de Bergmann.

## 1 ABSTRACT

2  
3 Cracidae is one of the most endangered bird families in the Neotropical region, with nearly  
4 half of its species at some level of extinction risk and one already extinct. Due to this factor  
5 and to the difficulty of being observed in nature, little is known about the reproductive  
6 biology of this family in the wild. Birds are known to have an allometric model involving the  
7 weight of the adult female and her eggs, thus, it is possible to estimate the energy investment  
8 of each species in reproduction. It is also known that, for several taxonomic groups, there is a  
9 positive latitudinal effect observed on the body mass of individuals of the same species  
10 (Bergmann's Rule). The general objective of this study is to describe ecological patterns of  
11 the Cracidae family based on egg shape and volume. For this purpose, eggs photographed in  
12 22 museums, belonging to 39 species and 10 genera, totaling 367 clutch records and 599 eggs  
13 were measured. Based on the photos I estimated egg volume using *ImageJ* program. The  
14 body mass of each species was obtained from literature and museum data and geographic  
15 coordinates through the information contained in museum records / tags. A linear mixed  
16 effect model (LMM) was used for analyzes involving volume and relative volume. A  
17 correlation between egg volume and average body mass of females could be observed, but  
18 the same model was not significant for egg volume with respect to latitudinal gradient. I  
19 found that the latitudinal gradient significantly affects the egg volume of *Ortalis* and  
20 *Penelope* genus separately. For the relative volume of eggs regarding the average body mass  
21 of the females, a significant model was obtained, whereas for the latitudinal gradient the  
22 model was not significant. The elongation index was analyzed with a linear model (LM) that  
23 was significant for the latitudinal gradient effect. I conclude that Cracidae family has an  
24 allometric relationship between egg size and female body mass, and that the proportion of  
25 investment in egg volume decreases with body size. Analyzing lower taxonomic levels, it is  
26 possible to observe patterns that are not expressed at the family level, such as *Ortalis* and  
27 *Penelope*, which showed an increase in egg volume with increased latitude. The results for  
28 the variation of egg shapes in the family indicate an increase in elongation index at higher  
29 latitudes.

30  
31 Keywords: Oology; scientific collection; life history; reproductive effort; Neotropical birds;  
32 Bergmann's rule.

## 1. INTRODUÇÃO

A região Neotropical possui cerca de 3.000 espécies de aves, com um terço de famílias endêmicas e uma alta diversidade resultante de uma grande variedade de ambientes e recursos (Sick 1997, del Hoyo et al. 2019). A família Cracidae, da ordem dos Galliformes, está majoritariamente distribuída na região Neotropical, desde o sul dos Estados Unidos até o centro-norte da Argentina (Delacour & Amadon 2004, Clements et al. 2018, del Hoyo et al. 2019). A família possui 11 gêneros e 54 espécies (Clements et al. 2018), das quais 26 encontram-se atualmente em algum nível de risco de extinção e uma já é considerada extinta na natureza (*Mitu mitu*) de acordo com a IUCN (2018). As principais ameaças a essa família são a caça e a perda de hábitat (Barrio 2011, Thel et al. 2015, Kattan et al. 2016). Por serem muito ameaçadas e de difícil observação a maior parte do que se conhece sobre a biologia reprodutiva de Cracidae é referente a padrões observados em cativeiro e relatos de caçadores (Begazo & Bodmer 1998, ICMBio 2008, del Hoyo et al. 2019).

Os Cracidae são divididos em quatro subgrupos morfológicos, com notável variação na massa corpórea (Nardelli 1993 apud. Pereira et al. 2002, del Hoyo et al. 2019). O grupo dos mutuns ou “curassows” engloba os gêneros *Crax*, *Mitu*, *Nothocrax* e *Pauxi*; o grupo das aracuãs ou “chachalacas” é composto por *Ortalis*; o grupo dos jacus ou “guans” é composto por *Penelope*, *Aburria*, *Chamaepetes*, *Penelopina* e *Pipile*; e o grupo dos mutuns-cornudos ou “horned guans” é composto por *Oreophasis* (Pereira et al. 2002, Clements et al. 2018, del Hoyo et al. 2019). Dentro dessas divisões morfológicas é possível dizer que os mutuns possuem a maior média de massa corporal, enquanto os jacus apresentam um tamanho mediano e os aracuãs (*Ortalis*) é o gênero de menor massa corporal (Dunning 2008). É importante ressaltar que apesar do grupo dos mutuns como um todo apresentar uma média corporal maior, os mutuns-cornudos (*Oreophasis*) possuem uma massa corporal maior do que o menor dos mutuns (*Nothocrax*), ficando entre os mutuns e os jacus no que se refere à média de tamanho corporal (Dunning 2008). A variação do tamanho corporal dentro da família é expressa também na dimensão dos ovos, cujas médias para *Ortalis* (menor gênero) é de 58 x 41 mm e para *Crax rubra* (maior espécie) é de 92 x 67 mm (del Hoyo et al. 2019).

Os padrões reprodutivos de Cracidae variam espacialmente e entre espécies. Espécies com distribuição mais próxima das regiões temperadas começam a se reproduzir na primavera (de março a junho) enquanto as demais se reproduzem na época chuvosa (Delacour & Amadon 2004). Os ninhos dos Cracidae são construídos por ambos os sexos (Delacour & Amadon 2004), costumam ter um formato de prato, são proporcionalmente

1 pequenos (del Hoyo et al. 2019), e podem ser construídos entre bifurcações ou em bromélias  
2 como base (Leite et al. 2017). A altura do ninho é bastante variável, podendo ser construídos  
3 tanto no solo (Lima et al. 2008) quanto próximos a ele, em arbustos ou árvores baixas, como  
4 em alturas de até 20 m. São aves precociais, as ninhadas possuem em média dois ovos  
5 brancos, e a incubação dura em média de 24 a 30 dias (Delacour & Amadon 2004, Leite et al.  
6 2017, del Hoyo et al. 2019). Os ovos de Cracidae podem variar de tamanho e formato, tanto  
7 entre ninhadas da espécie quanto dentro da mesma ninhada (Delacour & Amadon 2004).

8 Os parâmetros reprodutivos, como o tamanho de ninhada em aves, são moldados  
9 pelas condições ambientais, ecológicas e filogenéticas (Stearns 1992). A teoria de história de  
10 vida em aves teve início com o estudo feito por Moreau (1944) que estabeleceu que as aves  
11 colocam um número maior de ovos por ninhada em latitudes mais altas. Lack (1947) associou  
12 este padrão a uma maior disponibilidade de horas para forrageamento em latitudes mais altas  
13 durante o período reprodutivo, o que proporcionaria aos pais mais tempo para alimentarem  
14 seus filhotes. Já Skutch (1949) sugere que o padrão descrito por Moreau estaria associado a  
15 uma maior taxa de predação em latitudes baixas (Ricklefs 2000). Outras teorias foram  
16 desenvolvidas para explicar esse fenômeno, baseadas em variáveis ecológicas e *trade-offs*  
17 relacionados à alocação de energia, que pode ser distribuída entre a manutenção do próprio  
18 organismo, crescimento e/ou reprodução (Stutchbury & Morton 2001). Sabemos então que  
19 existe um gradiente latitudinal no investimento reprodutivo em aves, onde o tamanho da  
20 ninhada aumenta com a latitude (Koenig 1986, Ricklefs 2000, Stutchbury & Morton 2001).  
21 Além disso, a variação da mesma já foi analisada tanto como consequência de fatores  
22 internos (tamanho corporal e filogenética), como externos (diferenças climáticas, hábitat e  
23 densidade populacional) (Klomp 1970, Stearns 2000), enquanto que para volume dos ovos  
24 pouco foi explorado. Mas é de se esperar que em latitudes mais altas, regiões mais frias, as  
25 aves tenham o investimento reprodutivo expresso também na qualidade do ovo, quantidade  
26 de energia investida por ovo, consequentemente em seu tamanho (Martin 2008).

27 Quando se observa estudos que abordam a variação do tamanho e formato dos ovos,  
28 em geral eles estão relacionados a fatores geoclimáticos (Meiri & Dayan 2003, Duursma et  
29 al. 2018), filogenéticos (Birchard & Deeming 2009, Winkler 2016), comportamento  
30 migratório, temperatura durante o período reprodutivo (Heming & Marini 2015), tamanho  
31 corporal da fêmea (Martin et al. 2006, Deeming & Reynolds 2015) e tamanho da ninhada  
32 (Kolm et al. 2007). Dentre estes fatores, estudos que abordaram o efeito do gradiente  
33 latitudinal no tamanho dos ovos são os mais escassos, mesmo sendo esta a temática que deu  
34 início aos estudos de história de vida. Ovos são um bom modelo para inferir de forma

1 quantitativa o investimento energético por estação reprodutiva (Deeming 2007, Deeming &  
2 Reynolds 2015), um vez que apresentam o valor calórico despendido na forma de  
3 carboidratos, lipídios e proteínas presentes na gema e água e lipídios no albúmen (Ricklefs  
4 1977, Sotherland & Rahn 1987). Tanto albúmen quanto gema são importantes para o  
5 desenvolvimento embrionário, e a necessidade de uso de cada um desses componentes vai  
6 variar entre embriões de aves precociais e altriciais (Dzialowski et al. 2009). Em aves  
7 precociais, como é o caso dos Cracidae, a gema tem um papel mais importante no  
8 desenvolvimento, e representa entre 40 e 50% do conteúdo do ovo (Sotherland & Rahn 1987,  
9 Dzialowski 2004). Desta forma, o volume dos ovos expressa um coeficiente energético. E  
10 com o passar do tempo estudos buscaram aprimorar não só os cálculos do volume dos ovos  
11 (Paganelli et al. 1974, Troscianko 2014), como também a metodologia para obter o modelo  
12 fotográfico que será usado posteriormente para o cálculo (Bridge et al. 2007).

13 Os ovos além de serem uma forma de expressão energética, podem apresentar  
14 adaptações evolutivas em seu formato. Existem diferentes hipóteses para explicar as  
15 diferenças no formato dos ovos, sendo as principais associadas à morfologia do oviduto, à  
16 diferença na resistência mecânica e à transferência de calor durante a incubação (Barta &  
17 Székely 1997). De modo geral, as duas primeiras hipóteses fazem referência a variações entre  
18 espécies e a última refere-se principalmente à quantidade de ovos por ninhada. Mas, já foram  
19 observadas variações nos formatos dos ovos em uma mesma ninhada (Delacour & Amadon  
20 2004) assim como consequência de diferenças climáticas (Duursma et al. 2018). Ainda assim,  
21 não foi analisado como o formato dos ovos pode variar em um gradiente latitudinal extenso,  
22 como o Novo Mundo.

23 O tamanho corporal das aves segue um padrão latitudinal, seguindo a Regra de  
24 Bergmann (Meiri & Dayan 2003), que estabelece que para vertebrados de sangue quente  
25 espécies congênicas tendem a ser maiores em latitudes mais altas (regiões mais frias),  
26 quando comparados a espécies próximas ao Equador (regiões mais quentes) (Bergmann 1847  
27 apud Mayr 1956, Blackburn et al. 1999, Meiri & Dayan 2003, Torres-Romero et al. 2016).  
28 Entretanto, Rensch (1938) expandiu o conceito para raças de uma mesma espécie. Estudos  
29 mostram que esse gradiente é expresso em diferentes espécies de mamíferos e aves  
30 (Blackburn et al. 1999, Meiri & Dayan 2003, Torres-Romero et al. 2016). Regras ecológicas  
31 foram definidas por Mayr (1956) como “generalizações puramente empíricas que descrevem  
32 paralelismos entre variação morfológica e características fisiogeográficas”, que para serem  
33 validadas precisam apenas representar a maioria dos casos relevantes. Além do termo  
34 “relevante” usado por Mayr (1956) ser arbitrário, existe um histórico do uso da definição da

1 Regra de Bergmann, que não inclui um processo formal da sua validação (Blackburn et al.  
2 1999). Por esta razão, vejo a necessidade de reforçar a Regra de Bergmann para a família  
3 Cracidae com a finalidade de reafirma-la para o grupo das aves.

4 O tamanho corporal das fêmeas de aves e o tamanho dos ovos apresentam uma  
5 correlação positiva (relação alométrica) (Rahn et al. 1975, Ar et al. 1979, Martin et al. 2006,  
6 Deeming 2007, Kolm et al. 2007, Deeming & Reynolds 2015). Alometria é o estudo do  
7 tamanho e suas consequências, como no caso do crescimento relativo onde se mede o  
8 aumento de uma parte comparando-a com outra dimensão morfológica (Gould 1966). Aqui  
9 tratarei da alometria interespecífica segundo Gould (1966), que se refere a comparações entre  
10 “espécies de um único gênero (ou gêneros de uma família, etc.) no mesmo estágio de  
11 crescimento (geralmente o adulto), mas de tamanhos diferentes”. Utilizarei neste estudo o  
12 volume dos ovos e a massa corporal média de fêmeas adultas como modelos para determinar  
13 a existência de uma relação alométrica. O conhecimento da alometria para diferentes táxons  
14 permite formar uma base empírica para que sejam feitas comparações (Begon et al. 2009),  
15 sendo um importante método para descrever evoluções morfológicas (Ridley 2004) e  
16 complementar estudos de história de vida (Begon et al. 2009).

17 É sabido que aves maiores colocam ovos maiores, e esse investimento é  
18 proporcionalmente menor quando comparado a aves menores (Winkler 2016). Para a ordem  
19 Galliformes, foi encontrada uma correlação entre massa corporal das fêmeas e conteúdo  
20 energético dos ovos (Deeming & Reynolds 2015), porém essa relação não foi explorada para  
21 níveis hierárquicos inferiores e não foi explorado o efeito de fatores extrínsecos. Dada a  
22 relação entre o volume do ovo e o tamanho corporal das fêmeas, o volume se mostra  
23 importante para explorar o investimento reprodutivo em Cracidae. É possível explorar  
24 também padrões ligados ao tamanho corporal das espécies a partir de ovos de museu, como o  
25 efeito latitudinal.

26  
27

## 28 **2. OBJETIVOS**

29

30 Nesse contexto, o objetivo geral desse trabalho é de descrever padrões ecológicos  
31 para a família Cracidae tendo como base o volume o formato dos ovos. Este trabalho tem três  
32 objetivos específicos com as seguintes hipóteses:

- 1) Descrever as variações nos volumes dos ovos da família Cracidae, como consequência da massa corporal das fêmeas e do efeito do gradiente latitudinal.
  - a. O volume dos ovos é diretamente proporcional a massa corporal da fêmea.
  - b. O volume dos ovos é diretamente proporcional ao aumento da latitude.
- 2) Avaliar o investimento reprodutivo da família Cracidae, tendo como variável o volume relativo (volume/massa corporal média das fêmeas), em função da massa corporal média das fêmeas e do efeito do gradiente latitudinal.
  - a. O volume relativo dos ovos é inversamente proporcional a massa corporal da fêmea.
  - b. O volume relativo dos ovos é diretamente proporcional ao aumento da latitude.
- 3) Avaliar se o formato dos ovos da família Cracidae varia em função da latitude.
  - a. O índice de alongamento (razão entre comprimento/largura) dos ovos é diretamente proporcional ao aumento da latitude.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Família Cracidae

A família possui 11 gêneros, sendo eles: *Aburria* (1 sp.), *Chamaepetes* (2 sp.), *Crax* (7 sp.), *Mitu* (4 sp.), *Nothocrax* (1 sp.), *Oreophasis* (1 sp.), *Ortalis* (15 sp.), *Pauxi* (3 sp.), *Penelope* (15 sp.), *Penelopina* (1 sp.), e *Pipile* (4 sp.) (Clements et al. 2018). Ao todo são 54 espécies, das quais 37 serão objeto deste estudo, englobando todos os gêneros da família, à exceção de *Oreophasis* devido à falta de ovos depositados em museus (Anexo 2).

#### 3.2 Base de dados

Os dados compilados são formados majoritariamente pela base de dados do Laboratório de Ecologia e Conservação de Aves da Universidade de Brasília, que tem feito um trabalho extenso de coleta de dados de ovos de aves neotropicais em museus do mundo, tendo reunido dados de aproximadamente 50.000 ninhadas de diversas espécies e famílias. Os registros nas fichas/etiquetas dos museus, na maioria dos casos, possuem dados como data da coleta, localidade, coletor e tamanho da ninhada. Em alguns casos os registros possuem

1 dados sobre o tipo e características do ninho. Utilizei dados de 22 museus (Anexo 1),  
2 totalizando 431 registros de ninhadas de Cracidae (Anexo 2). Desses, 285 contêm local de  
3 coleta, dos quais 90 registros são completos (país, estado e município). Ao todo, 367  
4 ninhadas foram fotografadas, totalizando 539 ovos.

5 O gênero *Oreophasis*, espécie monotípica *Oreophasis derbianus*, foi excluído das  
6 análises pois não encontrei nenhum ovo depositado nas coleções visitadas. Além disso, a  
7 revisão de coleções de ovos da América do Norte não relata a existência de ovos desta  
8 espécie nas 36 maiores coleções (Kiff & Hough 1985). Os dados de cativeiro também foram  
9 retirados de todas as análises, uma vez que podem não corresponder à realidade dos padrões  
10 reprodutivos em vida livre e são influenciados principalmente pela disponibilidade de  
11 alimento e possibilidade de hibridização (del Hoyo et al. 2019). Além disso, dados de  
12 cativeiro não são adequados para análises dos efeitos da latitude.

13 Fiz uma resolução taxonômica para os registros, utilizando como fontes os seguintes  
14 catálogos, dependendo da data de coleta dos ovos: Ogilvie-Grant (1893), Peters (1934) e  
15 Hellmayr e Conover (1942). Por último, foi feita a atualização para o nome científico de  
16 acordo com Clements et al. (2018). Como parte do processo de validação dos registros,  
17 confirmei se a espécie ocorre na localização indicada na etiqueta. Para dados de período  
18 reprodutivo, tamanho de ninhada e área de ocorrência das espécies usei dados da literatura.  
19 Fiz uma revisão em periódicos e livros, tendo como foco a busca pela massa corporal e  
20 tamanho dos ovos de cada espécie pertencente à família estudada. Nessa busca usei conjuntos  
21 de palavras-chave como o nome reprodução, *breeding*, massa, *mass*, ninhada, *clutch*,  
22 ninhego, *nestling*, ninho, *nest*, ovo, *egg*, e filhote, *fledgling*. Os portais usados foram: Google  
23 Acadêmico, SciELO e Periódicos Capes.

### 25 3.3 Massa corporal

26 A massa corporal das espécies foi obtida a partir de dados da literatura, tendo como  
27 principal fonte Dunning (2008), que contém de forma compilada dados de massa corporal de  
28 diversas espécies de aves. Para espécies que apresentam dimorfismo sexual, utilizei  
29 prioritariamente a massa das fêmeas contidas em Dunning (2008), uma vez que essa é mais  
30 apropriada para comparação alométrica do tamanho do ovo (Rahn et al. 1975, Ar et al. 1979,  
31 Martin et al. 2006, Deeming 2007, Kolm et al. 2007, Deeming & Reynolds 2015). Quando  
32 este dado era ausente em Dunning (2008), completei com as informações de registros de  
33 fêmeas depositadas em museus, disponíveis no banco de dados de acesso livre Vertnet

1 (vertnet.org). Esses registros, em forma de fichas de catálogos nos museus, possuem  
2 informações obtidas durante a coleta dos indivíduos, como massa corporal e dados  
3 morfométricos. Na ausência dessa segunda fonte de informação foi considerada a média por  
4 gênero calculada com base nas massas obtidas para as outras espécies (Tabela 2). A massa  
5 média por gênero foi utilizada em minhas análises para as seguintes espécies: *Crax alberti*,  
6 *Ortalis araucuan*, *Ortalis squamata*, *Ortalis superciliaris* e *Penelope jacucaca*. Os dados de  
7 massa corporal média das fêmeas por espécie foram controlados nas análises estatísticas,  
8 usando como variável aleatória as latitudes máximas e mínimas em que cada espécie ocorre.  
9 Com isso quero dizer que, foram consideradas as possíveis variações nas massas corporais ao  
10 longo do gradiente latitudinal.

11

### 12 3.4 Medição dos ovos

13 O volume dos ovos foi medido a partir de fotografias digitais das ninhadas tiradas nos  
14 museus visitados. As fotos possuem um alto grau de nitidez para possibilitar o  
15 dimensionamento dos ovos e a confirmação taxonômica dos espécimes registrados, quando  
16 necessário. Ao longo dos anos ocorreram adaptações e buscas por uma fórmula matemática  
17 que melhor representasse as diferenças nos formatos dos ovos (Paganelli et al. 1974,  
18 Troscianko 2014). Recentemente, o *plugin* para o programa *ImageJ* apresentado por  
19 Troscianko (2014), e usado neste trabalho, revelou ser de fácil manipulação, apresentando  
20 resultados coerentes, mesmo com as diferenças nos formatos dos ovos. Dimensionei o  
21 comprimento (diâmetro maior), a largura (diâmetro menor) e o volume de 539 ovos  
22 utilizando o programa de domínio público *ImageJ* (<https://imagej.nih.gov/ij/>) e o *plugin*  
23 *EggTool* disponível também gratuitamente (<http://www.jolyon.co.uk/research/eggs/>).  
24 Calculei o índice de alongamento dos ovos fazendo a razão entre comprimento e largura.

25

### 26 3.5 Georreferenciamento

27 Para cada ninhada com localização completa (país, estado e município), foi  
28 acrescentada as coordenadas do respectivo lugar utilizando o programa R (R Core Team  
29 2018) e o pacote *ggmap* (Kahle & Wickham 2013). Para localizações incompletas, contendo  
30 somente o nome do país ou país e estado, consultei previamente a área de distribuição de  
31 cada espécie nas respectivas regiões citadas de acordo com del Hoyo (2019), para que eu  
32 pudesse estabelecer o centroide da distribuição (localização aproximada do centro de  
33 ocorrência para a espécie) e então determinar as coordenadas. Neste caso, o centroide foi

1 considerado como uma localização válida apenas para regiões onde a variação fosse de 5  
2 graus latitudinais para mais ou para menos.

3 Para validar as coordenadas geográficas estimadas, criei um mapa de ocorrência de  
4 dados reprodutivos das espécies de Cracidae utilizando também o programa R (R Core Team  
5 2018) e o pacote ggmap (Kahle & Wickham 2013), e realizei uma inspeção visual em busca  
6 de pontos em locais fora da área de distribuição esperada de cada espécie.

7

### 8 3.6 Análises estatísticas

9 Antes de fazer as análises retirei da minha base de dados (ANEXO 2) registros  
10 duvidosos quanto a resolução taxonômica. Para eliminar o efeito de pseudo-réplicas que  
11 ninhadas com mais de um ovo causariam, fiz a média dos parâmetros morfológicos  
12 (comprimento, largura e volume dos ovos, índice de alongamento) para cada ninhada. Além  
13 disso, gêneros com tamanho amostral menor do que três (*Nothocrax*, *Pauxi* e *Penelopina*)  
14 não foram incluídos nas análises. Todas as análises estatísticas foram rodadas no programa R  
15 (R Core Team 2018).

16 Para ilustrar o agrupamento das dimensões dos ovos por gêneros fiz uma regressão  
17 linear usando o pacote stats (R Core Team 2018) do programa R, quantificando a correlação  
18 entre comprimento maior (comprimento (mm)) e comprimento menor (largura (mm)).

19 Para descrever as variações nos volumes dos ovos da família Cracidae, o primeiro  
20 objetivo específico deste trabalho, fiz um modelo linear de efeito misto (*Linear Mixed-Effects*  
21 *Models - LMM*) com o pacote Lme4 (Bates et al. 2015), tendo volume dos ovos da família  
22 Cracidae como variável resposta e como preditoras, latitude absoluta e massa corporal média  
23 (efeitos fixos). A latitude absoluta agrupa os dois hemisférios e desta forma consegui  
24 trabalhar com uma concentração maior de dados por faixa latitudinal. Controlei os efeitos  
25 entre os gêneros e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (efeitos aleatórios).  
26 Ao controlar os efeitos de gênero controlo conseqüentemente a filogenia. A decisão de  
27 controlar o efeito da amplitude latitudinal foi tomada para que fosse possível utilizar o valor  
28 médio das massas corporais das fêmeas, pois algumas espécies ocorrem ao longo de uma  
29 extensão latitudinal maior do que outras e seria esperado que houvesse uma maior variação  
30 no volume dos ovos em espécies com maior abrangência latitudinal. Visto que um dos  
31 objetivos é avaliar as variações do volume ao longo do gradiente latitudinal, se fez necessária  
32 essa decisão. Aprofundando na segunda hipótese do primeiro objetivo, que se refere ao efeito  
33 da latitude sobre o volume dos ovos, fiz análises específicas para os gêneros *Ortalis* (n = 63)

1 e *Penelope* (n = 20). Os gêneros foram escolhidos por terem dados mais bem distribuídos ao  
2 longo do gradiente latitudinal. Nessas duas análises, fiz um *LMM* e usei o volume como  
3 variável resposta e a latitude absoluta como variável preditora, controlando o efeito da massa  
4 corporal média das fêmeas. A significância de cada variável nos modelos foi testada por meio  
5 de teste quiquadrado. Quando necessário, as variáveis foram transformadas ou tiveram suas  
6 escalas padronizadas (escala Z) para atender às premissas dos modelos.

7       Para avaliar o investimento reprodutivo (volume relativo), alvo do meu segundo  
8 objetivo específico, realizei um *LMM*, tendo volume relativo (volume dos ovos/massa  
9 corporal média das fêmeas) dos ovos da família Cracidae como variável resposta e como  
10 preditoras, latitude absoluta e massa corporal média. Assim como para o modelo do volume  
11 dos ovos, controlei as variações dentro dos gêneros e da amplitude latitudinal de cada  
12 espécie. A metodologia seguida para esta análise foi idêntica à modelagem do volume dos  
13 ovos.

14       A variação no formato dos ovos em função da latitude foi quantificada pelo índice de  
15 alongamento dos mesmos, determinado pela razão entre o comprimento (comprimento maior)  
16 e largura (comprimento menor) de cada ovo. Foram considerados mais redondos quando a  
17 razão entre comprimento e largura se aproxima de um, e mais alongados quanto maior foi o  
18 valor desta razão. Assim pude realizar a análise para meu terceiro objetivo específico,  
19 fazendo um modelo linear (*Linear Models - LM*) e um teste F, com o pacote stats do  
20 programa R (R Core Team 2018). Aqui usei o índice de alongamento como variável resposta  
21 e latitude absoluta como preditora.

22  
23

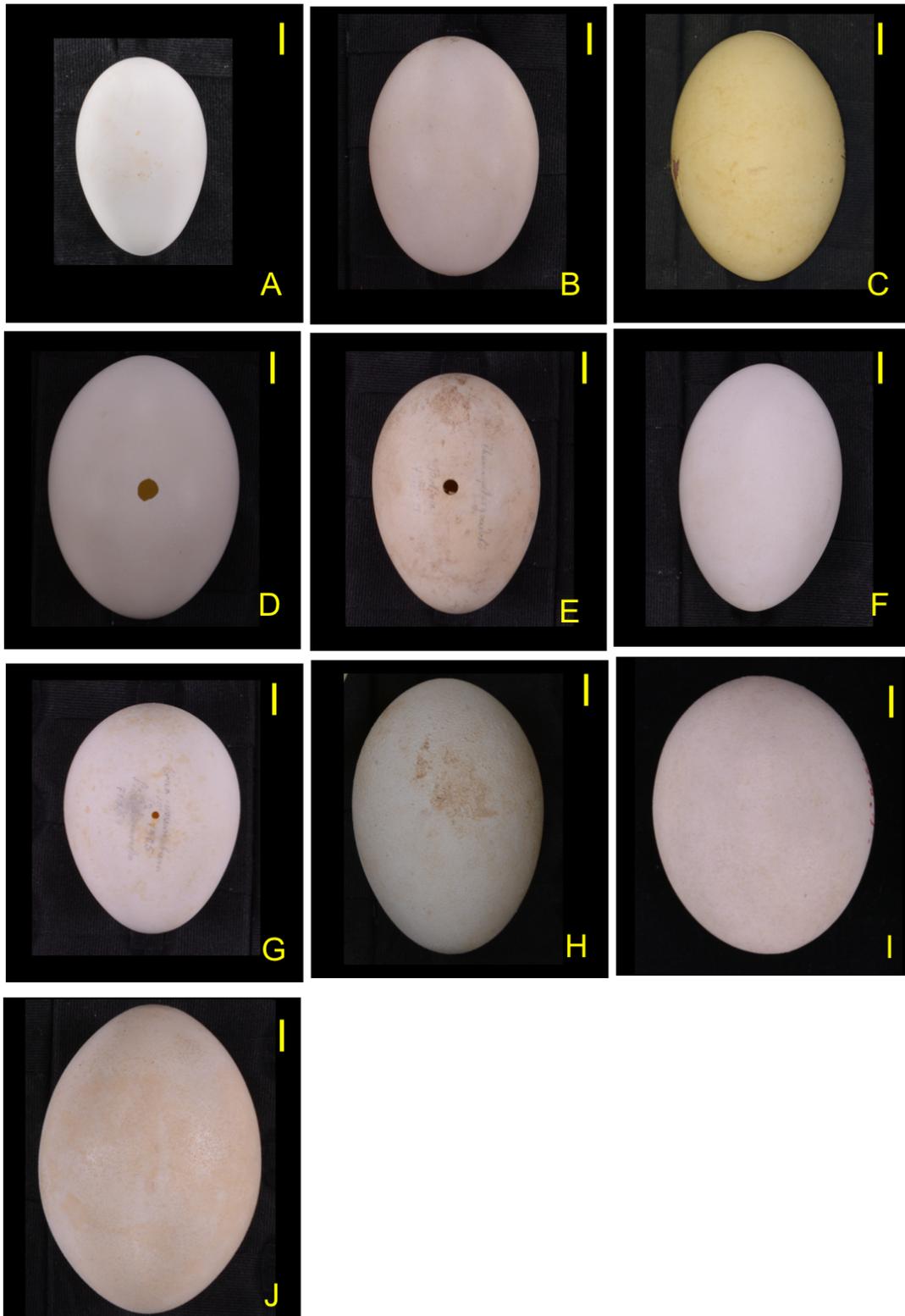
## 24 **4. RESULTADOS**

25

### 26 *4.1 Compilação de dados para a família Cracidae*

27       As 367 ninhadas totalizaram 539 ovos medidos de 39 espécies, pertencentes a 10  
28 gêneros (Tabela 1; Anexo 2) representados na Figura 1.

29       Com base em dados da literatura (Dunning 2008) e de peles de museus, obtive a  
30 massa corporal média das fêmeas de 43 das 54 espécies da família e estimativas de período  
31 reprodutivo de 49 das 54 espécies (Figura 2 e Tabela 2). Outras 16 espécies também não  
32 tiveram ovos encontrados, porém seus gêneros estão representados por outras espécies.



1  
 2 Figura 1. Ovos da família Cracidae fotografadas em coleções oológicas. Cada o ovo está  
 3 representando um dos gêneros da família Cracidae, estudados neste trabalho. Escala de um  
 4 centímetro em amarelo no canto superior direito. A) *Ortalis guttata*, B) *Penelope obscura*, C)  
 5 *Pipile cunjubi*, D) *Aburria aburri*, E) *Chamaepetes goudotii*, F) *Penelopina nigra*, G)  
 6 *Nothocrax urumutum*, H) *Mitu tuberosum*, I) *Pauxi pauxi*, J) *Crax alector*.

1 Tabela 1. Número de espécies e de ovos medidos por gênero da família Cracidae, incluindo  
 2 dados de cativeiro.

Gênero	Número de espécies	Número de espécies com ovos medidos	Número de ovos	Número de ovos medidos
<i>Aburria</i>	1	1	5	4
<i>Chamaepetes</i>	2	1	9	9
<i>Crax</i>	7	6	156	139
<i>Mitu</i>	4	3	49	42
<i>Nothocrax</i>	1	1	16	15
<i>Oreophasis</i>	1	0	0	0
<i>Ortalis</i>	15	13	232	206
<i>Pauxi</i>	3	2	29	29
<i>Penelope</i>	15	8	84	76
<i>Penelopina</i>	1	1	2	2
<i>Pipile</i>	4	3	17	17
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>39</b>	<b>599</b>	<b>539</b>

3  
 4 Tabela 2. Lista em ordem taxonômica da massa corporal média das fêmeas adultas de  
 5 espécies da família Cracidae (desconsiderando cativeiro e dados com taxonomia duvidosa),  
 6 período reprodutivo (Delacour & Amadon 2004, Dunning 2008, Leite et al. 2017, del Hoyo  
 7 et al. 2019), e dimensões médias dos ovos (volume, comprimento e largura) obtidos em  
 8 coleções oológicas. Desvio padrão foi calculado para cada conjunto e o tamanho amostral  
 9 consta entre parênteses. As lacunas de conhecimento estão representadas por (-).

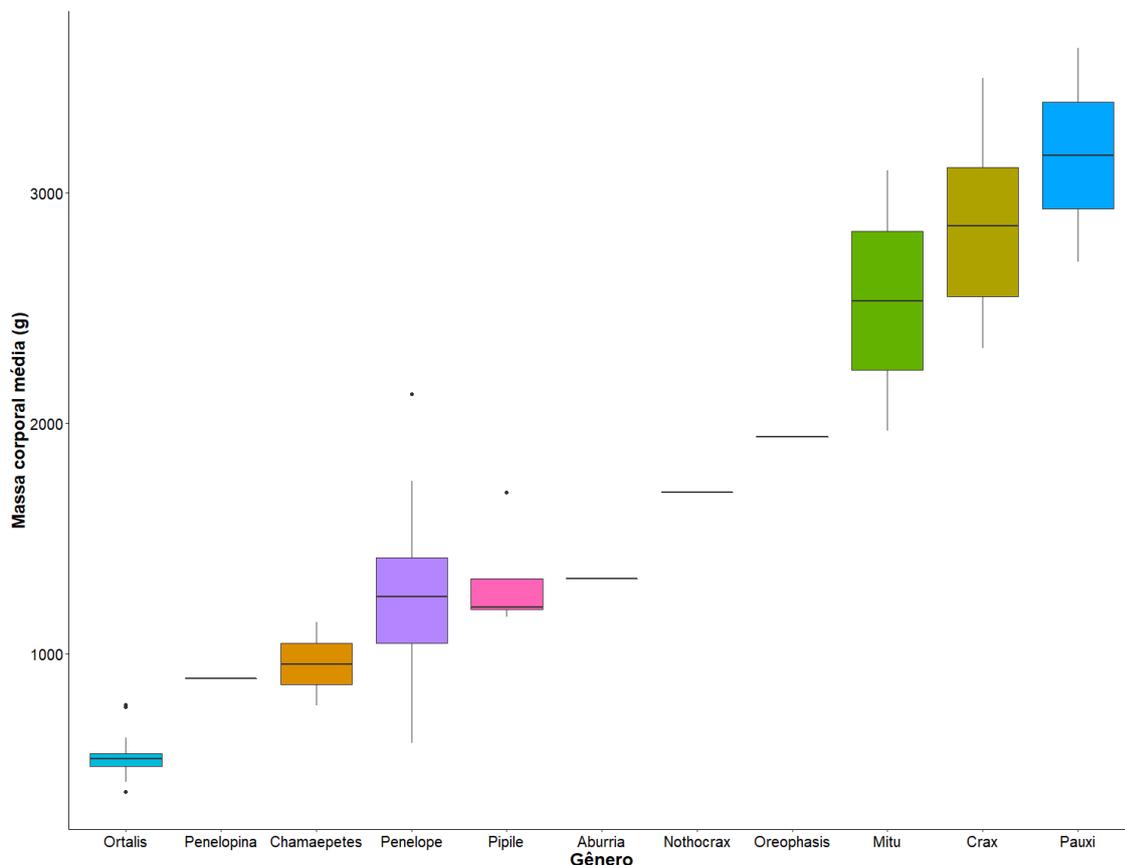
Espécies	Massa corporal média das fêmeas (g)	Período reprodutivo	Dimensões médias dos ovos		
			Volume (10 <sup>3</sup> x mm <sup>3</sup> )	Comprimento (mm)	Largura (mm)
<i>Ortalis vetula</i>	542	Março – Julho	49,97 ± 4,89 (46)	58,8 ± 2,3 (46)	41 ± 1,4(46)
<i>Ortalis cinereiceps</i>	397	Janeiro – Maio	49,75 (1)	57,7 (1)	41,1 (1)-
<i>Ortalis garrula</i>	532 *	Abril	48,27 (1)	58,5(1)	40,2 (1)
<i>Ortalis ruficauda</i>	537	-	69,41 ± 7,48 (3)	65,9 ± 3,9 (3)	45,3 ± 1,2 (3)
<i>Ortalis erythroptera</i>	632 *	Janeiro – Agosto	-	-	-
<i>Ortalis wagleri</i>	777	Maio – Julho	67,40 (1)	62,9 (1)	45,47 (1)
<i>Ortalis poliocephala</i>	767	Abril – Agosto	62,08 ± 14,83 (4)	62,8 ± 7,7 (4)	43,6 ± 2,8 (4)

<i>Ortalis canicollis</i>	517		Agosto – Fevereiro	58,63 ± 8,46 (10)	63,7 ± 3,5 (10)	42,4 ± 1,9 (10)
<i>Ortalis leucogastra</i>	560		Março – Julho	54,50 (1)	61,8 (1)	41,8 (1)
<i>Ortalis columbiana</i>	500		Novembro – Fevereiro	-	-	-
<i>Ortalis guttata</i>	500		Novembro – Março	48,94 ± 9,86 (4)	59,0 ± 4,8 (4)	40,0 ± 2,3 (4)
<i>Ortalis araucuan</i>	564	**	Janeiro – Maio	31,12 ± 6,54 (2)	49,5 ± 3,7 (2)	34,8 ± 2,3 (2)
<i>Ortalis squamata</i>	564	**	Novembro – Março	58,70 (1)	63,2 (1)	42,5 (1)
<i>Ortalis motmot</i>	442	*	Maio – Dezembro	46,23 ± 5,60 (6)	55,9 ± 4,9 (6)	40,1 ± 1,4 (6)
<i>Ortalis superciliaris</i>	564	**	Novembro – Fevereiro Junho – Julho	38,66 ± 12,07 (5)	53,3 ± 5,8 (5)	37,3 ± 3,3 (5)
<i>Penelope argyrotis</i>	772		Fevereiro – Maio	-	-	-
<i>Penelope barbata</i>	1247	**	Dezembro – Julho	-	-	-
<i>Penelope ortonii</i>	1247	**	Julho – Setembro	-	-	-
<i>Penelope montagnii</i>	609		Novembro – Fevereiro	-	-	-
<i>Penelope marail</i>	856		Outubro – Fevereiro	77,54 ± 3,43 (3)	66,5 ± 3,6 (3)	47,8 ± 2,0 (3)
<i>Penelope superciliaris</i>	850		Agosto – Fevereiro	81,27 ± 10,46 (9)	69,0 ± 3,5 (9)	47,8 ± 2,3 (9)
<i>Penelope dabbeni</i>	1230		Setembro – Dezembro	-	-	-
<i>Penelope jacquacu</i>	1411		Novembro – Maio	-	-	-
<i>Penelope purpurascens</i>	2127		Fevereiro – Outubro	113,22 ± 13,58 (5)	76,5 ± 1,2 (5)	53,6 ± 2,9 (5)
<i>Penelope perspicax</i>	1247	**	Setembro – Março	-	-	-
<i>Penelope albipennis</i>	1750	*	Janeiro – Agosto	-	-	-
<i>Penelope obscura</i>	1450		Setembro – Dezembro	87,68 ± 13,33 (8)	70,8 ± 4,1 (8)	49,0 ± 2,3 (8)
<i>Penelope pileata</i>	1420		Janeiro – Fevereiro	96,20 (1)	71,8 (1)	50,7 (1)
<i>Penelope ochrogaster</i>	1247	**	Outubro – Novembro	-	-	-
<i>Penelope jacucaca</i>	1247	**	-	91,40 ± 1,70 (2)	72,05 ± 0,1 (2)	49,65 ± 0,1(2)
<i>Pipile pipile</i>	1200	*	-	-	-	-

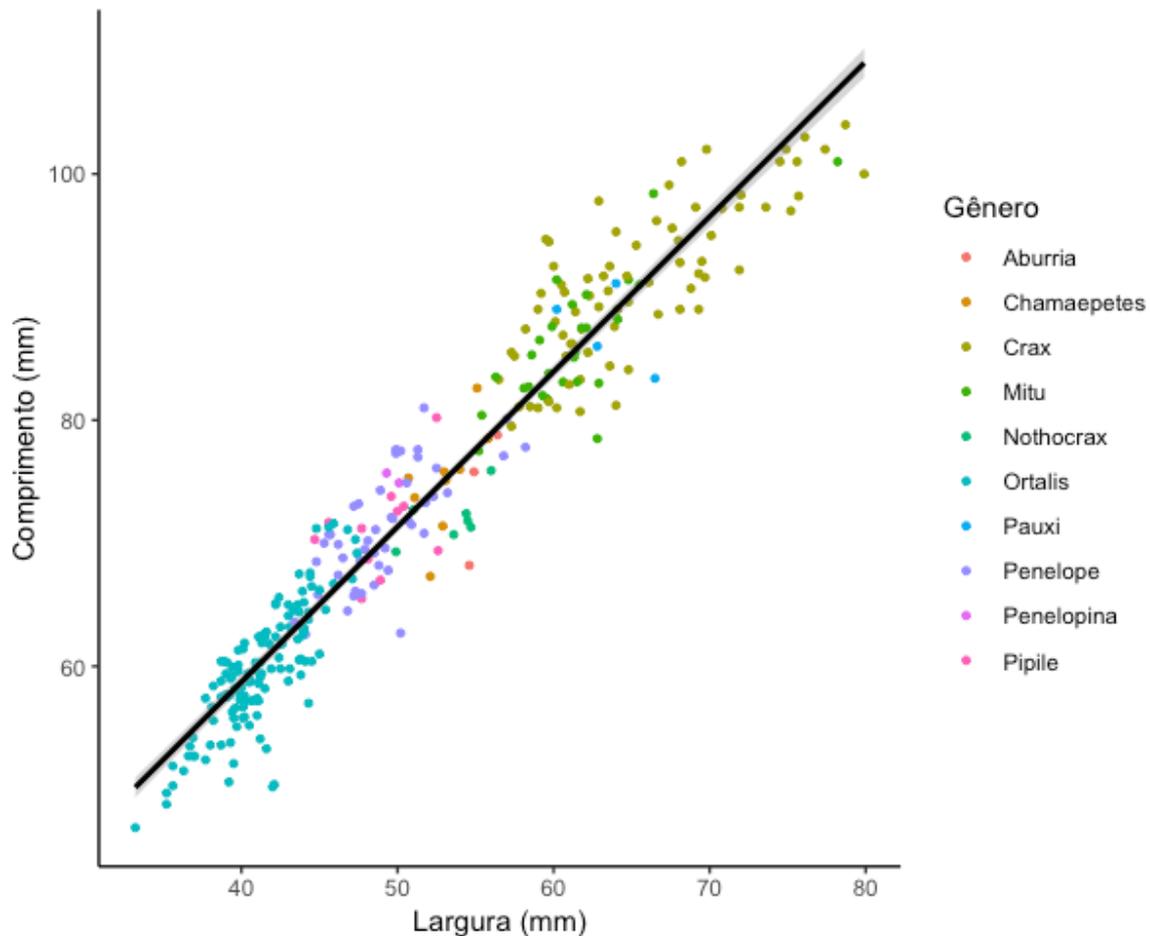
<i>Pipile cumanensis</i>	1159		Novembro – Maio	81,45 ± 70,71 (2)	67,8 ± 1,2 (2)	48,5 ± 0,6 (2)
<i>Pipile cujubi</i>	1200	*	-	93,10 (1)	72,6 (1)	50,0 (1)
<i>Pipile jacutinga</i>	1700		Outubro – Fevereiro	92,57 ± 12,18 (7)	72,2 ± 4,5 (7)	50,0 ± 2,1 (7)
<i>Aburria aburri</i>	1325		Setembro – Março	118,00 ± 11,53 (3)	74,3 ± 5,5 (3)	55,3 ± 1,0 (3)
<i>Chamaepetes unicolor</i>	1135	*	Fevereiro – Junho	-	-	-
<i>Chamaepetes goudotii</i>	773		Março – Agosto	109,49 ± 12,32 (8)	75,1 ± 4,6 (8)	53,2 ± 1,6 (8)
<i>Penelopina nigra</i>	890	*	Janeiro – Julho	94,85 (1)	75,3 (1)	49,7 (1)
<i>Oreophasis derbianus</i>	1940		Janeiro – Março	-	-	-
<i>Nothocrax urumutum</i>	1700	*	Outubro – Janeiro	105,18 ± 11,25 (6)	72,0 ± 2,2 (6)	53,3 ± 2,4 (6)
<i>Mitu tomentosum</i>	1967		Fevereiro – Junho	160,34 ± 27,72 (5)	84,0 ± 5,9 (5)	60,8 ± 3,8 (3)
<i>Mitu salvini</i>	3100	*	Janeiro – Junho	140,50 (1)	82,6 (1)	58,1 (1)
<i>Mitu tuberosum</i>	2320		Agosto – Fevereiro	160,51 ± 19,11 (11)	85,6 ± 3,6 (11)	60,6 ± 2,6 (11)
<i>Mitu mitu</i>	2745		Novembro – Abril	-	-	-
<i>Pauxi pauxi</i>	2700		Março – Abril	181,48 ± 12,30 (5)	87,5 ± 2,9 (5)	63,8 ± 2,4 (5)
<i>Pauxi koepckeae</i>	3165	**	-	-	-	-
<i>Pauxi unicornis</i>	3630		Outubro	-	-	-
<i>Crax rubra</i>	3353		Fevereiro – Junho	218,50 ± 26,34 (13)	93,3 ± 3,0 (13)	67,6 ± 3,9 (13)
<i>Crax alberti</i>	2858	**	Dezembro – Março	246,00 ± 94,75 (2)	94,8 ± 10,2 (2)	70,6 ± 9,5 (2)
<i>Crax daubentoni</i>	2325		Maio – Junho	195,67 ± 38,45 (6)	93,2 ± 5,3 (6)	64,1 ± 4,6 (6)
<i>Crax alector</i>	2872		Dezembro – Abril	211,20 ± 52,05 (13)	92,8 ± 6,9 (13)	66,5 ± 6,1 (13)
<i>Crax globulosa</i>	2500	*	Julho – Setembro	166,99 ± 17,37 (13)	86,9 ± 4,0 (13)	61,4 ± 2,3 (13)
<i>Crax fasciolata</i>	2600	*	Julho – Dezembro	165,34 ± 19,29 (7)	86,1 ± 4,7 (7)	61,0 ± 2,3 (7)
<i>Crax blumenbachii</i>	3500	*	Outubro – Fevereiro	-	-	-

1 \* Média das massas corporais das fêmeas depositadas em museus. \*\* Média da massa  
2 corporal do gênero.

1 Os três gêneros de maior massa corporal das fêmeas, *Pauxi*, *Mitu* e *Crax*, com 3.165  
 2 g, 2.533 g e 2.858 g respectivamente, apresentaram os maiores ovos, variando de 55,2 x 77,5  
 3 mm (*Mitu tomentosum*) até 78,7 x 104,0 mm (*Crax alector*). Ainda dentro desta divisão  
 4 morfológica, temos o gênero *Nothocrax* que apesar de estar no grupo morfológico dos  
 5 grandes tamanhos corporais, possui massa corporal média de 1.770 g, e ovos relativamente  
 6 pequenos variando de 49,9 x 69,3 mm a 56,0 x 75,9 mm. Os gêneros de tamanho  
 7 intermediário (*Aburria*, *Chamaepetes*, *Penelope*, *Penelopina* e *Pipile*) apresentaram uma  
 8 variação de tamanho de ovos entre 44,1 x 62,6 mm (*Penelope superciliaris*) e 55,1 x 82,6  
 9 mm (*Chamaepetes goudotti*). O grupo de menor tamanho corporal, *Ortalis*, com peso médio  
 10 de 564 g, apresentou os menores ovos, variando de 33,2 x 46,9 mm (*Ortalis araucuan*) até  
 11 45,9 x 71,6 mm (*Ortalis poliocephala*) (Figura 2 e 3). Os ovos da família apresentam uma  
 12 alta correlação positiva entre o comprimento e a largura dos ovos ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,001$ ; Figura  
 13 3).  
 14



15  
 16 Figura 2. Massa corporal média (g) (box plot) das fêmeas de cada gênero da família Cracidae.



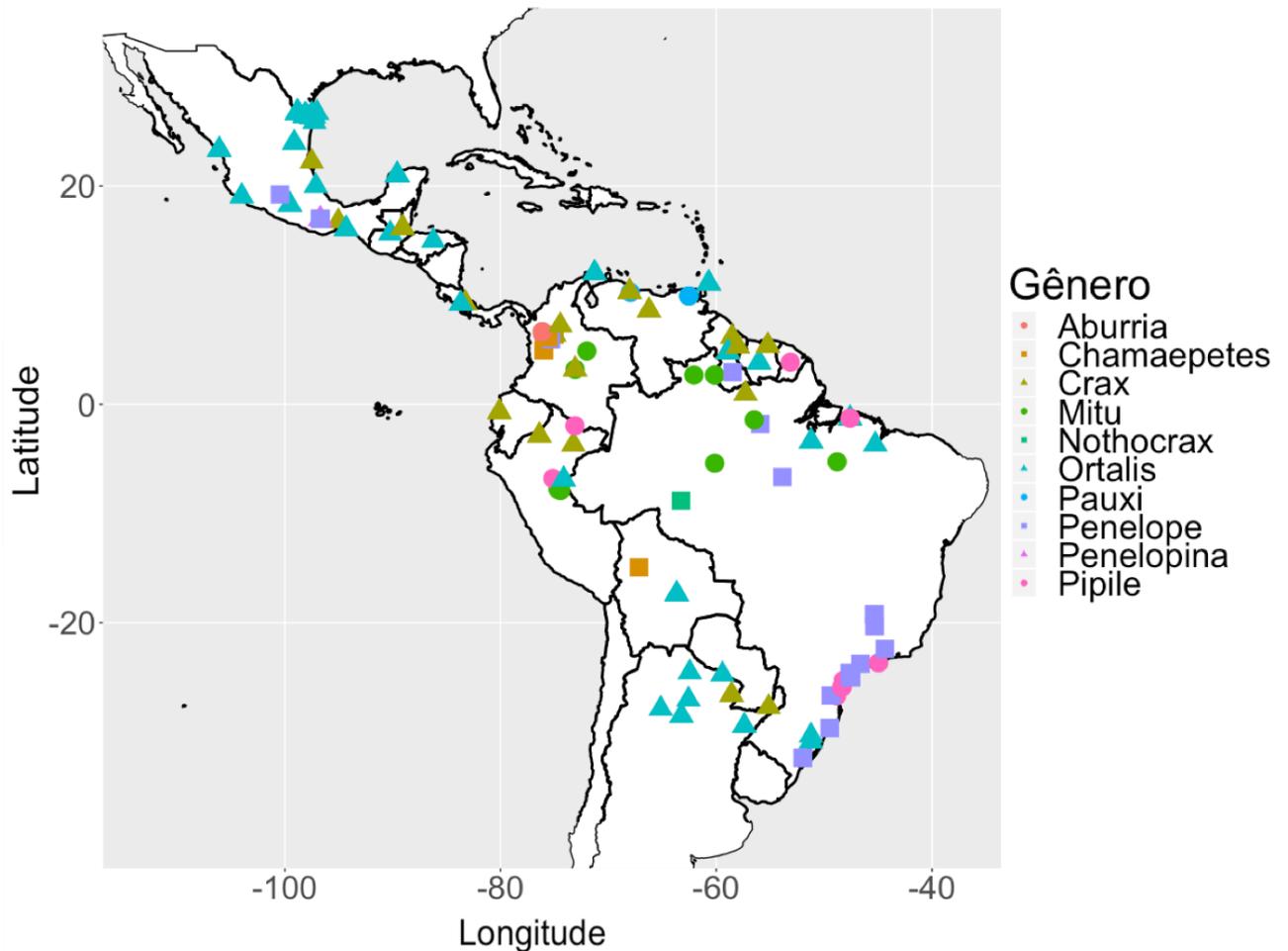
1

2 Figura 3. Comprimento (mm) (comprimento maior) e largura (mm) (comprimento menor) de  
 3 ovos de 10 gêneros da família Cracidae. Dados extraídos de ovos depositados e fotografados  
 4 em coleções oológicas. A reta representa a correlação linear entre as variáveis ( $r = 0,96$ ;  $p <$   
 5  $0,001$ ), e em cinza o intervalo de confiança.

6

7 Foram georreferenciados 285 registros de ninhadas. A disposição dos registros no  
 8 mapa (Figura 4) permite que se observe a ampla distribuição que a família tem no Novo  
 9 Mundo, mas limitada a regiões tropicais e subtropicais. Muitos registros se sobrepõem devido  
 10 ao fato de que a maior parte das coletas realizadas nos séculos XIX e XX foi limitada a  
 11 determinadas regiões.

## Distribuição dos registros



1

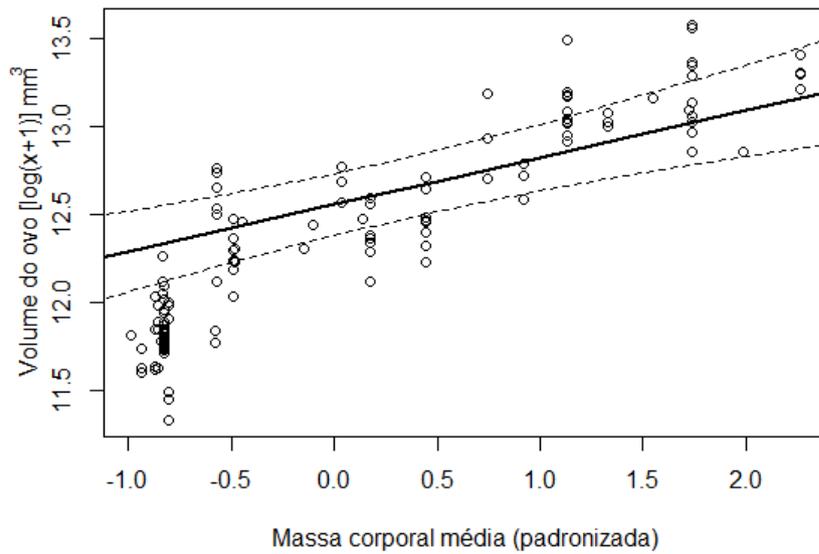
2 Figura 4. Mapa de distribuição dos registros georreferenciados de ovos depositados em  
3 coleções oológicas, de 10 gêneros da família Cracidae.

4

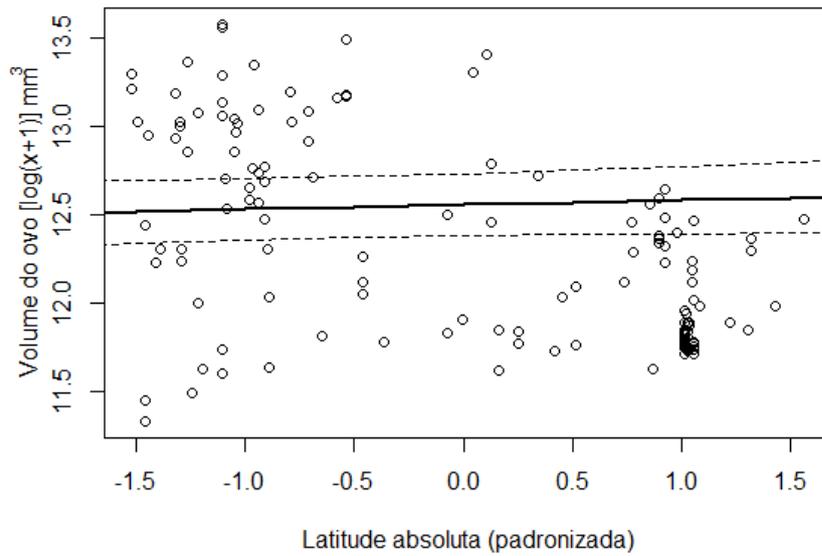
### 5 4.2 Variação nos volumes dos ovos

6 Segundo o *LMM*, o volume dos ovos é explicado pela massa corporal média das  
7 fêmeas ( $LRT = 14,168$ ;  $gl = 1$ ;  $p < 0,001$ ), controlando os efeitos da variação entre os gêneros  
8 e da amplitude latitudinal da distribuição das espécies. Quanto maior a massa corporal da  
9 fêmea maior o volume do ovo (Figura 5), corroborando com a hipótese de que o volume do  
10 ovo é diretamente proporcional a massa média das fêmeas. No entanto, no modelo a variação  
11 do volume não foi explicada pela variação no gradiente latitudinal ( $LRT = 0,886$ ;  $gl = 1$ ;  $p =$   
12  $0,347$ ), o que é contrário ao que era esperado na hipótese de que o volume do ovo seria maior  
13 em latitudes mais altas. Porém, é possível observar uma tendência ao aumento do volume do  
14 ovo com o aumento da latitude através de uma inspeção visual na reta que representa a média  
15 dos efeitos fixos do gráfico (Figura 6). Essa hipótese pode ser confirmada, no entanto,

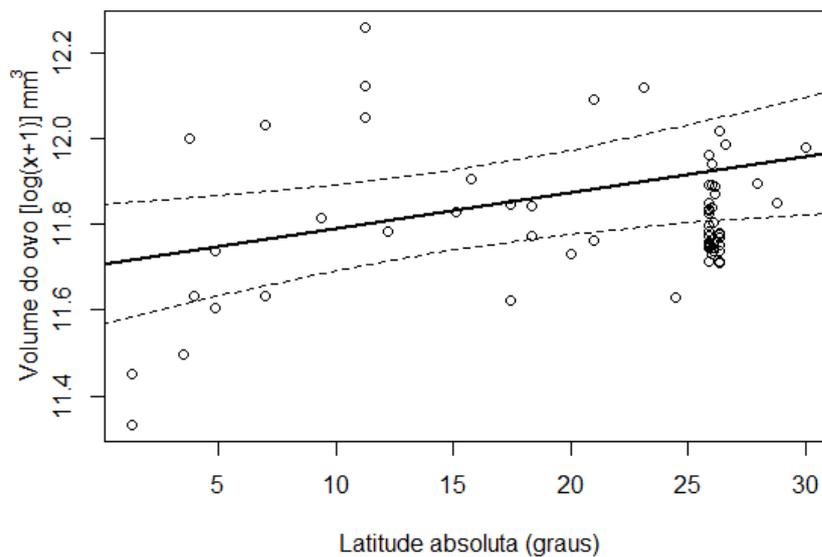
1 quando analisei o gênero *Ortalis* separadamente, onde foi possível observar um efeito  
2 positivo da latitude absoluta no volume dos ovos do gênero (LRT = 5,6729; gl = 1; p < 0,05)  
3 (Figura 7). Para o gênero *Penelope*, o volume dos ovos não foi explicado pela latitude  
4 absoluta (LRT = 1,867; gl = 1; p = 0,179) (Figura 8). Apesar de o gênero estar bem  
5 distribuído ao longo do gradiente latitudinal, o tamanho amostral era pequeno, o que poderia  
6 explicar esse resultado.  
7



8  
9 Figura 5. Relação entre o volume dos ovos (log + 1) (mm<sup>3</sup>) e massa corporal média das  
10 fêmeas por espécie da família Cracidae com escala padronizada (Z), controlando o efeito do  
11 gênero e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 14,168; gl = 1; p <  
12 0,001). A reta contínua representa a média dos efeitos fixos do modelo linear de efeito misto.  
13 A reta tracejada representa o intervalo de confiança.

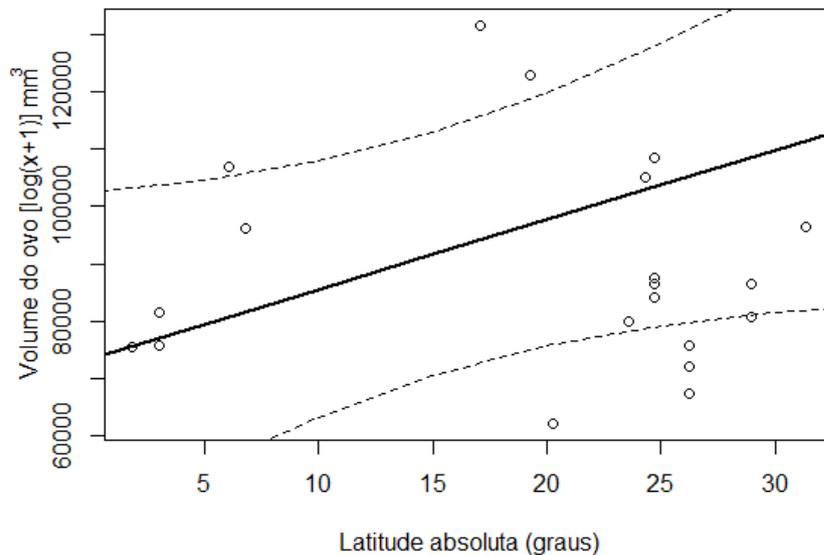


1  
 2 Figura 6. Relação entre volume dos ovos (log +1) ( $\text{mm}^3$ ) da família Cracidae e latitude  
 3 absoluta com escala padronizada (Z), controlando o efeito do gênero e da amplitude  
 4 latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 0,886;  $gl = 1$ ;  $p = 0,347$ ). A reta contínua  
 5 representa a média dos efeitos fixos do modelo linear de efeito misto. A reta tracejada  
 6 representa o intervalo de confiança.



7  
 8 Figura 7. Relação entre volume dos ovos (log +1) ( $\text{mm}^3$ ) do gênero *Ortalis* e latitude absoluta  
 9 (graus), controlando o efeito da massa corporal média das fêmeas por espécie da família

1 Cracidae (LRT = 5,6729; gl = 1; p < 0,05). A reta contínua representa a média dos efeitos  
2 fixos do modelo linear de efeito misto. A reta tracejada representa o intervalo de confiança.  
3

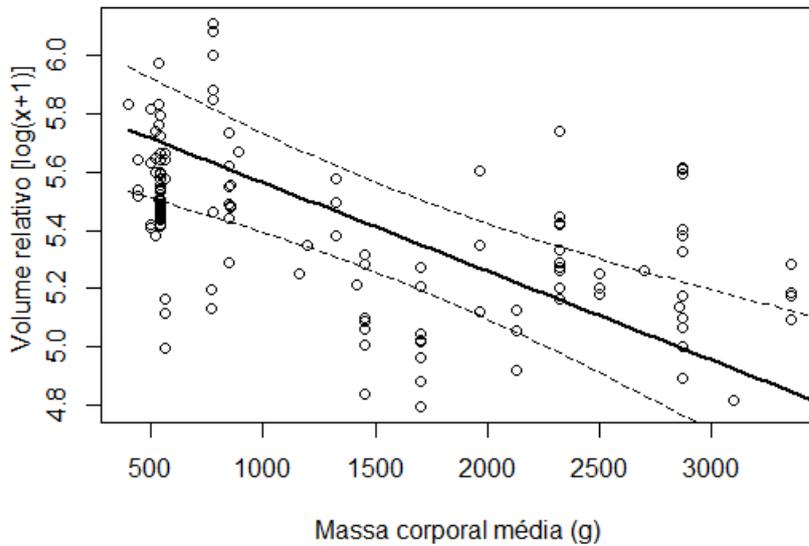


4  
5 Figura 8. Relação entre volume dos ovos (log +1) (mm³) do gênero Penelope pela latitude  
6 absoluta (graus), controlando o efeito da massa corporal média das fêmeas por espécie da  
7 família Cracidae (LRT = 1,867; gl = 1; p = 0,179). A reta contínua representa a média dos  
8 efeitos fixos do modelo linear de efeito misto. A reta tracejada representa o intervalo de  
9 confiança.

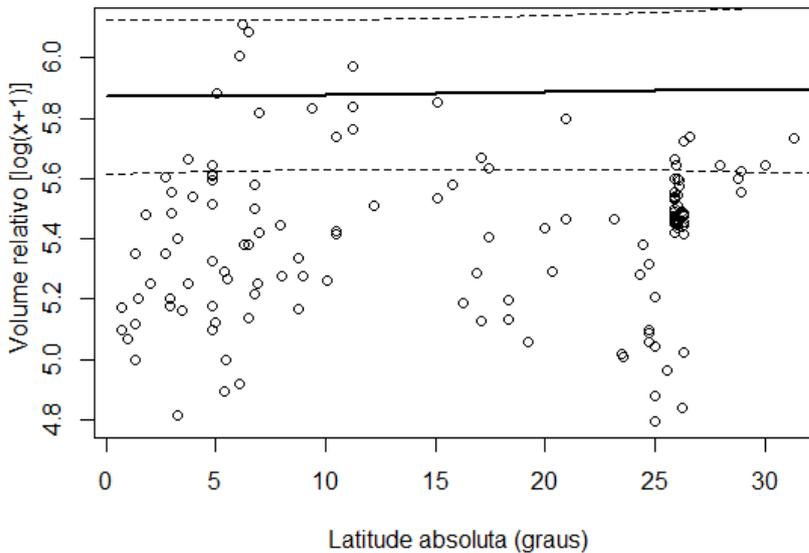
10

#### 11 4.3 Investimento reprodutivo em ovos

12 O modelo *LMM* mostrou que o investimento em ovos (volume relativo) é explicado  
13 pela massa corporal média das fêmeas (LRT = 16,340; gl = 1; p < 0,001), e que essa relação é  
14 inversamente proporcional (Figura 9), corroborando com a hipótese de que o volume relativo  
15 do ovo é proporcionalmente menor em aves maiores. O mesmo não ocorreu para a hipótese  
16 de que o volume relativo dos ovos seria maior em latitudes mais altas (LRT = 0,044; gl = 1; p  
17 = 0,833). O gradiente latitudinal apresenta apenas uma tendência para o aumento do  
18 investimento reprodutivo em ovos com o aumento da latitude (Figura 10).



1  
 2 Figura 9. Volume relativo (volume do ovo/massa corporal média da fêmea da espécie) (log  
 3 +1) pela massa corporal média das fêmeas por espécie da família Cracidae, controlando o  
 4 efeito do gênero e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 16,340; gl  
 5 = 1;  $p < 0,001$ ).

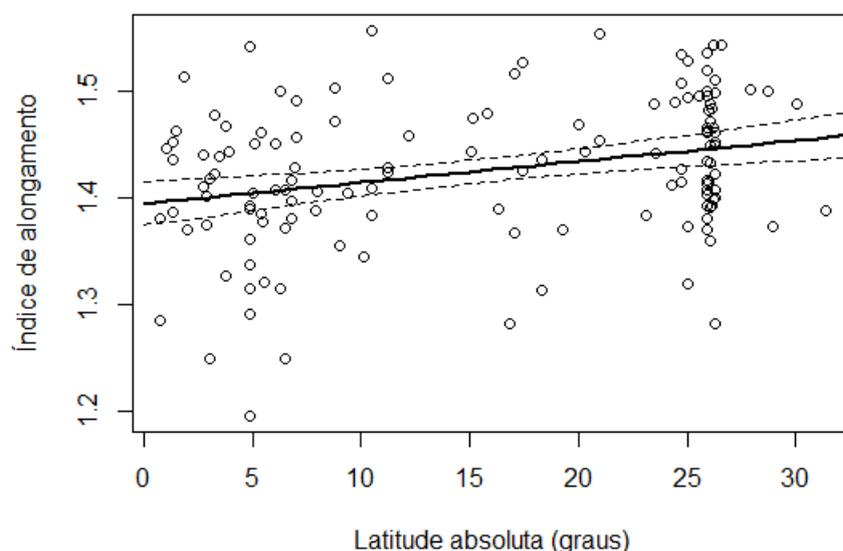


6  
 7 Figura 10. Distribuição dos valores de volume relativo (volume do ovo/massa corporal média  
 8 das fêmeas) da família Cracidae em relação a latitude absoluta (graus), controlando o efeito  
 9 do gênero e da amplitude latitudinal da distribuição de cada espécie (LRT = 0,044; gl = 1;  $p =$   
 10 0,833).

1  
2  
3  
4  
5  
6

#### 4.4 Alongamento dos ovos

O modelo linear foi significativo, indicando que o índice de alongamento dos ovos é explicado pelo gradiente latitudinal ( $F = 12,44$ ;  $gl = 1$ ;  $p < 0,001$ ), isto é, quanto maior a latitude, mais alongado são os ovos da família Cracidae (Figura 11).



7  
8  
9  
10  
11

Figura 11. Índice de alongamento (comprimento/largura) dos ovos da família Cracidae em relação a latitude absoluta (graus) ( $F = 12,44$ ;  $gl = 1$ ;  $p < 0,001$ ).

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Volume dos ovos

Como esperado, a família Cracidae possui uma correlação entre volume de ovos e a massa corporal média das fêmeas. Assim como em outros estudos (Blackburn 1991, Deeming & Birchard 2007, Kolm et al. 2007, Birchard & Deeming 2009, Deeming & Reynolds 2015), este resultado reforça a existência de uma relação alométrica entre tamanho corporal e tamanho dos ovos, onde quanto maior a fêmea, maior o volume do ovo. A alometria de origem filogenética (Gould 1966, Begon et al. 2009), entre massa corporal e ovos, apesar de já conhecida e testada na literatura, recebe neste trabalho um novo tratamento com o uso da massa corporal média por espécie. Uma solução para famílias que, assim como os Cracidae,

1 possuem uma carência de dados de campo para biologia reprodutiva, esta relação alométrica  
2 permite que sejam feitas algumas suposições sobre a biologia dos adultos com base nos ovos.

3 Para a família como um todo, o volume dos ovos não apresentou uma variação  
4 significativa ao longo do gradiente latitudinal. É possível observar apenas uma tendência ao  
5 crescimento do volume dos ovos ao longo do gradiente latitudinal (Figura 5). Com base nesse  
6 resultado e no anterior seria possível inferir que as fêmeas de Cracidae, ao contrario do que  
7 era esperado, não seguiriam a Regra de Bergmann. Esse resultado pode ser um indício de que  
8 o volume evoluiu de forma independente da massa corporal, expressando uma variação na  
9 história de vida (Martin et al. 2006). No entanto, para o gênero *Ortalis* o volume dos ovos  
10 apresentou uma correlação positiva com a latitude, corroborando com a Regra de Bergmann.  
11 O gênero *Ortalis* possui o maior n (n = 63, desconsiderando cativo e dados duvidosos)  
12 para as análises, dentre os gêneros trabalhados e possui dados mais bem distribuídos ao longo  
13 do gradiente latitudinal, permitindo análises mais robustas sobre o volume dentro dessa  
14 variável. Apesar do gênero *Penelope* apresentar a segunda melhor distribuição de dados ao  
15 longo da latitude, o gênero não corroborou com a Regra de Bergmann. Isso pode ser  
16 consequência de um n (n = 20, desconsiderando cativo e dados duvidosos) não satisfatório  
17 para esta análise, pois como é possível ver na Figura 8 existe uma tendência clara de que o  
18 volume dos ovos aumenta com a latitude. Ainda fica em aberto o quanto a Regra de  
19 Bergmann atua sobre a família. É possível que de fato níveis taxonômicos mais altos não se  
20 encaixem tão bem dentro desta regra (Rensch 1936).

21 Efeitos externos à alometria podem ser determinantes no tamanho dos ovos, como o  
22 efeito de predação dos ninhos (Martin et al. 2006). Observando o mapa de distribuição  
23 (Figura 3), é notório que existe uma maior riqueza de gêneros da família Cracidae próximo à  
24 linha do Equador. Esta pode ser essa uma área mais propícia para se colocar ovos maiores,  
25 devido ao clima mais ameno e a uma grande fonte de recursos mais constantes presentes na  
26 Amazônia. Desta forma é coerente que a latitude não explique o volume dos ovos,  
27 apresentando apenas uma fraca tendência (Figura 5).

## 28 5.2 Investimento reprodutivo em ovos

29 Quanto ao volume relativo dos ovos ou investimento relativo por espécie, obtive que as  
30 espécies maiores de Cracidae investem proporcionalmente menos em volume de ovo do que  
31 espécies menores (Figura 8). Assim como relatado na literatura (Sibly et al. 2012, Winkler  
32 2016), esse estudo mostra que o investimento no volume relativo dos ovos diminui sua  
33

1 proporção com o aumento do tamanho corporal das fêmeas. É importante enfatizar que  
2 quando avaliei a alometria usando volume dos ovos obtive que fêmeas maiores colocam ovos  
3 maiores. Quando analisei o volume relativo, obtive que fêmeas maiores colocam ovos  
4 proporcionalmente menores. O tamanho dos ovos pode estar associado a hipóteses  
5 morfológicas e biomecânicas, como a morfologia do trato reprodutivo e tamanho da pélvis  
6 (Birchard & Deeming 2009). Mas, ainda assim essas hipóteses deixam de explicar a razão  
7 pela qual fêmeas pequenas possuem um investimento proporcional em ovos maior do que  
8 fêmeas grandes. É possível que em espécies precociais exista um investimento mínimo que  
9 garanta um tamanho mínimo viável para o ninhego, o que por consequência faria com que  
10 fêmeas menores tenham que investir proporcionalmente mais nos ovos.

11 Se tratando de investimento reprodutivo é evidente que o ideal seria tratar de fatores  
12 comportamentais que afetem o consumo calórico ao logo do período reprodutivo (Sibly et al.  
13 2012). Por outro lado, em Cracidae, os ninhegos são precociais, portanto o principal  
14 investimento de energia reprodutiva é durante a postura dos ovos e na incubação (Deeming &  
15 Reynolds 2015). O volume está diretamente relacionado ao conteúdo energético da gema e do  
16 albúmen (Hill 1995). É interessante lembrar que espécies precociais possuem uma proporção  
17 maior de gema quando comparadas às espécies altriciais (Carey et al. 1980), com cerca de  
18 50% do conteúdo energético de ovos precociais correspondente à gema (Sotherland & Rahn  
19 1987), que é a parte mais calórica do ovo (Carey et al. 1980). Isso reforça a ideia de utilizar o  
20 volume relativo dos ovos como uma forma de quantificar o investimento reprodutivo das  
21 fêmeas.

22 A teoria de historia de vida diz que em latitudes maiores as aves aumentam o  
23 investimento em ovos, usualmente descrito como um investimento no tamanho de ninhada  
24 (Koenig 1986, Ricklefs 2000, Stutchbury & Morton 2001). Mas como dito anteriormente o  
25 volume relativo dos ovos também pode ser usado. Ao contrario do que era esperado, a  
26 hipótese de que o volume relativo aumentaria com o aumento da latitude foi refutada, em  
27 contrapartida é possível observar uma tendência a este crescimento. É possível que a família  
28 Cracidae não seja tão sensível à variação da temperatura ao longo do gradiente latitudinal,  
29 quanto espécies de Passeriformes que são relativamente maiores quando associados a baixas  
30 temperaturas (Martin 2008, Heming & Marini 2015).

31

## 1 5.2 *Formato dos ovos*

2 O gradiente latitudinal tem influência no formato dos ovos. O índice de alongamento  
3 (razão entre comprimento/largura) dos ovos aumentou ao longo do gradiente latitudinal,  
4 indicando que os ovos ficam mais piriformes em latitudes maiores. Esse resultado corrobora  
5 com o que era esperando, pois pode indicar uma adaptação ao clima. A família ocorre ao  
6 longo de quase toda a região Neotropical (del Hoyo et al. 2019) onde se tem uma grande  
7 variação climática e de temperatura no período reprodutivo (Heming & Marini 2015). Em  
8 áreas mais quentes e secas os ovos costumam ser mais redondos, possivelmente para evitar  
9 perda de água, já em áreas mais úmidas e frias os ovos são mais alongados (Duursma et al.  
10 2018). Possivelmente, a variação do formato dos ovos em Cracidae indique que em regiões  
11 mais temperadas os ovos precisem ter um formato mais alongado para aumentar a superfície  
12 de contato com a fêmea e diminuir a perda de calor.

13 Dentre as hipóteses que visam explicar a variação no formato dos ovos, a que corrobora  
14 com os resultados deste estudo é a de que se refere a transferência e armazenamento de calor  
15 entre os ovos dentro de uma ninhada. (Barta & Székely 1997). A hipótese que se refere à  
16 morfologia do oviduto explicaria apenas diferenças entre famílias de aves ou espécies com  
17 formatos de ovos muito diferentes, deixando de lado a variação do formato para uma mesma  
18 espécie.

19 Os Cracidae fazem ninhos em diferentes alturas (Delacour & Amadon 2004, del Hoyo  
20 et al. 2019), o que também pode provocar diferentes níveis de exposição dos ovos. Um ninho  
21 mais alto, logo mais suscetível ao vento, pode provocar perda de calor e umidade (Duursma  
22 et al. 2018). Por isso, seria necessário um estudo muito mais detalhado para investigar as  
23 possíveis causas para a variação do formato dos ovos.

24 Os resultados revelaram a relação do investimento com o tamanho da fêmea, e  
25 estudos que consigam testar o investimento de cada indivíduo (volume do ovo/ massa do  
26 indivíduo), ajudariam a avançar mais na compreensão das variações. Tanto na literatura  
27 quanto em registros de museu, dados de tamanho corporal das fêmeas são escassos. O uso da  
28 massa média por espécie possibilitou análises com um número muito maior de dados  
29 reprodutivos do que dados individuais de fêmea por ovo. Com isso foi possível observar o  
30 padrão alométrico para a família usando dados de espécies que não estavam inseridas nas  
31 análises feitas por Kolm et al. (2007) e Birchard & Deeming (2015).

32  
33

## 6. CONCLUSÃO

As relações alométricas para a família Cracidae foram reafirmadas, tanto para volume do ovo quanto para investimento reprodutivo (volume relativo). O uso das massas médias das fêmeas por espécie, controlando os efeitos da amplitude latitudinal, mostrou ser satisfatório para as análises de alometria.

O gradiente latitudinal não explica a variação do volume dos ovos nem para a família nem para o gênero *Penelope*, mas influencia para o gênero *Ortalis*. Desta forma é evidente que se faz necessário um aprofundamento nas limitações da Regra de Bergmann.

O investimento reprodutivo é inversamente proporcional ao tamanho da fêmea e não foi explicado pelo gradiente latitudinal. Sugiro que abordagens sobre o investimento reprodutivo ao longo de uma gradiente latitudinal leve em consideração fatores ecológicos como taxa de predação, clima e recursos dos biomas, sempre que possível.

Os ovos da família Cracidae apresentaram uma variação no formato ao longo do gradiente latitudinal, indicando que diferenças climáticas podem afetar o índice de alongamento. Em climas mais quentes (próximo a Linha do Equador) o ovos são mais redondos e em climas temperados o ovos são mais piriformes.

## REFERÊNCIAS

- Ar, A., H. Rahn, & C. V. Paganelli (1979). The avian egg: Mass and strength. *The Condor* 81:331.
- Barrio, J. (2011). Hunting pressure on cracids (Cracidae : Aves) in forest concessions in Peru. *Revista Peruana de Biología* 18:225–230.
- Barta, Z., & T. Székely (1997). The optimal shape of avian eggs. *Functional Ecology* 11:656–662.
- Bates, D., M. Maechler, B. Bolker, & S. Walker (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67:1–48.
- Begazo, A. J., & R. E. Bodmer (1998). Use and conservation of Cracidae (Aves: Galliformes) in the Peruvian Amazon. *Oryx* 32:301–309.
- Begon, M., C. R. Townsend, & J. L. Harper (2009). *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4th edition. Artmed Editora, São Paulo.
- Birchard, G. F., & D. C. Deeming (2009). Avian eggshell thickness: Scaling and maximum body mass in birds. *Journal of Zoology* 279:95–101.

- 1 Blackburn, T. M. (1991). An interspecific relationship between egg size and clutch size in  
2 birds. *The Auk* 108:973–977.
- 3 Blackburn, T. M., K. J. Gaston, & N. Loder (1999). Geographic gradients in body size: A  
4 clarification of Bergmann’s rule. *Diversity and Distributions* 5:165–174.
- 5 Bridge, E. S., R. K. Boughton, R. A. Aldredge, T. J. E. Harrison, R. Bowman, & S. J.  
6 Schoech (2007). Measuring egg size using digital photography: Testing Hoyt’s method  
7 using Florida Scrub-Jay eggs. *Journal of Field Ornithology* 78:109–116.
- 8 Carey, C., H. Rahn, & P. Parisi (1980). Calories, water, lipid and yolk in avian eggs. *The*  
9 *Condor* 82:335–343.
- 10 Clements, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, D. Roberson, T. A. Fredericks, B. L. Sullivan,  
11 & C. L. Wood (2018). *The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2018.*  
12 *Comstock Pub. Associates/Cornell University Press. Comstock Pub. Associates/Cornell*  
13 *University Press.* [Online.] Available at  
14 <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>.
- 15 Deeming, D. C. (2007). Effects of phylogeny and hatchling maturity on allometric  
16 relationships between female body mass and the mass and composition of bird eggs.  
17 *Avian and Poultry Biology Reviews* 18:21–37.
- 18 Deeming, D. C., & G. F. Birchard (2007). Allometry of egg and hatchling mass in birds and  
19 reptiles: roles of developmental maturity, eggshell structure and phylogeny. *Journal of*  
20 *Zoology* 271:78–87.
- 21 Deeming, D. C., & S. J. Reynolds (2015). *Nest, eggs & incubation. New ideas about avian*  
22 *reproduction.* 1st edition. Oxford University Press, Oxford.
- 23 Delacour, J., & D. Amadon (2004). *Curassows and related birds.* Lynx Edicions and The  
24 National Museum of Natural History, Barcelona and New York.
- 25 Dunning, J. B. J. (2008). *CRC Handbook of avian body masses.* 2nd edition. CRC Press,  
26 Boca Raton.
- 27 Duursma, D. E., R. V. Gallagher, J. J. Price, & S. C. Griffith (2018). Variation in avian egg  
28 shape and nest structure is explained by climatic conditions. *Nature* 8:1–10.
- 29 Dzialowski, E. M. (2004). Maternal effects of egg size on emu *Dromaius novaehollandiae*  
30 egg composition and hatchling phenotype. *Journal of Experimental Biology* 207:597–  
31 606.
- 32 Dzialowski, E. M., W. L. Reed, & P. R. Sotherland (2009). Effects of egg size on Double-  
33 crested Cormorant (*Phalacrocorax auritus*) egg composition and hatchling phenotype.  
34 *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*

1 152:262–267.

2 Gould, S. J. (1966). Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews*

3 41:587–638.

4 Hellmayr, C. E., & B. Conover (1942). Catalogue of birds of the Americas and the adjacent

5 islands in Field Museum of natural history: Part I, number 1. In *Zoological Series Field*

6 *Museum of Natural History in Field Museum of Natural History*. Field Museum Press,

7 Chicago.

8 Heming, N. M., & M. Â. Marini (2015). Ecological and environmental factors related to

9 variation in egg size of New World flycatchers. *Journal of Avian Biology* 46:1–9.

10 Hill, W. L. (1995). Intraspecific Variation in Egg Composition. *Wilson Ornithological*

11 *Society* 107:382–387.

12 del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, & E. de Juana (2019). *Handbook of the*

13 *Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.

14 ICMBio (2008). Plano de ação para a conservação do Mutum-de-Alagoas. Instituto Chico

15 Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília.

16 IUCN (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. [Online.] Available at

17 <http://www.iucnredlist.org>.

18 Kahle, D., & H. Wickham (2013). ggmap: Spatial visualization with ggplot2. *The R Journal*

19 5:144–161.

20 Kattan, G. H., M. C. Muñoz, & D. W. Kikuchi (2016). Population densities of curassows,

21 guans, and chachalacas (Cracidae): Effects of body size, habitat, season, and hunting.

22 *The Condor* 118:24–32.

23 Kiff, L. F., & D. J. Hough (1985). Inventory of bird egg collections of North America.

24 *American Ornithologists' Union and Oklahoma Biological Survey*. Norman, Oklahoma.

25 Klomp, H. (1970). The determination of clutch-size in birds a review. *Ardea* 58:1–124.

26 Koenig, W. D. (1986). Geographical ecology of clutch size variation North American

27 woodpeckers. *The Condor* 88:499–504.

28 Kolm, N., R. W. Stein, A. Ø. Mooers, J. J. Verspoor, & E. J. A. Cunningham (2007). Can

29 sexual selection drive female life histories? A comparative study on Galliform birds.

30 *European Society for Evolutionary Biology* 20:627–638.

31 Lack, D. (1947). The significance of clutch-size. *Ibis* 89:302–352.

32 Leite, G. A., I. P. Farias, C. A. Peres, & D. M. Brooks (2017). Reproductive biology of the

33 endangered wattled curassow (*Crax globulosa*; Galliformes: Cracidae) in the Juruá river

34 Basin, western Brazilian Amazonia. *Journal of Natural History* 51:677–687.

- 1 Lima, P. C., Z. S. Magalhães, & C. Albano (2008). Registro da reprodução do Mutum-do-  
2 Sudeste (*Crax blumenbachii*) em Ituberá, Bahia. *Atualidades Ornitológicas On-*  
3 *line*:105–106.
- 4 Martin, T. E. (2008). Egg size variation among tropical and temperate songbirds an  
5 embryonic temperature hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*  
6 105:9268–9271.
- 7 Martin, T. E., R. D. Bassar, S. K. Bassar, J. J. Fontaine, P. Lloyd, H. A. Mathewson, A. M.  
8 Niklison, & A. Chalfoun (2006). Life-history and ecological correlates of geographic  
9 variation in egg and clutch mass among passerine species. *Evolution* 60:390–398.
- 10 Mayr, E. (1956). Geographical character gradients and climate adaptation. *Evolution* 10:105–  
11 108.
- 12 Meiri, S., & T. Dayan (2003). On the validity of Bergmann’s rule. *Journal of Biogeography*  
13 30:331–351.
- 14 Moreau, R. E. (1944). Clutch-size: A comparative study, with special reference to African  
15 birds. *Ibis* 86:286–347.
- 16 Ogilvie-Grant, W. R. (1893). *Catalogue of the birds in the British Museum. Order of the*  
17 *Trustees, London.*
- 18 Paganelli, C. V., A. Olszowka, & A. Ar (1974). The avian egg: Surface area, volume, and  
19 density. *The Condor* 76:319–325.
- 20 Pereira, S. L., A. J. Baker, & A. Wajntal (2002). Combined nuclear and mitochondrial DNA  
21 Sequences resolve generic relationships within the Cracidae (Galliformes, Aves).  
22 51:946–958.
- 23 Peters, J. L. (1934). *Check list of birds of the world.* Harvard University Press, Cambridge.
- 24 R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. [Online.]  
25 Available at <https://www.r-project.org/>.
- 26 Rahn, H., C. V. Paganelli, & A. Ar (1975). Relation of avian egg weight to body weight. *The*  
27 *Auk* 92:750–765.
- 28 Rensch, B. (1936). Some problems of geograohical variation and species-formation.  
29 *Proceedings of the Linnean Society of London* 150:275–285.
- 30 Ricklefs, R. E. (1977). Composition of eggs of several bird species. *The Auk* 94:350–356.
- 31 Ricklefs, R. E. (2000). Lack, Skutch, and Moreau: The early development of life-history  
32 thinking. *The Condor* 102:3–8.
- 33 Ridley, M. (2004). *Evolution.* 3rd edition. Blackwell, Malden.
- 34 Sibly, R. M., C. C. Witt, N. A. Wright, C. Venditti, W. Jetz, & J. H. Brown (2012).

- 1 Energetics, lifestyle, and reproduction in birds. Proceedings of the National Academy of  
2 Sciences 109:10937–10941.
- 3 Sick, H. (1997). Ornitologia Brasileira. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- 4 Skutch, A. F. (1949). Do tropical birds rear as many young as they can nourish? Ibis 91:430–  
5 455.
- 6 Sotherland, P. R., & H. Rahn (1987). On the composition of bird eggs. The Condor 89:48–65.
- 7 Stearns, S. C. (1992). The evolution of life histories. Oxford University Press. Oxford  
8 University Press, London.
- 9 Stearns, S. C. (2000). Life history evolution: successes, limitations, and prospects.  
10 Naturwissenschaften 87:476–486.
- 11 Stutchbury, B. J. M., & E. S. Morton (2001). Behavioral ecology of tropical birds. Academic  
12 press, London.
- 13 Thel, T. N., P. H. R. Teixeira, R. M. Lyra-Neves, W. R. Telino-Júnior, J. M. R. Ferreira, & S.  
14 M. Azevedo-Júnior (2015). Aspects of the ecology of *Penelope superciliaris* temminck,  
15 1815 (Aves: Cracidae) in the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. Brazilian Journal of  
16 Biology 75:126–135.
- 17 Torres-Romero, E. J., I. Morales-Castilla, & M. Olalla-Tárraga (2016). Bergmann's rule in  
18 the oceans? Temperature strongly correlates with global interspecific patterns of body  
19 size in marine mammals. Global Ecology and Biogeography 25:1206–1215.
- 20 Troscianko, J. (2014). A simple tool for calculating egg shape, volume and surface area from  
21 digital images. Ibis 156:874–878.
- 22 Winkler, D. W. (2016). Breeding biology of birds. In Handbook of bird biology (I. J. Lovette  
23 and J. W. Fitzpatrick, Editors). 3rd edition. John Wiley & Sons, Hoboken, pp. 407–  
24 450.  
25  
26

## ANEXOS

1  
2  
3  
4  
5

Anexo 1. Lista de museus visitados que tinham dados da família Cracidae e o respectivo número de registros fotográficos.

<b>Acrônimo do museu</b>	<b>Fonte</b>	<b>País</b>	<b>Ninhadas fotografadas</b>
AMNH	American Museum of Natural History	EUA	6
COMB	Universidade de Brasília, Coleção Ornitológica Marcelo Bagno	Brasil	1
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt	Colômbia	25
MACN	Museo Argentino de Ciencias Naturales	Argentina	11
MCN	Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul	Brasil	1
MCZ	Museum of Comparative Zoology	EUA	5
MHN	Museum d'Histoire Naturelle	Suíça	7
MLP	Museo de La Plata	Argentina	1
MLUH	Zentralmagazin Naturwissenschaftlicher Sammlungen	Alemanha	9
MN	Museu Nacional (Rio de Janeiro)	Brasil	5
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle	França	5
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi	Brasil	9
MZUSP	Museu de Zoologia da USP	Brasil	10
NBCN	Naturalis Biodiversity Center	Holanda	20
NHM	Natural History Museum	Inglaterra	25
NHMB	Natural History Museum of Bern	Suíça	5
NMS	National Museum of Scotland	Escócia	45
NMW	Naturhistorisches Museum	Áustria	11
UMZ	University Museum of Zoology	EUA	1
USNM	Smithsonian Institution National Museum of Natural History	EUA	50
WFVZ	Western Foundation of Vertebrate Zoology	EUA	23
ZMB	Zoologisches Museum Berlin	Alemanha	121

6  
7

1 Anexo 2. Registros das ninhadas de Cracidae inseridos na base de dados do Laboratório de  
 2 Ecologia de Aves da Universidade de Brasília.

Museu	Espécie revisada	Ninhada	Dia	Mês	Ano	Pais	Estado	Cidade
AMNH	<i>Mitu tuberosum</i>	3		10	1927	Peru		Rio Pihqui
AMNH	<i>Ortalis canicollis</i>	1	3	12	1908	Argentina	Salta	Rosario de la Frontera
AMNH	<i>Ortalis ruficauda</i>	1	1	5	1905	Trinidad and Tobago	Tobago	
AMNH	<i>Ortalis ruficauda</i>	1	7	4	1905	Saint Vincent and the Grenadines	Union	Bequia
AMNH	<i>Ortalis vetula</i>	4	16	8	1891	México	Tamaulipas	Camargo
AMNH	<i>Penelope purpurascens</i>	1	3	5	1912	Colombia	Antioquia	Medellin
CAS	<i>Ortalis vetula</i>	4	24	6	1890	México	Tamaulipas	Camargo
CAS	<i>Ortalis vetula</i>	3	8	5	1887	México	Tamaulipas	Camargo
CAS	<i>Ortalis vetula</i>	4	29	7	1891	México	Tamaulipas	Camargo
COMB	<i>Ortalis canicollis</i>	2	13	12	2015	Brasil	Mato Grosso	Mimoso
DMNH	<i>Crax alector</i>	2						
DMNH	<i>Ortalis vetula</i>	3	29	5	1900	USA	Texas	Brownsville
DMNH	<i>Ortalis vetula</i>	3						
DMNH	<i>Ortalis vetula</i>	3						
FZB	<i>Ortalis squamata</i>	2		10	2010	Brasil	Rio Grande do Sul	Porto Alegre
FZB	<i>Ortalis squamata</i>	2	7	12	2007	Brasil	Rio Grande do Sul	Triunfo
IAvH	<i>Aburria aburri</i>	1	13	10	2002	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Aburria aburri</i>	1	29	1	2003	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Chamaepetes goudotii</i>	2	27	8	2004	Colombia	Risaralda	Apia
IAvH	<i>Crax alberti</i>	1	2	5	1980	CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax alberti</i>	1				CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax alberti</i>	1	27	1	2003	CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax alberti</i>	2	18	3	2002	CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax daubentoni</i>	1	31	10	2001	CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax daubentoni</i>	1				CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax daubentoni</i>	4	30	1	2003	CATIVEIRO		
IAvH	<i>Crax rubra</i>	1	2	5	1980	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Mitu salvini</i>	2		6	1994	Colombia	Meta	
IAvH	<i>Mitu tomentosum</i>	1	6	6	1978	Colombia	Casanare	Caño Canacavare
IAvH	<i>Mitu tomentosum?</i>	2	19	6	1980	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Ortalis garrula</i>	3	1	5	1970	Colombia	Guajira	Nazaret
IAvH	<i>Ortalis motmot</i>	1	14	3	1994	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Ortalis vetula</i>	3	28	5	1892	USA	Texas	Brownsville
IAvH	<i>Pauxi pauxi</i>	1	12	10	2001	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Pauxi pauxi</i>	1	17	4	1980	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Pauxi pauxi</i>	1	3	1	2003	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Penelope perspicax</i>	1	28	12	2002	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Penelope perspicax</i>	1	8	4	2002	CATIVEIRO	Colombia	

IAvH	<i>Penelope perspicax</i>	1	24	1	2003	CATIVEIRO	Colombia	
IAvH	<i>Penelope perspicax</i>	2			2001	CATIVEIRO	Colombia	Cali
MACN	<i>Crax alector</i>	1			1939	Brasil ?		
MACN	<i>Crax fasciolata</i>	1			1893	Argentina	Buenos Aires	Buenos Aires
MACN	<i>Crax fasciolata ?</i>	3			1939	Argentina		
MACN	<i>Ortalis canicollis</i>	1	10	12	1950	Argentina	Formosa	Costa del Putemayo
MACN	<i>Ortalis canicollis</i>	1		11	1926	CATIVEIRO ?	Buenos Aires	Dolores
MACN	<i>Ortalis canicollis</i>	2	12	12	1904	Argentina	Santiago del Estero	Suncho Corral
MACN	<i>Penelope superciliaris</i>	1		11	1926	CATIVEIRO ?	Buenos Aires	Dolores
MACN	<i>Penelope superciliaris</i>	1	15	12	1926	CATIVEIRO ?	Buenos Aires	Dolores
MACN	<i>Penelope superciliaris</i>	2		11	1926	CATIVEIRO ?	Buenos Aires	Dolores
MACN	<i>Penelope superciliaris</i>	5	15	12	1926	CATIVEIRO ?	Buenos Aires	Dolores
MACN	<i>Pipile jacutinga</i>	1			1987	CATIVEIRO	Misiones	
MACN	<i>Crax fasciolata</i>	1		2	1985	Argentina	Misiones	Posadas
MACN	<i>Crax fasciolata</i>	1				Argentina ?		
MACN	<i>Ortalis canicollis</i>	3	25	11	1971	Argentina	Salta	Rivadavia
MACN	<i>Penelope superciliaris ?</i>					Argentina ?		
MC	?	1			1903-1908	Brasil	Ceará ?	
MC	?	1			1903-1908	Brasil	Ceará ?	
MC	<i>Nothocrax urumutum?</i>	1			1903-1908	Brasil	Ceará ?	
MC	<i>Ortalis superciliaris ?</i>	2			1903-1908	Brasil	Ceará	
MC	<i>Penelope jacucaca OU superciliaris?</i>	1			1903-1908	Brasil	Ceará	
MC	<i>Penelope pileata?</i>	1			1903-1908	Brasil	Ceará ?	
MCZ	<i>Aburria aburri</i>	1						
MCZ	<i>Ortalis vetula</i>	3	11	6	1892	México	Tamaulipas	Camargo
MCZ	<i>Ortalis vetula</i>	4	9	8	1891	México	Tamaulipas	Camargo
MCZ	<i>Ortalis vetula</i>	4	9	6	1890	México	Tamaulipas	Camargo
MCZ	<i>Ortalis vetula</i>	3	25	7	1891	México	Tamaulipas	Camargo
MCZ	<i>Ortalis vetula</i>	4	11	6	1891	México	Tamaulipas	Camargo
MHNG	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1				Colombia	Antioquia	Medellin
MHNG	<i>Crax alberti</i>	1						
MHNG	<i>Crax daubentoni</i>	2			1907	Venezuela	Carabobo	Puerto Cabello
MHNG	<i>Crax fasciolata</i>	1						
MHNG	<i>Crax globulosa</i>	1						
MHNG	<i>Crax rubra</i>	1						
MHNG	<i>Mitu tuberosum ?</i>	1						
MHNG	<i>Ortalis poliocephala</i>	1			1860	México		
MLP	<i>Ortalis canicollis</i>	1	16	11		Argentina	Tucumán	Atahoma
MLUH	<i>Crax globulosa</i>	1	9	8	1904	Brasil		

MLUH	<i>Nothocrax urumutum</i>	1				CATIVEIRO		
MLUH	<i>Penelope obscura</i>	1			1892	Brasil	São Paulo	
MLUH	<i>Penelope obscura</i>	1	30	10	1942	Brasil	Santa Catarina	São Bento
MLUH	<i>Penelope superciliaris</i>	1			1943	Brasil	Santa Catarina	São Bento
MLUH	<i>Penelope superciliaris</i>	1				Brasil	Santa Catarina	Araranguá
MLUH	<i>Penelope superciliaris</i>	4			1943	Brasil	Santa Catarina	São Bento
MLUH	<i>Pipile jacutinga</i>	1				Brasil	São Paulo	
MLUH	<i>Pipile jacutinga</i>	1	18	10	1942	Brasil	Santa Catarina	Joinville
MN	<i>Crax sp.</i>	1				Brasil	Amazonas	
MN	<i>Crax sp.</i>					Brasil	Amazonas	
MN	<i>Mitu mitu ?</i>	1				CATIVEIRO		
MN	<i>Mitu mitu ?</i>	1				CATIVEIRO		
MN	<i>Mitu tuberosum</i>	1				Brasil	Amazonas	
MN	<i>Nothocrax urumutum</i>	6			1994	CATIVEIRO	Rio de Janeiro	Guaratiba
MN	<i>Ortalis araucuan</i>	2	14	2	1919	Brasil	Pará	Santo Antônio do Prata
MN	<i>Penelope pileata</i>	1			1989	CATIVEIRO	Rio de Janeiro	
MN	<i>Penelope sp.</i>	1			1906	Brasil ?		
MN	<i>Penelope superciliaris</i>	1	25	10		CATIVEIRO		
MN	<i>Penelope superciliaris</i>	2	28	8	1923	Brasil	Minas Gerais	Arcos
MN	<i>Penelope obscura</i>		21	10	1955	Brasil	Rio de Janeiro	Itatiaia
MNHN	<i>Aburria aburri</i>	1			1879	Colombia	Antioquia	Frontino
MNHN	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1			1879	Colombia		
MNHN	<i>Nothocrax urumutum</i>	1		3	1935	CATIVEIRO		
MNHN	<i>Ortalis motmot</i>	1		6	1839			
MNHN	<i>Penelope sp.</i>	1						
MPEG	<i>Crax globulosa</i>	1		11	1906	Brasil	Pará	Belém
MPEG	<i>Mitu tuberosum</i>	1		7	1896	Brasil	Parque Zoobotânico Museu Goeldi	Belém
MPEG	<i>Mitu tuberosum</i>	2		6	1896	Brasil	Parque Zoobotânico Museu Goeldi	Belém
MPEG	<i>Nothocrax urumutum</i>	1	16	12	1988	Brasil		Rio Jamari
MPEG	<i>Ortalis superciliaris</i>	1	18	12	1917	Brasil		Santo Antônio do Prata
MPEG	<i>Ortalis superciliaris</i>	2	18	12	1917	Brasil	Pará	Santo Antônio do Prata
MPEG	<i>Ortalis superciliaris</i>	2				Brasil		
MPEG	<i>Ortalis superciliaris</i>	3				Brasil		

MPEG	<i>Penelope pileata</i>	1	21	3	1914	Brasil	Cachoeira da Mutuca	Rio Iriri
MPEG	<i>Pipile cujubi</i>	1			1917	Brasil		Santo Antônio do Prata
MZUSP	<i>Crax fasciolata</i>	1		11	2009	CATIVEIRO		
MZUSP	<i>Nothocrax urumutum</i>	1	24	10	1972	Brasil ?		
MZUSP	<i>Ortalis araucuan</i>	1				Brasil ?		
MZUSP	<i>Ortalis canicollis</i>	1			1908	Argentina		
MZUSP	<i>Ortalis superciliaris</i>	1			1906-1907	Brasil		Boa Vista
MZUSP	<i>Ortalis vetula ?</i>	3	20	4	1910	México	Tamaulipas	Cuidad Victoria Iguape
MZUSP	<i>Penelope obscura</i>	2			1891-1906	Brasil		
MZUSP	<i>Penelope superciliaris</i>	2			1900	Brasil		São Lourenço
MZUSP	<i>Penelope superciliaris</i>	2				Brasil ?		
MZUSP	<i>Pipile jacutinga</i>	1				Brasil ?		
NBCN	<i>Crax alector</i>	1		5	1892	Guiana (Guiana Inglesa)	Berbice	
NBCN	<i>Crax alector</i>	1				CATIVEIRO		
NBCN	<i>Crax alector</i>	3	14	1	1908	Suriname	Pará	
NBCN	<i>Crax daubentoni</i>	1				CATIVEIRO		
NBCN	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
NBCN	<i>Crax globulosa</i>	1				CATIVEIRO		
NBCN	<i>Crax rubra</i>	1				CATIVEIRO	Berlim	
NBCN	<i>Crax rubra</i>	1				CATIVEIRO	Berlim	
NBCN	<i>Mitu tomentosum</i>	1			< 1903			
NBCN	<i>Mitu tuberosum</i>	1			< 1904	CATIVEIRO		
NBCN	<i>Mitu tuberosum</i>	1				CATIVEIRO		
NBCN	<i>Mitu tuberosum</i>	1	17	2	1969	CATIVEIRO		
NBCN	<i>Mitu tuberosum</i>	2						
NBCN	<i>Ortalis motmot</i>	3	4	12	1955	Suriname		
NBCN	<i>Ortalis superciliaris</i>	1	25	8	1925			
NBCN	<i>Ortalis vetula</i>	1						
NBCN	<i>Pauxi pauxi</i>	1						
NBCN	<i>Penelope purpurascens</i>	3		5	1902			
NHM	<i>Aburria aburri</i>	1				Colombia	Antioquia	Frontino
NHM	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1				Colombia	Antioquia	Retiro
NHM	<i>Crax alector</i>	1			<1901	Guiana (Guiana Inglesa)		
NHM	<i>Crax alector</i>	1				Guiana (Guiana Inglesa)		
NHM	<i>Crax alector</i>	1	20	4	1935	Guiana (Guiana Inglesa)		Bartica
NHM	<i>Crax alector</i>	1			< 1852	Guiana (Guiana Inglesa)		
NHM	<i>Crax alector</i>	2			<1901	Colombia		
NHM	<i>Crax alector</i>	8 (7 em 2 fotos)				Guiana (Guiana Inglesa)		

NHM	<i>Crax rubra</i>	2	20	4	1888	Belize		
NHM	<i>Mitu tuberosum</i>	1			<190	Brasil		
NHM	<i>Mitu tuberosum</i>	1			1865	Peru	Ucayali ?	Upper Amazons
NHM	<i>Ortalis canicollis</i>	1	12	11	1905	Argentina	Chaco	Ocampo
NHM	<i>Ortalis canicollis</i>	2	15	11	1903	Argentina	Chaco	Mocovi
NHM	<i>Ortalis leucogastra</i>	1	19	3	1858	Guatemala		La Grande
NHM	<i>Ortalis poliocephala</i>	1			<190	México		
NHM	<i>Ortalis ruficauda</i>	1			1	Trinidad and Tobago	Tobago	
NHM	<i>Ortalis ruficauda</i>	3			1934	Trinidad and Tobago	Tobago	
NHM	<i>Ortalis vetula</i>	2			<190			
NHM	<i>Ortalis vetula</i>	4	16	5	1889	USA	Texas	Rio Grande
NHM	<i>Ortalis vetula</i>	4	25	6	1890	México	Tamaulipas	Camargo
NHM	<i>Pipile cumanensis</i>	2		8	1904	CATIVEIRO		Rio Napo
NMBE	<i>Crax daubentoni</i>	1			1907	Venezuela	Carabobo	Puerto Cabello
NMBE	<i>Crax daubentoni</i>	1				Venezuela	Carabobo	Puerto Cabello
NMBE	<i>Mitu tuberosum ?</i>	1	20	6	1885	CATIVEIRO		
NMBE	<i>Ortalis guttata</i>	2		12	1926	Bolivia	Santa Cruz	Buena Vista
NMBE	<i>Ortalis guttata</i>	3	8	11	1927	Bolivia	Santa Cruz	Buena Vista
NMS	<i>Crax alector</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax alector</i>	2				CATIVEIRO		London
NMS	<i>Crax daubentoni</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax daubentoni</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax daubentoni</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax daubentoni</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax daubentoni</i>	1		7	2003/ 2004			
NMS	<i>Crax daubentoni</i>	2		4	2004	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax fasciolata</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax fasciolata</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax rubra</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Crax rubra</i>	1		5	2003/ 2004			
NMS	<i>Crax rubra</i>	1		7	2003/ 2004			
NMS	<i>Crax rubra</i>	2						
NMS	<i>Crax rubra</i>	2						
NMS	<i>Mitu tuberosum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Mitu tuberosum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Mitu tuberosum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Mitu tuberosum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Mitu tuberosum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Mitu tuberosum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Nothocrax urumutum</i>	1			2003	CATIVEIRO		

NMS	<i>Nothocrax urumutum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Nothocrax urumutum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Nothocrax urumutum</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Ortalis motmot</i>	2						
NMS	<i>Ortalis motmot</i>	2						
NMS	<i>Ortalis motmot</i>	2						
NMS	<i>Ortalis motmot</i>	2						
NMS	<i>Ortalis vetula</i>	1	17	5	1889	México	Tamaulipas	Camargo
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1	13	10	2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi pauxi</i>	1	9	10	2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2003	CATIVEIRO		
NMS	<i>Penelope marail</i>	3						
NMS	<i>Penelope purpurascens</i>	3						
NMW	<i>Crax fasciolata</i>	1			1931	CATIVEIRO		
NMW	<i>Crax fasciolata</i>	1			1999	CATIVEIRO		
NMW	<i>Crax globulosa</i>	1			1909	CATIVEIRO		
NMW	<i>Crax globulosa</i>	2			1895	CATIVEIRO		
NMW	<i>Crax rubra</i>	1			1899	CATIVEIRO		
NMW	<i>Crax rubra</i>	2			1894	CATIVEIRO		
NMW	<i>Mitu tomentosum</i>	2			1829-1834	Brasil	Amazonas ?	
NMW	<i>Mitu tuberosum</i>	2			1823-1835	Brasil		
NMW	<i>Penelope jacucaca</i>	1			1890	CATIVEIRO		
NMW	<i>Penelope obscura</i>	1	13	10	1894	Brasil	São Paulo	Sertão do Juquiá Iguape
NMW	<i>Penelope obscura</i>	4			1901	Brasil	São Paulo	
UFRRJ	<i>Penelope obscura</i>	2			1934	Brasil	Minas Gerais	Dores do Indaiá
UFRRJ	<i>Penelope superciliaris</i>	3			1923	Brasil	Minas Gerais	Dores do Indaiá
USNM	<i>Crax alberti</i>	2	9	3	1948	Colombia	Antioquia	El Real
USNM	<i>Crax alector</i>	1			1892	México	Vera Cruz	Jaxaplan
USNM	<i>Crax alector</i>	1				Guiana		
USNM	<i>Crax alector</i>	1				Guiana		
USNM	<i>Crax globulosa</i>	1			1974	CATIVEIRO		

USNM	<i>Crax rubra</i>	1	10	4	1883	Costa Rica		
USNM	<i>Crax rubra</i>	1			1887	Costa Rica		
USNM	<i>Crax rubra</i>	1	22	4	1904	México		Tampico
USNM	<i>Crax rubra</i>	3		5	1926	CATIVEIRO ?		Tamaulipas
USNM	<i>Mitu tomentosum</i>	1	23	5	1936	Venezuela	Sucre	Guanoco
USNM	<i>Ortalis leucogastra</i> ?	1	1	6	1919	Guatemala	Izabal	
USNM	<i>Ortalis sp.</i>	1				Trinidad and Tobago	Tobago	
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	1				USA	Texas	
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	1	12	5	1877	USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	2	29	5	1889	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	2						
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	2	21	7	1891	USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	2	8	5	1877	USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3				USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3				USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	28	4	1878	USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	27	5	1891	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	15	5	1891	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	14	5	1891	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	16	4	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	28	4	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	21	4	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	1	6	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	11	6	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	25	5	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	27	4	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	24	5	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3						
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3						
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	5	5	1927	USA	Texas	
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	6	5	1927	USA	Texas	
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	2	6	1928	USA	Texas	
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	8	5	1877	USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3				USA	Texas	Hidalgo
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	4	23	4	1892	USA	Texas	Brownsville
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	4				México	Matamoras	
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	4	17	5	1878	USA	Texas	Edinburgh
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	2	6	5	1923	Guatemala	Petén	Chuntuqui
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	30	4	1924	Guatemala	Petén	Chuntuqui
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	9	5	1923	Guatemala	Petén	Chuntuqui
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	2	5	1923	Guatemala	Petén	Chuntuqui
USNM	<i>Ortalis vetula</i>	3	30	4	1923	Guatemala	Petén	Chuntuqui
USNM	<i>Ortalis vetula</i> ?	1		6	1863	México	Colima	
USNM	<i>Ortalis vetula</i> ?	1		5	1863	México	Colina	
USNM	<i>Ortalis vetula</i> ?	2				México	Mazatlan	

USNM	<i>Ortalis vetula ?</i>	3				México	Yucatán	Merida
USNM	<i>Ortalis vetula ?</i>	3				México	Yucatán	Merida
USNM	<i>Ortalis vetula ?</i>	3				México	Yucatán	Merida
USNM	<i>Ortalis wagleri</i>	4				México	Mazatlan	
USNM	<i>Pauxi Pauxi</i>	2	27	5	1936	Venezuela	Sucre	Guanoco
USNM	<i>Penelope purpurascens</i>	1	2	3	1903	México	Michoacan	
USNM	<i>Pipile jacutinga</i>	2			1980	Brasil	Paraná ?	Guaratuba
USNM		3				México		
WFVZ	<i>Crax alector</i>	1	8	10	1953	Brasil		
WFVZ	<i>Crax globulosa</i>	1		5	1901	Panama		
WFVZ	<i>Crax rubra</i>	1	30	3	1963	México	Oaxaca	Matias Romero
WFVZ	<i>Crax rubra</i>	1		5	1898	Ecuador	Napo ?	Rio Napo
WFVZ	<i>Crax rubra</i>	1			1905	Belize		
WFVZ	<i>Crax rubra</i>	1		5	1898	Ecuador	Napo ?	Rio Napo
WFVZ	<i>Mitu tuberosum</i>	1		5	1900	Brasil	Pará	
WFVZ	<i>Mitu tuberosum</i>	1		5	1900	Brasil	Pará	
WFVZ	<i>Mitu tuberosum</i>	1		5	1900	Brasil	Pará	Rio Tapajós
WFVZ	<i>Nothocrax urumutum</i>	1	29	3	1979	CATIVEIRO		
WFVZ	<i>Ortalis canicollis</i>	2	8	12	1979	Argentina	Santa Fé	Colmena
WFVZ	<i>Ortalis cinereiceps</i>	2	1	5	1932	Costa Rica	San Jose	El General
WFVZ	<i>Ortalis motmot</i>	1			1985	CATIVEIRO	New Orleans	Orleans Co.
WFVZ	<i>Ortalis poliocephala</i>	3	13	6	1950	México	Sonora	
WFVZ	<i>Ortalis poliocephala</i>	3	15	6	1947	México	Sonora	Baboyahui
WFVZ	<i>Pauxi pauxi</i>	2	1	6	1998	CATIVEIRO	New Orleans	Orleans Co.
WFVZ	<i>Penelope jacquacu</i>	4	7	3	1983	CATIVEIRO	California	El Monte
WFVZ	<i>Penelope purpurascens</i>	3	4	4	1967	México	Oaxaca	
WFVZ	<i>Penelope superciliaris</i>	2	27	8	1959	CATIVEIRO	Paris	
WFVZ	<i>Penelopina nigra</i>	2	11	5	1963	México	Oaxaca	
WFVZ	<i>Pipile cumanensis ?</i>	2	17	3	1929	French Guiana		
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1		2	1879	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1	15	6	1867	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1				USA	Texas	Brownsville
ZMB	<i>Crax alector</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax alector</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax alector</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax alector</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax daubentoni</i>	1			1886	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax daubentoni</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1			2008	CATIVEIRO		

ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1			2009	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1	23	4		CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1					Equador	
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	11	9	1880	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1			1862	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Mitu tomentosum</i>	1					Brasil	
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1	15	6	1867	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1		2	1879	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis canicollis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis canicollis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis canicollis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1					México	
ZMB	<i>Pauxi pauxi</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Pauxi pauxi</i>	1	9	5	1890	Venezuela ?	Sucre ?	San Esteban
ZMB	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Pauxi unicornis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Penelope marail</i>	1					Brasil	
ZMB	<i>Penelope superciliaris</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Penelope superciliaris</i>	1				CATIVEIRO		
ZMB	<i>Pipile cumanensis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Pipile cumanensis</i>	1			2008	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Aburria aburri</i>	1					Colombia	
ZMB	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1	8	3	1887	Colombia / Peru		
ZMB	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1					Colombia/Peru	
ZMB	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1	28	10	1887	Colombia / Peru		
ZMB	<i>Crax alberti</i>	1	4	7	1895	CATIVEIRO		
ZMB	<i>Crax alector</i>	1					Guiana (Guiana Inglesa)	
ZMB	<i>Crax alector</i>	2?					Guiana (Guiana Inglesa)	
ZMB	<i>Crax daubentoni</i>	1					Venezuela	
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1			1907		Brasil	
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1	3	7	1901		Brasil	

ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1					Brasil		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1					Peru		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1					Peru	Loreto	Iquitos
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	20?	5?					
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1							
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	3	6	1898		CATIVEIRO		
ZMB	<i>Mitu mitu</i>	1					Peru	Amazonas	
ZMB	<i>Mitu tomentosum</i>	1	1	7	1896				
ZMB	<i>Mitu tomentosum</i>	3	1	7	1896				
ZMB	<i>Nothocrax urumutum</i>	1					CATIVEIRO		
ZMB	<i>Ortalis canicollis</i>	1					Argentina		
ZMB	<i>Ortalis guttata</i>	1					Peru		
ZMB	<i>Ortalis motmot</i>	2					Guiana (Guiana Inglesa)		
ZMB	<i>Ortalis motmot</i>	2					Guiana (Guiana Inglesa)		
ZMB	<i>Ortalis ruficauda?</i>					< 1910	Trinidad and Tobago	Tobago ?	
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1					Honduras		
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1			1895		USA	Texas	
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1			77		México	Yucatán	
ZMB	<i>Pauxi pauxi</i>	1							
ZMB	<i>Penelope sp</i>	1					CATIVEIRO		
ZMB	<i>Penelope jacucaca</i>	1					Brasil	Rio de Janeiro	
ZMB	<i>Penelope jacucaca</i>	1					CATIVEIRO		
ZMB	<i>Penelope marail</i>	1			1893		Colombia		
ZMB	<i>Penelope marail</i>	1					Brasil ? / Guiana ?		
ZMB	<i>Penelope obscura</i>	1					Brasil	São Paulo	Iguape
ZMB	<i>Penelope obscura</i>	1					Brasil	São Paulo	Iguape
ZMB	<i>Penelope superciliaris</i>	1					Brasil	Santa Catarina	Araranguá
ZMB	<i>Pipile cumanensis</i>	1			1876		Peru		Pava
ZMB	<i>Pipile jacutinga</i>	1					Brasil		
ZMB	<i>Pipile jacutinga</i>	1					Brasil		
ZMB	<i>Chamaepetes goudotii</i>	1	28	12 ?	1905		Bolivia		
ZMB	<i>Crax alberti</i>	3	4	7	1895		Colombia		
ZMB	<i>Crax alector</i>	1	14	8	1900		Guiana (Guiana Inglesa)		
ZMB	<i>Crax daubentoni</i>	1			1895		Venezuela		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	1					Brasil		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	2	27	5	1897		Paraguay / Brasil ?		
ZMB	<i>Crax fasciolata</i>	2	9	6	1900		Paraguay / Brasil ?		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1							
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1	14	5	1908		Brasil		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1	4	5	1908		Brasil		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	1					Brasil		
ZMB	<i>Crax globulosa</i>	3	7	6	1901		Brasil		

ZMB	<i>Crax globulosa</i>	3	21	7	1900	Peru		
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	10	6	1900			
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	1	7	1899			
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	22	4	1899			
ZMB	<i>Crax rubra</i>	1	25	4	1900			
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	1	3	7	1897	Guiana (Guiana Inglesa)		
ZMB	<i>Mitu tuberosum</i>	2	1	1	1895	Brasil	Pará	São João
ZMB	<i>Nothocrax urumutum</i>	1						
ZMB	<i>Nothocrax urumutum</i>	1			1905			
ZMB	<i>Nothocrax urumutum</i>	1						
ZMB	<i>Nothocrax urumutum</i>	2	19	10	1912			
ZMB	<i>Ortalis canicollis</i>	2				Argentina		
ZMB	<i>Ortalis guttata</i>	2				Peru		
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1				México	Yucatán	
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1	29	5	1908			
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	1	8	6	1892			
ZMB	<i>Ortalis vetula</i>	2	3	6	1912			
ZMB	<i>Pauxi pauxi</i>	1	10	7	1901			
ZMB	<i>Penelope jacucaca</i>	1			1895	Brasil		
ZMB	<i>Penelope jacucaca</i>	1				Brasil		
ZMB	<i>Penelope obscura</i>	1	20	7?	1911	Brasil		
ZMB	<i>Penelope superciliaris</i>	1				Brasil		
ZMB	<i>Penelope superciliaris</i>	1	1	8	1910	Brasil		
ZMB	<i>Pipile cumanensis</i>	1				Peru		
ZMB	<i>Pipile jacutinga</i>	1	19	7	1901	Brasil		