

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS- CÂMPUS MORRINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AMBIENTE E SOCIEDADE

Biologia Reprodutiva de Udu *Momotus momota* (Aves: Momotidae)

SINARA LUÍSA VELOSO

Morrinhos

2019

SINARA LUÍSA VELOSO

Biologia Reprodutiva de Udu *Momotus momota* (Aves: Momotidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestra em Ambiente e Sociedade sob a orientação do Prof. Dr. Marcos Antônio Pesquero.

Morrinhos

2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

VV443b Veloso, Sinara Luísa
Biologia Reprodutiva de Udu Momotus momota (Aves: Momotidae) /
Sinara Luísa Veloso; orientador Marcos Antônio Pesquero. --
Morrinhos, 2019.
30 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Ambiente e Sociedade) -- Câmpus-Morrinhos,
Universidade Estadual de Goiás, 2019.

1. Cuidado Parental em Udu Momotus momota (Aves: Momotidae)
no Parque Natural de Morrinhos (PNM). 2. Dimorfismo sexual
secundário em Udu Momotus momota (Aves: Momotidae) e a relação
com o sucesso reprodutivo. I. Pesquero, Marcos Antônio, orient. II.
Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS- CÂMPUS MORRINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AMBIENTE E SOCIEDADE

SINARA LUÍSA VELOSO

Biologia Reprodutiva de Udu *Momotus momota* (Aves: Momotidae)

Banca examinadora:

Morrinhos, _____ de _____ de 2019

Prof. Dr. Daniel Blamires – UEG/GO

Prof. Dra. Lorena Dallara Guimarães – UFG/GO

Prof. Dr. Orientador Marcos Antônio Pesquero – UEG/GO

Morrinhos

2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois acredito que é ele quem guia a minha vida.

Aos meus pais Márcia Rodrigues dos Santos e Luíz Eloi Veloso por sempre quererem o melhor para mim.

Ao meu Orientador Marcos Antônio Pesquero que admiro muito e grande parte do que aprendi no curso devo a ele, tanto formação profissional quanto pessoal, pois o tenho como exemplo.

Ao Crizanto Brito de Carvalho pela coordenação do projeto de anilhamento das aves junto ao CEMAVE.

À Loane Cristina de Souza e toda equipe da Superintendência do Meio Ambiente do município de Morrinhos pela permissão e apoio às coletas no Parque Municipal Jatobá Centenário.

À CAPES e à PrP/UEG pela concessão das bolsas de estudos.

A todos que participaram de alguma forma da minha caminhada... Muito obrigada!

SUMÁRIO

Capítulo 1. Cuidado Parental em *Momotus momota* no Parque Natural de Morrinhos (PNM)

RESUMO	06
ABSTRACT.....	07
INTRODUÇÃO.....	08
MÉTODOS.....	09
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	15
REFERÊNCIAS.....	15

Capítulo 2. Dimorfismo sexual secundário em *Momotus momota* (Aves: Momotidae) e a relação com o sucesso reprodutivo

RESUMO	18
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MÉTODOS.....	21
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27
APÊNDICE.....	29

CAPÍTULO I

Cuidado Parental em Udu *Momotus momota* (Aves: Momotidae) no Parque Natural de Morrinhos (PNM)

Resumo:

Os estudos dos comportamentos envolvidos na reprodução são de grande importância para a conservação das espécies e seus respectivos habitats. O cuidado parental em aves é expresso por um conjunto de comportamentos variados que resultam em três atividades principais: a construção do ninho, a incubação e a alimentação da prole. Apesar do alto custo energético nas atividades de cuidado parental as expectativas de vida dos descendentes aumentam. O presente trabalho foi desenvolvido no Parque Natural Municipal localizado em Morrinhos – GO e teve como objetivo descrever o comportamento reprodutivo de *Momotus momota*, uma espécie de ave Neotropical que nidifica em cavidades. As aves foram monitoradas com binóculos (8X40) de 2011 a 2014. Os resultados mostram que a espécie apresenta cuidado biparental, sendo que um indivíduo pernoitou junto aos ovos e também colaborou com incubação diurna, realizando a maior parte dessa atividade (66%). Os ninhegos foram observados de setembro a dezembro e alimentados pelo casal a uma taxa média de $1,74 \pm 0,29$ visitas de alimentação/ninhego/hora, durante todo o período que permaneceram dentro do ninho. A dieta onívora dos ninhegos foi semelhante a dos pais, sendo composta por diferentes grupos tróficos, basicamente por insetos (66%), frutos (19%) e minhocas (11%), além de piolhos-de-cobra, aranhas, lacraias e vertebrados.

Palavras-chave: Cuidado parental, dieta, ninhego, período reprodutivo.

Abstract

Studies of the behaviors involved in the reproduction are of great importance for the conservation of the species and their respective habitats. Parental care in birds is expressed by a set of varied behaviors that results in three main activities: nest building, incubation, and offspring feeding. Despite the high energy costs in parental care activities, the life expectancy of the offspring increases. The present work was developed in the Municipal Natural Park located in Morrinhos - GO and had as objective to describe the reproductive behavior of *Momotus momota*, a Neotropical species that nests in cavities. The birds were monitored with binoculars (8X40) from 2011 to 2014. The results show that the species has biparental care, being that an individual stayed overnight with the eggs and also collaborated with daytime incubation, performing most of this activity (66%). The nestlings were observed from September to December, and they were fed by the couple at an average rate of 1.74 ± 0.29 feeding visits / nestling / hour, throughout the period they remained inside the nest. The omnivores diet was similar to that of the parents, being composed of different trophic groups, mainly insect (66%), fruit (19%) and worm (11%), as well as millipedes, spider, centipedes and vertebrates.

Keywords: Parental care, diet, nestling, reproductive period.

Introdução

Nas aves, a dedicação dos machos aos cuidados com a prole pode variar entre os casos extremos de nenhuma ajuda à extensiva ajuda às fêmeas (ANDERSSON, 1994), ocupando posição central nas discussões sobre mortalidade diferencial (LIKER; SZÉLEKY, 2005), sucesso reprodutivo (MOLLER, 2000; MOLLER; CUERVO, 2000), seleção sexual (MOLLER; THORNHILL, 1998) e sistemas de acasalamento (WITTENBERGER; TILSON, 1980). Entretanto, apesar de abrigar grande riqueza de espécies (PIACENTINI et al., 2015), as regiões tropicais são ainda pouco estudadas

Segundo Macedo (2008), a diversidade associada às aves inclui a multiplicidade de interações biológicas, comportamentos e sistemas sociais de acasalamento. A descrição do cuidado parental de aves pouco estudadas, principalmente nas regiões tropicais, é importante para o avanço do conhecimento sobre esse tema. *Momotus momota* (Linnaeus), embora muito comum no Brasil e com estado de conservação Pouco Preocupante (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2016), foi pouco estudada em relação aos aspectos reprodutivos, especialmente, cuidado parental (SKUTCH, 1964). Dessa forma, o acompanhamento da dinâmica populacional de aves ao longo do tempo, em especial durante o período reprodutivo, constitui conhecimento fundamental à conservação das espécies e dos habitats, e às discussões acerca da evolução dos sistemas de acasalamento e da seleção sexual.

Momotus momota é uma ave neotropical com ampla distribuição geográfica na América do Sul, ocorrendo em terras baixas da Venezuela ao norte da Argentina (STILES, 2009). A espécie, assim como outros membros da família Momotidae, apresenta longas retrizes terminando em forma de raquete com movimentos semelhantes ao pêndulo de um relógio, coroa em tons de azul e bico serrilhado. Apesar do grande comprimento total devido à cauda ($38,79 \pm 3,214\text{cm}$, $n = 51$), os adultos apresentam em média apenas $112,63 \pm 11,32\text{g}$ ($n = 15$) de massa corpórea (MELO; PIRATELLI, 1999). Os momotídeos também são conhecidos por escavarem em barrancos, construindo uma cavidade horizontal de pouco mais de um metro de comprimento para chocar de dois a quatro ovos brancos (SKUTCH, 1945, 1947, 1964). Esse comportamento contribui para a seleção de habitats próximos de cursos d'água, tais como as matas ciliares (MELO; PIRATELLI, 1999). *Momotus momota* é considerada onívora, frequentemente alimentando-se de insetos, pequenos vertebrados e frutos obtidos entre 1-1,5m de altura do solo (OREJUELA, 1980; REMSEN Jr et al., 1993; MELO; PIRATELLI, 1999).

Por ser uma ave tropical e monomórfica é previsto um sistema de acasalamento

monogâmico para *Momotus momota*, em que a participação dos machos no cuidado parental seja intensa (STUTCHBURY; MORTON, 2001). Portanto, o objetivo deste trabalho é quantificar a participação de machos e fêmeas no cuidado parental, particularmente na incubação dos ovos e na alimentação dos ninhegos e discutir os resultados em relação ao sistema monogâmico previsto.

Métodos

Área de estudo

O município de Morrinhos (17°30'05" 18°06'11"S, 48°48'49" 49°27'42"W) está inserido no Planalto Rebaixado de Goiânia, caracterizado por formas de relevo convexas e tabulares sustentadas por quartzitos e micaxistos do grupo Araxá, e altitudes entre 600 a 850 metros (NASCIMENTO, 1992). O Parque Natural de Morrinhos – PNM (100 ha), criado por lei municipal para proteger as nascentes do córrego Maria Lucinda, abriga uma fitofisionomia diferente das constituintes do bioma Cerrado, provavelmente pertencente ao bioma da Floresta Atlântica devido à expansão e contração das florestas ocorridas entre períodos secos e úmidos durante o quaternário (VAN DER HAMMEN, 1974).

A vegetação predominante no parque ocorre sobre solo não sujeito à inundação e é representada por árvores de até 25 metros de altura tais como o jatobá, a peroba, o mandioqueiro, a maria-preta, a canela, o angico, o ingá e a garapa. Na zona sul do parque, várias nascentes se unem formando o córrego Maria Lucinda, conferindo uma característica hidromórfica ao solo povoado de árvores com raízes tabulares e aéreas, samambaias e palmiteiros.

Coleta e análise dos dados

Nós visitamos o PNM mensalmente por quatro anos (2011 a 2014) procurando por ninhos ativos ao longo de uma seção de 700 m de margens ao longo do córrego Maria Lucinda. A utilização do micro-habitat por casais de aves foi medida no espaço e no tempo para detectar o padrão de ocupação espacial dos ninhos de *M. momota* nos barrancos. Para essas análises, todos os ninhos ativos foram mapeados através de trena e GPS e posicionados uns em relação ao vizinho mais próximo e em relação ao ninho utilizado no período reprodutivo anterior. As análises foram realizadas com auxílio do programa BioEstat 5.3

(AYRES et al., 2007). Anualmente, dois ninhos ativos foram selecionados aleatoriamente para coleta de dados sobre incubação e alimentação de ninhegos. Dois observadores posicionados a seis metros de distância dos ninhos coletaram os dados semanalmente do nascer ao pôr do sol, totalizando 65 horas de observação por ninho durante cinco dias para cada uma das atividades (incubação e alimentação dos ninhegos).

Os níveis de cuidados parentais em incubação e alimentação dos ninhegos foram quantificados separadamente para os dois indivíduos que compunham os casais com base na duração (minutos) de cada turno de incubação e na taxa de alimentação dos ninhegos, respectivamente. As observações da atividade de incubação e alimentação sempre iniciaram 30 minutos antes do nascer do sol e encerravam com o anoitecer. Dessa forma, considerando que o turno de incubação noturna é realizado sempre pelo mesmo indivíduo, provavelmente a fêmea (SKUTCH, 1964), a visualização do parceiro nas proximidades do ninho durante os momentos de revezamento de incubação permitiu distinguir os sexos dos indivíduos. Por outro lado, durante o período de alimentação dos ninhegos em que as entradas e saídas dos parceiros não são sincronizadas, a identificação dos indivíduos, mas não do provável sexo, foi possível em apenas quatro ninhos por motivo de desgaste das bandeiras somente em um dos parceiros (SKUTCH, 1971).

Usamos o teste Qui-quadrado (χ^2) para igualdade de proporções para comparar: i) Os tempos totais (em minutos) gastos por indivíduo na incubação diária e ii) Os números totais de visitas de alimentação. Analisamos a relação entre a taxa de alimentação e a idade dos ninhegos utilizando o índice de correlação não paramétrica de Spearman (r_s) devido ao pequeno tamanho amostral. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa de software BioEstat 5 (AYRES et al. 2007). O ritmo diário de alimentação foi padronizado pelo horário do nascer do sol (COSTA, 2005) e pelo número de ninhegos dentro de cada ninho. O número de ovos e ninhegos foram quantificados com o auxílio de uma câmera endoscópica com iluminação (4 m) conectada a um computador e inserida nos ninhos uma vez por semana enquanto as aves adultas estavam ausentes (PESQUERO et al., 2014). Os itens alimentares trazidos para o ninho foram identificados por observação direta usando binóculos (8X40).

Resultados

Momotus momota foi observada em todos os meses dos quatro anos de estudo. Em julho, os casais foram observados entrando e saindo dos ninhos com os bicos sujos de terra e em setembro as aves iniciaram a atividade de cópula. Quatorze casais estabeleceram ninhos

nos barrancos do córrego Maria Lucinda ao longo dos quatro períodos de reprodução analisados. Os tuneis encontrados nos barrancos mediram, em média, $2,37 \pm 0,50\text{m}$ de comprimento (min = 1,70m; max = 3,30m, n = 14).

Os ninhos ativos estavam localizados a uma distância de $83,6 \pm 25,7\text{m}$ (n=14) em relação aos vizinhos mais próximos. A distância dos ninhos de um ano para o outro foi de $10,7 \pm 14,60\text{m}$ (n=14). Com exceção de dois ninhos que foram utilizados em dois anos consecutivos, os casais sempre nidificaram em um novo túnel localizado próximo ao utilizado no ano anterior.

A incubação dos ovos ocorreu em setembro e outubro e os ninhegos foram observados principalmente em outubro e novembro nos quatro períodos de reprodução analisados (Fig. 1). A incubação se estendeu por $17 \pm 1,3$ dias e o período de ninhegos foi de $37 \pm 1,8$ dias, totalizando $52 \pm 2,1$ dias (n = 8 ninhos). As fêmeas depositaram de dois a quatro ovos brancos ($3,2 \pm 0,43$ ovos/ninho, n = 14) sobre o solo da câmara aberta no fim do túnel (Fig. 2). Os casais utilizaram um sistema de incubação diário composto por quatro revezamentos (Tab. 1). Um indivíduo (A) pernitoou junto aos ovos e também colaborou com incubação diurna, realizando a maior parte dessa atividade (66% , $\chi^2 = 126$, gl = 1, $p < 0.00001$, n = 8 ninhos e 32 dias de incubação).

Figura 1. Ciclo reprodutivo de *Momotus momota* no Parque Natural de Morrinhos (GO) de 2011 a 2014.

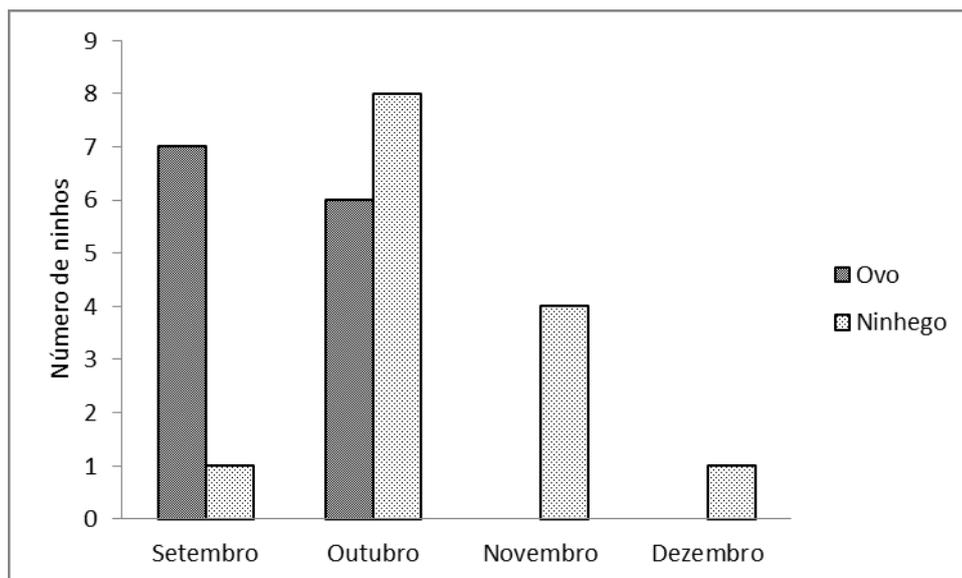


Figura 2. Ovos de *Momotus momota*.



Tabela 1. Horários de revezamentos, em relação ao nascer do sol, de entrada e saída dos pais nos ninhos durante o período de incubação de *Momotus momota*. As letras A e B são utilizadas para diferenciar os parceiros.

Horário de saída do ninho (média ± DP)	Horário de entrada no ninho (média ± DP)
-4min ± 5min (A)	14min ± 7min (B)
5h 19min ± 21min (B)	5h 52min ± 5min (A)
8h 11min ± 15min (A)	8h 43min ± 13min (B)
10h 58min ± 17min (B)	12h 13min ± 6min (A)

Os ninhegos foram alimentados pelo casal a uma taxa média de $1,74 \pm 0,29$ visitas de alimentação/ninhego/hora, durante todo o período que permaneceram dentro do ninho. Não houve picos evidentes da atividade de alimentação dos ninhegos ao longo do dia (Fig. 3). Entretanto, a alimentação foi dependente da idade dos ninhegos, sendo observada uma taxa crescente em função da idade ($r_s = 0,70$, $t = 2,93$, $p = 0,017$) (Fig. 4). Não foi observada diferença proporcional significativa na dedicação de cada parceiro à alimentação dos ninhegos (53% vs. 47%, $\chi^2 = 1.01$, $gl = 1$, $p = 0,32$).

Figura 3. Taxa média de alimentação de ninhegos de *Momotus momota* segundo as horas do dia.

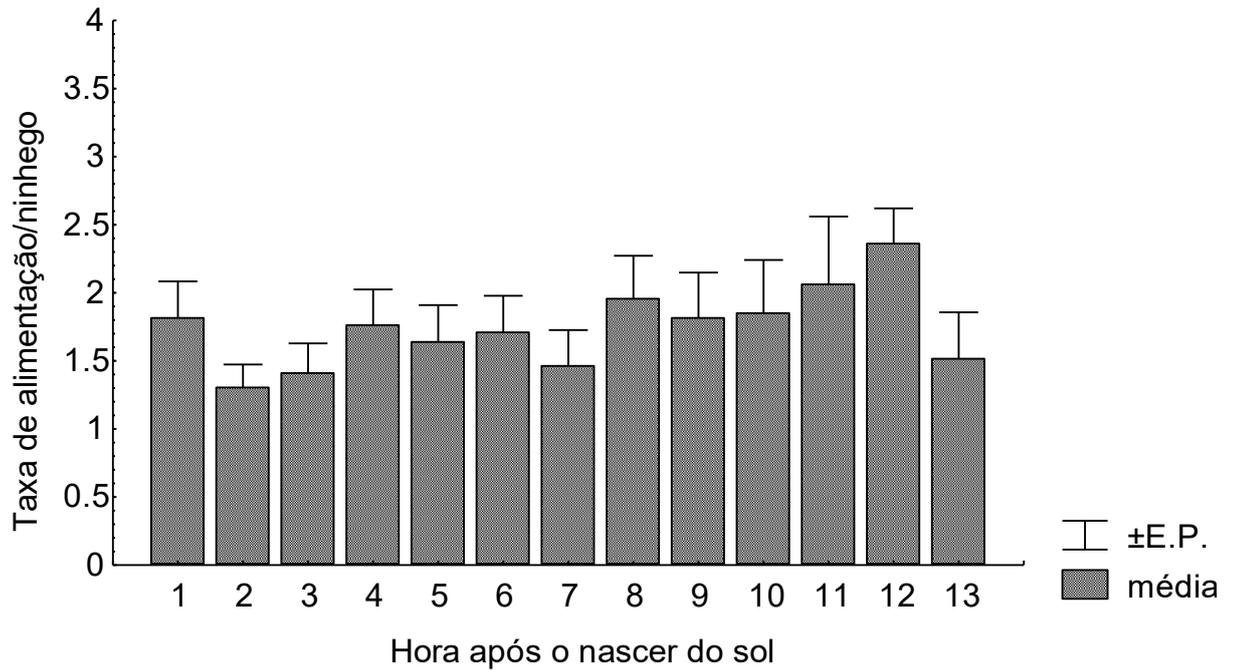
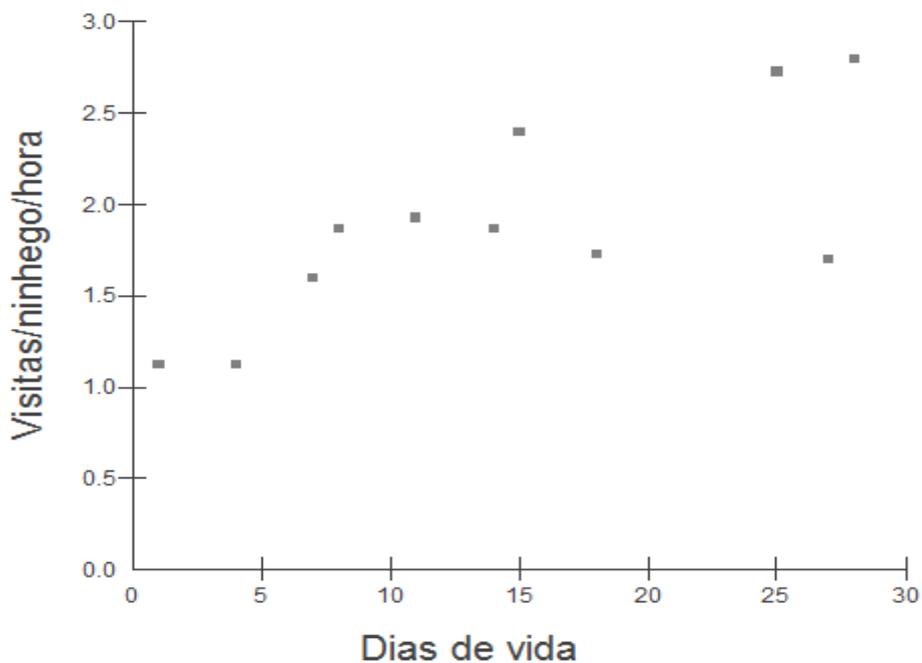


Figura 4. Taxa média de alimentação segundo a idade dos ninhegos de *Momotus momota* em dois ninhos observados em Morrinhos (GO) de 2011 a 2014.



A dieta onívora dos ninhegos foi composta por diferentes grupos tróficos, basicamente por insetos (66%), frutos (19%) e minhocas (11%), além de piolhos-de-cobra, aranhas,

lacraias, lagartos, rã e um filhote de mamífero (não identificado) (Fig. 5). Dentro da classe dos insetos, aqueles de maior tamanho, tais como mariposas, borboletas, cigarras, libélulas e besouros foram os mais capturados (Fig. 6).

Figura 5. Dieta de ninhegos de *Momotus momota*.

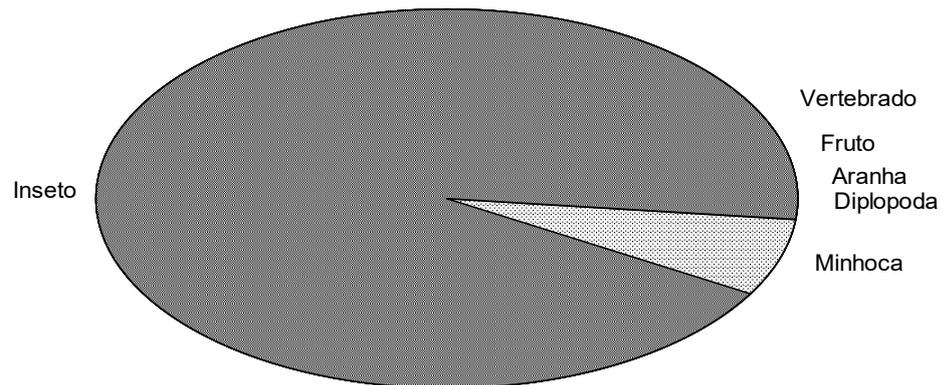
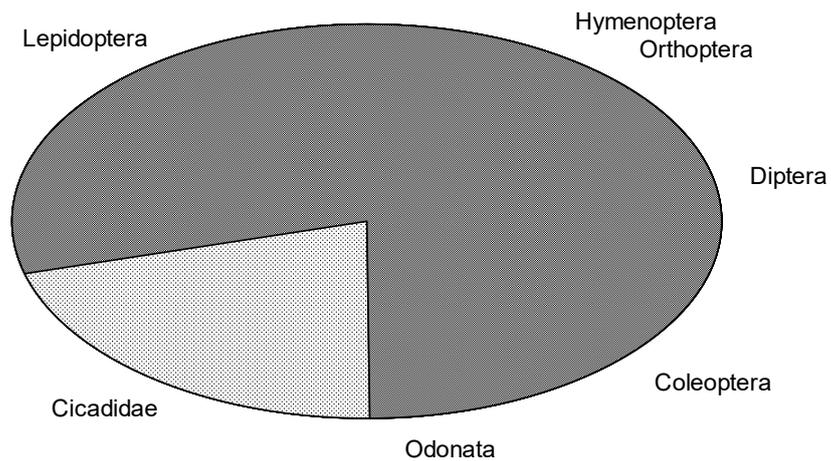


Figura 6. Dieta de ninhegos de *Momotus momota* segundo a classe dos insetos.



Discussão

Momotus momota se mostrou residente no Parque Natural de Morrinhos, além disso, o casal sempre nidificava em um túnel próximo ao utilizado no ano interior (supostamente o mesmo casal) indicando uma forte territorialidade da espécie. A alternância de tuneis a cada período reprodutivo pode estar relacionada à presença de parasitas resultantes do grande volume de fezes acumulado dentro do ninho ao longo do período de alimentação dos ninhegos. Essa hipótese é levantada com base em ocasiões de incubação e alimentação dos ninhegos em que o casal entrou no ninho com folhas frescas no bico. Esse comportamento pode ser uma estratégia de combate químico a ectoparasitas, pois a espécie não constrói ninhos com folhas e também não se alimenta delas. Wimberger (1984) relacionou significativamente a utilização de folhas frescas com a reutilização dos ninhos em espécies de falconiformes. Lafuma *et al.* (2001) demonstraram que as folhas frescas trazidas para o ninho têm função protetora da prole repelindo ou confundindo insetos parasitas.

O período de reprodução é sazonal, começando em setembro e se estendendo até começo de dezembro, período em que se iniciam as chuvas (PESQUERO; TEIXEIRA FILHO; JUNQUEIRA, 2012) e, conseqüentemente, aumenta a oferta de alimentos como frutos e artrópodes tanto para os pais como para os ninhegos (VILELA *et al.* 2016; MARTIN, 1987). Foi observado ninhegos de setembro a dezembro com maior número em outubro e ovos apenas em setembro e outubro. A participação do casal na atividade de incubação dos ovos é comum entre momotídeos (SKUTCH, 1945, 1964, 1971). O cuidado biparental, com investimento dos machos na alimentação dos ninhegos e, principalmente na incubação dos ovos, é comportamento comum em aves de região tropical (STUTCHBURY; MORTON, 2001) e é forte evidência de sistema de acasalamento monogâmico (WITTENBERGER; TILSON, 1980). Entretanto, somente a técnica de anilhamento em estudo de médio prazo permitiria a coleta de dados mais conclusivos.

Referências

- ANDERSSON, M. *Sexual selection*. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- AYRES M.; AYRES, M. Jr; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. 5 ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007.

- BirdLife International 2016. *Momotus momota*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T61634607A95173087. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T61634607A95173087.en>. Acesso em 20 Jan 2018.
- BUTCHER, G.S.; ROHWER, S. The evolution of conspicuous and distinctive coloration for communication in birds. **Curr. Ornithol.**, 6: 51-108, 1988.
- HANSEN, S.A.; HASSELQUIST, D.; FOLSTAD, I.; ERIKSTAD, K.E. Cost of reproduction in a long lived bird: incubation effort reduces immune function and future reproduction. **Proceedings of the Royal Society London**. 272: 1039-1046, 2005.
- LAFUMA, L.; LAMBRECHTS, M.M.; RAYMOND, M. Aromatic plants in bird nests as a protection against blood-sucking flying insects? **Behavioural Processes**, 56: 113–120, 2001.
- LIKER, A.; SZÉKELY, T. Mortality costs of sexual selection and parental care in natural populations of birds. **Evolution**, 59(4): 890-897, 2005.
- MACEDO, R.H. Neotropical model systems: social and mating behavior of birds. **Ornitologia Neotropical**, 19: 85-93, 2008.
- MELO, F.P.; PIRATELLI, A.J. Biologia e ecologia do udu-de-coroa-azul (*Momotus momota*: Aves, Momotidae). **Ararajuba**, 7: 57-61, 1999.
- MØLLER, A.P. Male parental care, female reproductive success, and extra-pair paternity. **Behavioral Ecology**, 11, 161–168, 2000.
- MØLLER, A.P.; CUERVO, J.J. The evolution of paternity and parental care in birds. **Behavioral Ecology**, 11: 472-485, 2000.
- MØLLER, A.P.; THORNHILL, R. Male parental care, differential parental investment by females and sexual selection. **Anim. Behav.**, 55: 1507–1515, 1998.
- NASCIMENTO, M.A.S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim de Geografia**, 12: 1-22, 1992.
- OREJUELA, J.E. Niche relationships between turquoise-browed and blue crowned momots in the Yucatán Peninsula, Mexico. **Wilson Bull.**, 92: 229-244, 1980.
- PESQUERO, M.A.; TEIXEIRA FILHO, J.C.; JUNQUEIRA, D.I. In: SILVA, M.V.; PESQUERO, M.A. (Orgs). **Caminhos interdisciplinares pelo ambiente, história e ensino: o sul goiano no contexto**. Uberlândia: Assis, p. 85-102, 2012.
- PITCHER, T.E.; DUNN, P.O.; WHITTINGHAM, L.A. Sperm competition and the evolution of testes size in birds. **J. Evol. Biol.** 18: 557–567, 2005.
- REMSEN Jr., J.V., HYDE, M.A.; CHAPMAN, A. The diets of neotropical trogons, motmot, barbets and toucans. **The Condor**. 95: 178-192, 1993.

- RICKLEFS, R.E. Density dependence, evolutionary optimization and the diversification of avian life histories. **The Condor**. 102: 9-22, 2000.
- SKUTCH, A.F. Life history of the blue-throated green motmot. **The Auk**. 62: 489-517, 1945.
- SKUTCH, A.F. Life history of the turquoise-browed motmot. **The Auk**, 64: 201-217, 1947.
- SKUTCH, A.F. Do tropical birds rear as many young as they can nourish? **Ibis**, 91: 430-455, 1949.
- SKUTCH, A.F. The incubation patterns of birds. **Ibis**. 99: 69-93, 1957.
- SKUTCH, A.F. Life history of the blue-diademed motmot *Momotus momota*. **Ibis**, 106: 321-332, 1964.
- SKUTCH, A.F. Life history of the broad-billed motmot, with notes on the rufous motmot. **The Wilson Bulletin**, 83: 74-94, 1971.
- STILES, F.G. A review of the genus *Momotus* (Coraciiformes: Momotidae) in northern South America and adjacent areas. **Ornitología Colombiana**, 8: 29-75, 2009.
- STUTCHBURY, B.J.M.; MORTON, E.S. **Behavioral ecology of tropical birds**. Academic Pres: San Diego, 2001.
- VAN DER HAMMEN, T. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. **Journal of Biogeography** 1: 3-26, 1974.
- VILELA, D.S.; FERREIRA R.G.; DEL-CLARO K. The Odonata community of a Brazilian vereda: seasonal patterns, species diversity and rarity in a palm swamp environment. **Bioscience Journal** 32: 486-495, 2016.
- WEBB, D. R. Thermal tolerance of avian embryos: a review. **Condor**, 89: 874-898, 1987.
- WIMBERGER, P.H. The use of green material in bird nests to avoid ectoparasites. **The Auk**, 101: 615-618, 1984.
- WITTENBERGER, J.F.; TILSON, R.L. The evolution of monogamy: hypotheses and evidence. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 11: 50-68, 1980.

CAPÍTULO II

Dimorfismo sexual secundário em Udu *Momotus momota* (Aves: Momotidae) e a relação com o sucesso reprodutivo

Resumo

A seleção sexual é uma força que limita o acesso dos indivíduos de um sexo aos indivíduos do sexo oposto durante o período de reprodução, atuando conspicuamente nos machos e favorecendo traços morfológicos e comportamentais que aumentam o sucesso reprodutivo. Muitas espécies de aves apresentam grandes diferenças sexuais, porém para muitas espécies consideradas monomórficas, pode haver pequenas diferenças entre machos e fêmeas. Os momotídeos são considerados monomórficos e o grupo é conhecido por apresentar uma longa e elaborada cauda com ápice em forma de raquete. O seu valor no reconhecimento dos sexos e na evolução de caracteres sexuais secundários ainda não foi pesquisado. Sendo assim, o objetivo geral do trabalho é verificar a ocorrência de caracteres sexuais secundários em *Momotus momota* e relacionar com o sucesso reprodutivo. As coletas de dados foram realizadas durante o período reprodutivo, de agosto a novembro de 2017 e 2018. Os casais de aves com ninhos ativos foram coletados com rede de neblina para medição de peso com balança de precisão e comprimentos com paquímetro ou trena. O reconhecimento dos sexos foi definido com base no resultado do exame de sexagem. Os resultados mostram que nos machos a massa, a área da bandeira e a área preta da bandeira são maiores e o tamanho da bandeira está relacionado negativamente com o sucesso reprodutivo, já o tamanho do bico está relacionado positivamente.

Palavras-chave: dimorfismo sexual, sucesso reprodutivo, medidas, cauda, bandeira.

Abstract

Sexual selection is a force that limits the access of individuals of a sex to the individuals of the opposite sex during the period of reproduction acting conspicuously in males and favoring morphological and behavioral treatments that increase reproductive success. Many bird species have large sex differences, but for many species considered monomorphic, there may be small differences between males and females. Motmots are considered monomorphic and the group is known to present a long and elaborate tail with racket apex. Its value on the recognition of the sexes and evolution of secondary sexual characters has not been researched yet. Thus, the general objective of this study is to verify the occurrence of secondary sexual characteristics in *Momotus momota* and to relate to reproductive success. Data collection was carried out during the reproductive period, from August to November 2017 and 2018. The pairs of birds with active nests were collected with mist net for weight measurement with precision scale and lengths with pachymeter or tape. The recognition of the sexes was defined based on the result of the sexing examination. The results show that the males' mass, area of the flag and black area of the flag are bigger and the size of the flag is negatively related to the reproductive success, while the beak size is related positively to the reproductive success.

Keywords: sexual dimorphism, reproductive success, measures, tail, flag.

Introdução

A seleção sexual é uma força que limita o acesso dos indivíduos de um sexo aos indivíduos do sexo oposto durante o período de reprodução, atuando conspicuamente nos machos e favorecendo traços morfológicos e comportamentais que aumentem o sucesso reprodutivo (DARWIN, 1871). As fêmeas provavelmente escolhem parceiros com características que possibilitem a defesa territorial, como maiores comprimentos de asa e cauda, transmitindo esses traços aos seus descendentes (FARIA; CARRARA; RODRIGUES, 2007). Fêmeas também tendem a preferir machos de coloração mais vibrante que demonstrem bons genes e boa saúde (MEDEIROS; ALVES, 2010).

A identificação do sexo é importante para os estudos comportamentais (ANCIÃES; DEL LAMA, 2002). Comprovando diferenças biométricas entre os sexos, é possível entender alguns comportamentos relacionados à exploração do nicho ecológico, como por exemplo, as diferenças no forrageamento entre machos e fêmeas (WEBSTER, 1997).

Muitas espécies de aves apresentam grandes diferenças sexuais, porém para muitas espécies consideradas monomórficas, pode haver pequenas distinções entre machos e fêmeas na cor e tamanho da plumagem (MAYS JR. et al., 2006). De modo geral, o dimorfismo sexual é mais acentuado nas espécies poligâmicas, especialmente nas aves poligínicas, enquanto que nas espécies monogâmicas as características morfológicas evoluíram de forma similar (BUTCHER; ROHWER, 1988). Entretanto, características sexuais secundárias não tão evidentes, tais como tamanho corporal e coloração da plumagem devido à competição intrasexual e ao cuidado parental, respectivamente, podem contribuir com o dimorfismo entre machos e fêmeas, evoluindo também em espécies monogâmicas sociais com diferenciadas taxas de paternidade extra-par (OWENS; HARTLEY, 1998).

Análises morfológicas em casais de *Eumomota superciliosa* (Sandbach), espécie considerada monomórfica, mostraram que os machos são maiores que as fêmeas, e os machos com maior parte desnuda da cauda têm maior sucesso reprodutivo (MURPHY, 2007a, 2008). As grandes variações de peso e comprimentos do corpo e cauda de uma população não sexada de *Momotus momota* (Linnaeus, 1766) no Mato Grosso do Sul (MELO; PIRATELLI, 1999) sugerem a presença de caracteres sexuais secundários também nessa espécie.

Os momotídeos são considerados monomórficos e, com exceção de *Baryphthengus ruficapillus* (Vieillot, 1818), *Hylomanes momotula* (Lichtenstein, 1839) e *Aspatha gularis* (Lafresnaye, 1840), o grupo é conhecido por apresentar uma longa e elaborada cauda com

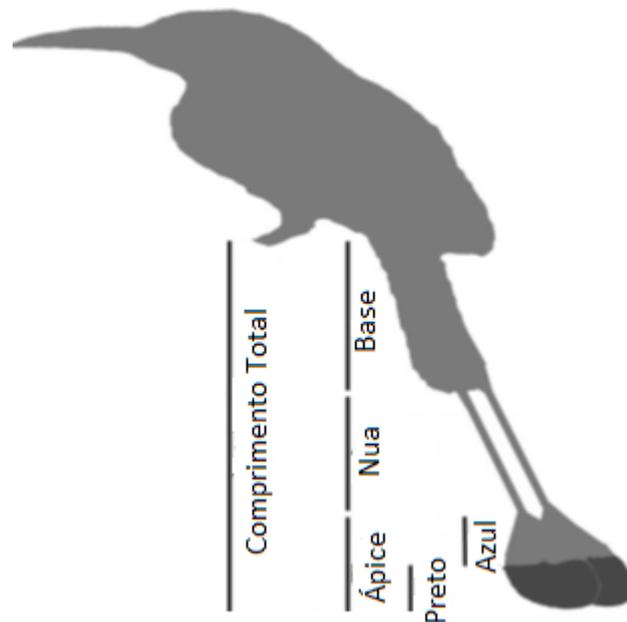
ápice em forma de raquete, a qual é utilizada para emitir sinais visuais através de movimentos semelhantes ao de um pêndulo (SNOW, 2001; MURPHY, 2007b). O seu valor no reconhecimento dos sexos e na evolução de caracteres sexuais secundários ainda não foi pesquisado. Sendo assim, o objetivo geral do trabalho é verificar a ocorrência de caracteres sexuais secundários em *M. momota* e se eles representam uma vantagem seletiva aos machos durante o período de reprodução. Além disso, verificar a similaridade morfológica entre machos e fêmeas dentro de casais formados e verificar a relação de morfometria dos machos e fêmeas com o sucesso reprodutivo entre os casais formados.

Métodos

Coleta e análise dos dados

Os casais de aves com ninhos ativos em fase de incubação ou alimentação dos ninhos foram coletados com rede de neblina (5x3 m, 15x15 mm) de setembro a novembro de 2017 e 2018 para medição de massa corporal com balança de precisão (300g, escala 2 g) e comprimentos total, do tarso, do bico, cauda e partes da cauda (base, parte nua e ápice das duas retrizes centrais) com paquímetro (escala 0,5 mm) ou trena (Fig. 1). As áreas coloridas (preto e azul) dos ápices das retrizes foram calculadas com auxílio de fotografias com escalas conhecidas, através do programa ImageJ 1.52a (RASBAND, 2018). As aves foram anilhadas em conformidade com o diâmetro do tarso indicado para aves brasileiras (BRASIL, 1994). As anilhas de alumínio foram fornecidas pelo CEMAVE (Nº do Projeto/Autorização: 4028/4). A presença e a quantidade de ectoparasitas nas aves foram determinadas, pois essa característica pode resultar de um processo evolutivo mediado pela seleção sexual (HAMILTON; ZUK, 1982) e influenciar no sucesso reprodutivo (MOLLER, 1993).

Figura 1. Componentes da cauda de *Momotus momota*.



Fonte: Adaptado de Murphy (2008).

Os índices de diferença sexual, obtidos através da razão entre as medianas de cada parâmetro medido (medianas de machos / medianas de fêmeas) foram utilizados para verificar a contribuição de cada parâmetro ao dimorfismo sexual (MURPHY, 2008). Devido ao baixo tamanho amostral, todos os valores centrais de cada variável morfológica foram comparados pelo teste U de Mann-Whitney com p (unilateral) = 0,025. Utilizamos os comprimentos de bico e tarso de todos os indivíduos capturados numa análise de componentes principais (PCA), sendo que a PC1 respondeu por 54% da variação do tamanho e o tarso apresentou maior peso (autovetor = 0,75). Dessa forma, as variáveis da cauda (comprimento total, retriz nua, bandeira, área da bandeira e área da mancha da bandeira) foram padronizadas pelo comprimento do tarso para eliminar o efeito da possível relação entre os componentes da cauda com o tamanho do indivíduo (MURPHY, 2008). Os parâmetros morfológicos da cauda de ambos os sexos foram relacionados com o sucesso reprodutivos (número de ninhos / número de ovos) e a quantidade de ectoparasitos utilizando-se da análise de componentes principais (PCA) e do índice de correlação de Spearman (r_s).

Sexagem das aves

Devido ao monomorfismo de *M. momota* (SNOW, 2001), nós realizamos punção na veia ulnar das aves utilizando agulha estéril descartável para a coleta, com tubos

microcapilares, de aproximadamente duas gotas de sangue. As gotas de sangue foram pingadas em papel estéril devidamente etiquetado e conservado em temperatura ambiente para análise laboratorial. Dessa forma, o reconhecimento dos sexos dos casais foi definido com base na técnica de PCR (reação em cadeia da polimerase), utilizando o par de “primers” P₂ e P₈ para amplificação gênica de segmentos específicos (CHD) dos cromossomos sexuais Z/W (GRIFFITHS et al., 1998).

Resultados

Os IDS foram maiores que 1 (1,02 – 1,48) para todos os caracteres morfológicos analisados, mas encontramos indicadores significativos apenas para massa, área da bandeira e área preta da bandeira (Tabela 1). Mesmo após a padronização dos componentes da cauda pelos respectivos tamanhos dos tarsos de cada indivíduo, os resultados da Tabela 1 não se alteraram (cauda: U = 28 e P = 0,14; retriz nua: U = 27,5 e P = 0,13; bandeira: U = 28,5 e P = 0,09; área da bandeira: U = 16 e P = 0,016; área preta da bandeira: U = 15,5 e P = 0,015).

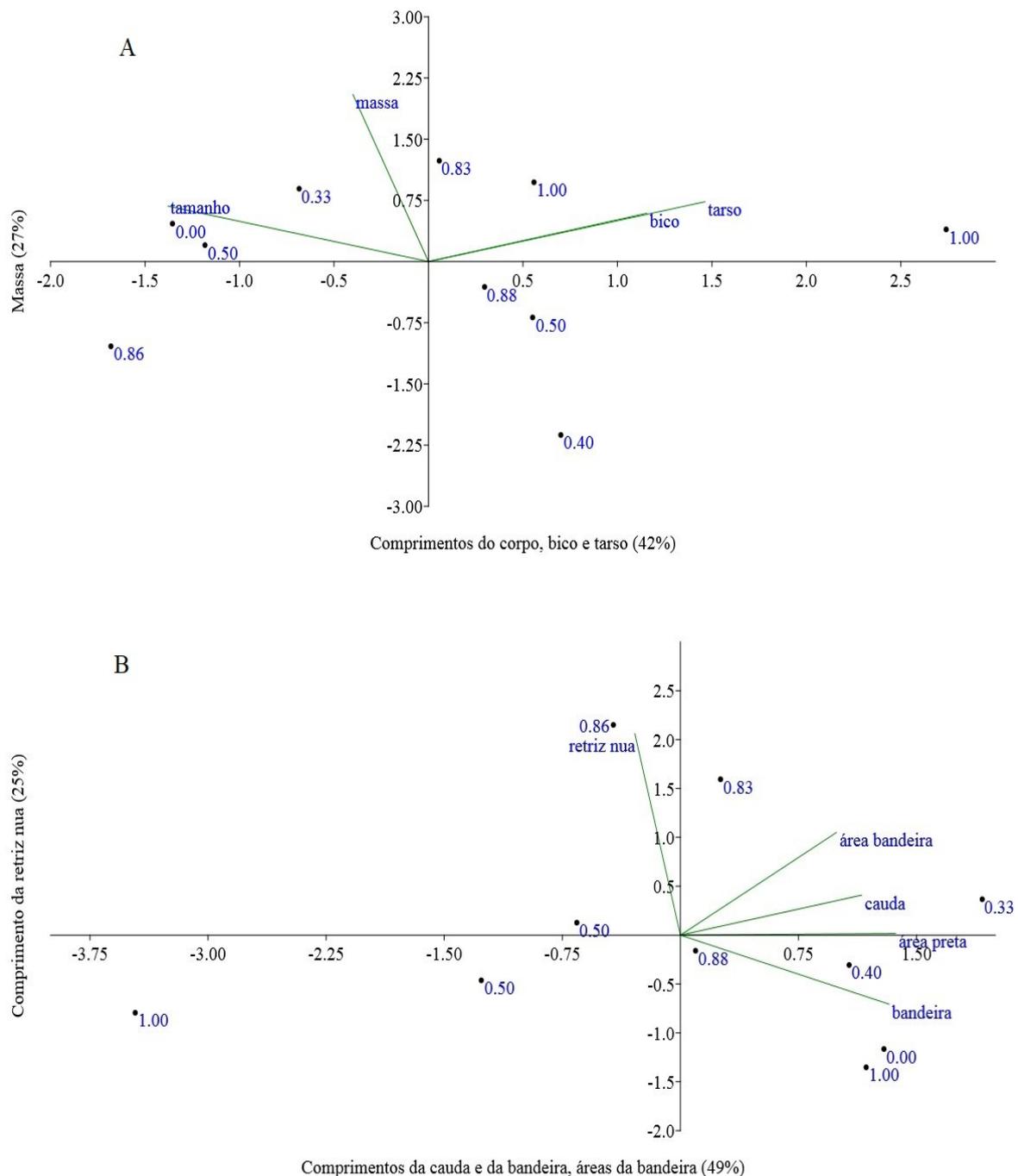
Tabela 1. Caracteres morfológicos de casais de *Momotus momota* durante os períodos de reprodução de 2017 a 2018, na região sul de Goiás, Brasil.

Morfologia	Macho	Fêmea	Diferença sexual		
	Mediana (n)	Mediana (n)	U	P	IDS
Massa (g)	124 (10)	112 (8)	13	0,0045*	1,11
Tamanho (cm)	41,6 (10)	38,85 (8)	21,5	0,05	1,07
Tarso (cm)	3,27 (10)	3,17 (11)	35	0,08	1,03
Bico (cm)	4,84 (10)	4,73 (11)	36	0,09	1,02
Cauda (cm)	24,73 (10)	23,43 (8)	23	0,065	1,06
Retriz nua (cm)	3,49 (10)	3,08 (8)	26	0,107	1,13
Bandeira (cm)	5,43 (10)	5,26 (9)	25,5	0,056	1,03
Área da bandeira (cm²)	10,45 (10)	8,4 (8)	12	0,006*	1,25
Área preta da bandeira (cm²)	2,47 (10)	1,67 (8)	14	0,01*	1,48

* Significativo a p < 0,025

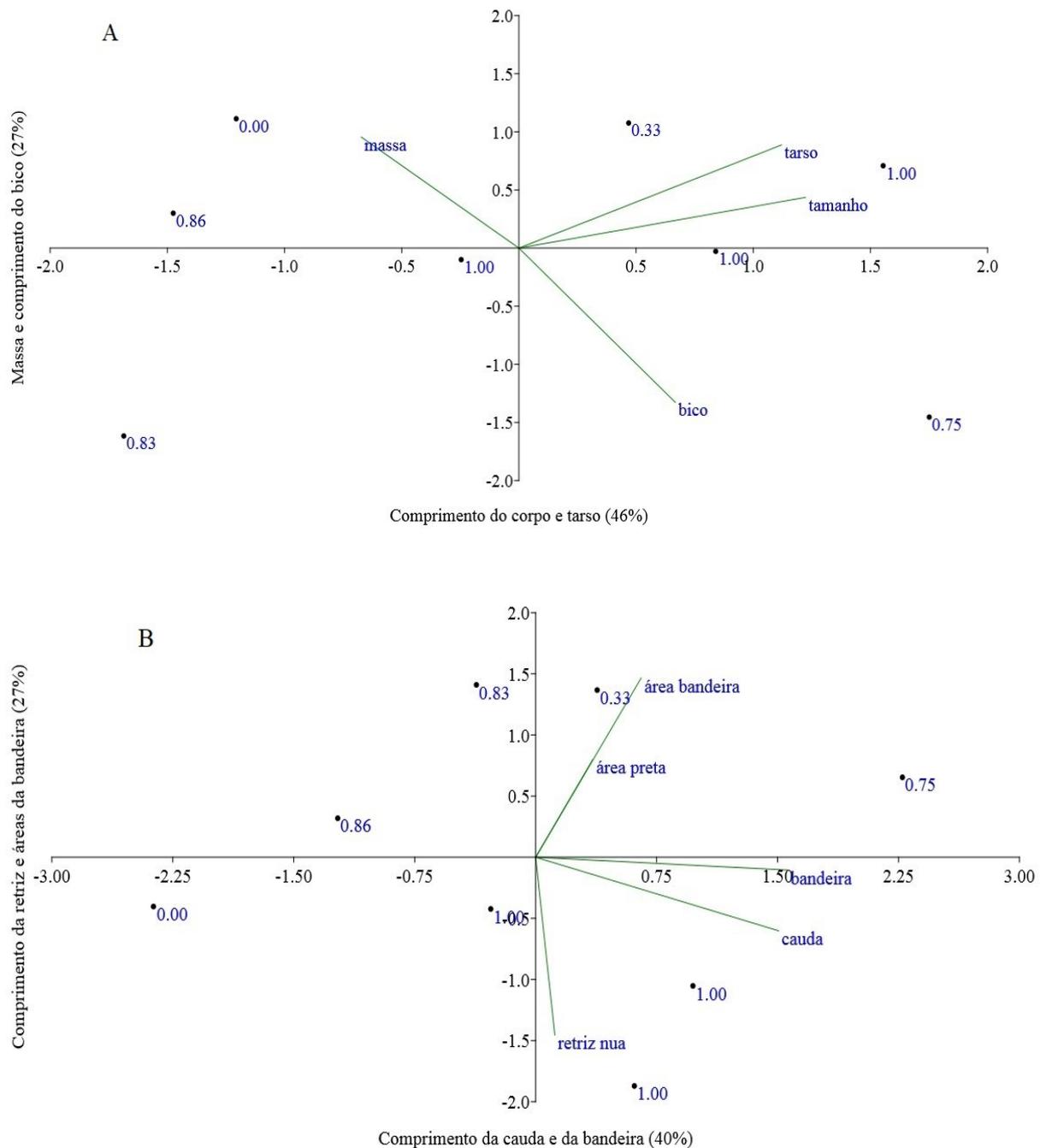
A Análise de Componentes Principais (PCA) em machos mostrou que as variáveis do corpo: tamanho, bico e tarso (PC1) e massa (PC2), não tiveram um padrão significativo relacionado ao sucesso reprodutivo e nem para os componentes da cauda: total cauda, bandeira, áreas bandeira (PC1) e retriz nua (PC2) (Fig. 2, Apêndice I).

Figura 2. PCA das variáveis do corpo (A) e cauda (B) relacionados ao sucesso reprodutivo em machos. Os pontos representam cada macho e os valores associados (de 0 a 1) os respectivos sucessos reprodutivos.



A Análise de Componentes Principais (PCA) em fêmeas, assim como nos machos, mostrou que as variáveis do corpo: tamanho, tarso (PC1) bico e massa (PC2), não tiveram um padrão significativo relacionado ao sucesso reprodutivo e nem para os componentes da cauda: total cauda, bandeira, áreas bandeira (PC1) e retriz nua (PC2) (Fig. 3, Apêndice II).

Figura 3. PCA das variáveis do corpo (A) e cauda (B) relacionados ao sucesso reprodutivo em fêmeas. Os pontos representam cada fêmea e os valores associados (de 0 a 1) os respectivos sucessos reprodutivos.



Nos machos, o tamanho da bandeira está relacionado negativamente com o sucesso reprodutivo ($r_s = -0,6342$; $P = 0,0489$ e $N = 10$) e o tamanho da bandeira está relacionado negativamente com o tamanho da retriz mas não é significativo ($r_s = -0,3697$; $P = 0,2930$ e $N = 10$). Já o tamanho do bico está relacionado positivamente com o sucesso reprodutivo ($r_s = 0,6951$; $P = 0,0256$ e $N = 10$). Não houve correlação da quantidade de ectoparasitos com o sucesso reprodutivo.

Discussão

Segundo Skutch (1971), o indivíduo que pernoita no ninho incubando os ovos é supostamente a fêmea e isto foi confirmado para *Momotus momota* através do teste de sexagem. Nossos resultados não mostraram que os machos são maiores que as fêmeas, mas mostram que os machos são mais pesados. Embora a massa dos machos de *Eumomota superciliosa* seja um pouco maior que a das fêmeas (MURPHY, 2008) em *M. momota* esse fator pode ser explicado pela recente perda de massa devido à oviposição da fêmea (3,2 ovos em média) que foi medida após iniciar a incubação. A área da bandeira total e área preta da bandeira são maiores nos machos. A bandeira está localizada no ápice da raquete, a qual é utilizada para emitir sinais visuais através de movimentos semelhantes ao de um pêndulo, este ornamento pode chamar a atenção tanto de predadores quanto de parceiros sexuais (SNOW, 2001; MURPHY, 2007a, 2008), sendo que o macho tem maior destaque para esta característica.

Também foi visto que quanto maior o comprimento da bandeira, menor o sucesso reprodutivo nos machos, e a parte desnuda da cauda está relacionada negativamente com o tamanho da bandeira, porém não foi significativo ($p > 0,05$). Dessa forma, essa tendência corrobora com os resultados de Murphy (2007a) em que os machos de *Eumomota superciliosa* com maior parte desnuda da cauda têm maiores sucessos reprodutivos.

O tamanho do bico também foi relacionado positivamente com o sucesso reprodutivo no macho. Podemos destacar a importância do bico para a alimentação dos ninhegos e para escavação de túneis na construção do ninho, funções fundamentais no período reprodutivo (SKUTCH, 1964). A quantidade de ectoparasitas não influenciou no sucesso reprodutivo.

Foram observadas pequenas diferenças sexuais entre machos e fêmeas e a relação com o sucesso reprodutivo. É importante a continuação deste estudo com novos casais para dados mais conclusivos e também com indivíduos solteiros para analisar se existem diferenças morfológicas entre solteiros e acasalados, e se estas diferenças apresentam alguma vantagem

seletiva para obter parceiro.

Referências

- ANCIÃES, M.; DEL LAMA, S.N. Sex identification in pin-tailed manakins (*Ilicura militaris*: Pipridae) using the polymerase chain reaction and its application to behavioral studies. **Ornitolog. Neotrop.**, 13: 159-165, 2002.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **Bioestat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. 5 ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007.
- BRASIL. IBAMA. Manual de anilhamento de aves silvestres. 2ª ed. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1994.
- BUTCHER, G.S.; ROHWER, S. The evolution of conspicuous and distinctive coloration for communication in birds. **Curr. Ornithol.**, 6: 51-108, 1988.
- DARWIN, C.R. **The descent of man and selection in relation to sex**. Appleton: New York, 1871.
- FARIA, L.P.; CARRARA, L.A.; RODRIGUES, M. Dimorfismo sexual de tamanho no fura-barreira *Hylocryptus rectirostris* (Wied) (Aves, Furnariidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 24 (1): 207-212, 2007.
- GRIFFITHS, R.; DOUBLE, M.C.; ORR, K.; DAWSON, R.J.G. A DNA test to sex most birds. *Molecular Ecology*, 7, 1071–1075, 1998.
- HAMILTON, W.D.; ZUK, M. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? **Science**, 218: 384-387, 1982.
- MARTIN, T.E. Food as a limit on breeding birds: a lifehistory perspective. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 18:453–487, 1987.
- MAYS, H.L. Jr.; DOUCET, S.M.; YAO, C.T.; YUAN, H.W. Dimorfismo sexual e dicromatismo em *Liocichla* de Steere (*Liocichla steerii*). **J Field Ornithol** 77: 437-443, 2006.
- MEDEIROS, C.; ALVES, M.A.S. Aspectos evolutivos e ecológicos do cuidado parental em aves: publicações em ambientes temperados e tropicais. **Oecologia Australis**, 14 (4): 853-871, 2010.
- MELO, F.P.; PIRATELLI, A.J. Biologia e ecologia do udu-de-coroa-azul (*Momotus momota*: Aves, Momotidae). **Ararajuba**, 7: 57-61, 1999.
- MOLLER, A.P. Ectoparasites increase the cost of reproduction in their hosts. **The Journal of Animal Ecology**, 62(2): 309-322, 1993.

- MURPHY, T.G. Dishonest 'preemptive' pursuit-deterrent signal? Why the turquoise-browed motmot wags its tail before feeding nestlings. **Animal Behaviour**, 73: 965-970, 2007a.
- MURPHY, T.G. Racketed tail of the male and female turquoise-browed motmot: male but not female tail length correlates with pairing success, performance, and reproductive success. **Behav Ecol Sociobiol**, 61: 911-918, 2007b.
- MURPHY, T.G. Lack of assortative mating for tail, body size, or condition in the elaborate monomorphic turquoise-browed motmot (*Eumomota superciliosa*). **The Auk**, 125(1): 11-19, 2008.
- OWENS, I.P.F.; HARTLEY, I.R. Sexual dimorphism in birds: why are there so many different forms of dimorphism? **Proc. R. Soc. Lond. B**, 265: 397-407, 1998.
- PESQUERO, M.A.; NÁPOLI, R.J.S.; VELOSO, S.L.; SILVA, Y.M. Cuidado bi-parental e monogamia em *Momotus momota* (Aves, Momotidae). In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 2014, Rio de Janeiro – RJ. **Livro de Resumos**. Rio de Janeiro. p. 157. 2014.
- RASBAND, W. ImageJ 1.52a. National Institutes of Health, USA. Disponível em <http://imagej.nih.gov/ij>. Acesso em 15 Fev 2018.
- SKUTCH, A.F. Life history of the blue-diademed motmot *Momotus momota*. **Ibis**, 106: 321-332, 1964.
- SNOW, D.W. Family Momotidae (motmots) In: DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.S.; SARGATAL, J. (Eds). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona: Lynx Edicions, vol. 6, p. 250-263, 2001.
- WEBSTER, M.S. Extreme sexual size dimorphism, sexual selection, and the foraging ecology of Montezuma oropendolas. **Auk** 114 (4): 570-580, 1997.

Apêndice I

Macho

PCA: sucesso reprodutivo relacionado com as partes da cauda. Sendo a PC1 maior representada pelo comprimento total da cauda, bandeira, área da bandeira e área preta da bandeira (49%) e a PC2 representada pela retriz nua (25%).

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
Cauda	0.46927	0.16684	0.70535	-0.087719	-0.49672
bandeira	0.54068	-0.288	0.11519	0.62728	0.46686
retriz nua	-0.11804	0.84019	0.22295	0.096592	0.47022
área bandeira	0.40395	0.42808	-0.63189	0.27768	-0.42092
área preta	0.55708	0.0066071	-0.20053	-0.71581	0.37016

PCA: sucesso reprodutivo relacionado com as partes do corpo. Sendo a PC1 maior representada pelo comprimento total do corpo, bico e tarso (42%) e a PC2 representada pela massa (27%).

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Massa	-0.16998	0.86966	-0.29381	-0.35844
tamanho	-0.58616	0.28883	0.47414	0.59007
Bico	0.49058	0.2513	0.78947	-0.27004
Tarso	0.62198	0.31165	-0.25614	0.67113

Apêndice II

Fêmea

PCA: sucesso reprodutivo relacionado com as partes da cauda. Sendo a PC1 maior representada pelo comprimento total da cauda e bandeira (40%) e a PC2 representada pela área da bandeira , área preta da bandeira e retriz nua (27%).

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
Cauda	0.65636	-0.26216	-0.13108	-0.0021317	-0.69518
Bandeira	0.67939	-0.045473	-0.11372	-0.24488	0.68079
retriz nua	0.0516	-0.63272	0.54464	0.51659	0.18304
área bandeira	0.28486	0.63833	0.030349	0.71418	0.020325
área preta	0.15433	0.34843	0.81996	-0.40387	-0.13905

PCA: sucesso reprodutivo relacionado com as partes do corpo. Sendo a PC1 maior representada pelo comprimento total do corpo e tarso (46%) e a PC2 representada pela massa e bico (27%).

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Massa	-0.35203	0.49974	0.77755	0.14746
tamanho	0.64027	0.22826	0.27233	-0.68102
Bico	0.34935	-0.69459	0.54511	0.31362
Tarso	0.58658	0.46444	-0.15527	0.64506