



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
DE RECURSOS NATURAIS



ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *ANTILOPHIA GALEATA*
(PASSERIFORMES: PIPRIDAE) E SEU POTENCIAL EM
BIOMONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO

Luís Pedro Mendes Paniago

UBERLÂNDIA

Fevereiro – 2016

Luís Pedro Mendes Paniago

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *ANTILOPHIA GALEATA*
(PASSERIFORMES: PIPRIDAE) E SEU POTENCIAL EM
BIOMONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora

Profa. Dra. Celine de Melo

UBERLÂNDIA

Fevereiro - 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P192a
2016

Paniago, Luís Pedro Mendes, 1991
Aspectos ecológicos de Antilophia Galeata (Passeriformes:
Pipridae) e seu potencial em biomonitoramento e conservação / Luís
Pedro Mendes Paniago. - 2016.
89 f. : il.

Orientadora: Celine de Melo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais.
Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Cerrados - Teses. 3. Conservação
biológica - Teses. 4. Monitoramento biológico - Teses. I. Melo, Celine
de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III.
Título.

CDU: 574

Luís Pedro Mendes Paniago

Aspectos ecológicos de *Antilophia galeata* (Passeriformes: Pipridae) e seu potencial em biomonitoramento e conservação

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

25 de Fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Paulo Antonio da Silva

UNOESTE

Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior

UFU – *campus* Umuarama

Profª. Dra. Celine de Melo
UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
Fevereiro - 2016

*Dedico este trabalho a
todas as pessoas que colaboraram com meu crescimento e
finalização de mais uma etapa, aos meus pais, família e amigos.*

AGRADECIMENTOS

Encerra-se o fim de mais uma etapa e não seria possível finalizar sem agradecer a todos que fizeram a sua parte direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho. Começo os agradecimentos a minha família, minha mãe Oneir por toda a paciência e dedicação em todos os momentos, abrindo mão e colocando em prioridade algumas vezes tarefas minhas na frente das suas, ao meu pai Cláudio vulgo Cacau da Cabeceira, pelos conselhos e ensinamentos, o apoio nos momentos necessários e por ser uma das pessoas responsáveis por sempre me manter em contato com a natureza o que reflete na profissão escolhida hoje. Não podia deixar de falar um grande obrigado aos meus irmãos Augusto e Bruna, pela parceria em vários momentos da vida.

Agradeço também meus avós, tios, primos que com suas peculiaridades deixam sua marca em cada etapa. Meus tios Olenir e Guilherme que foram segundos pais durante esses anos, em especial minha tia que foi grande influência pelo interesse na área acadêmica. Ao primo Marcello também pela parceria, pelo enriquecimento após cada discussão e por dividir as responsabilidades dos últimos anos e ajudar nas minhas obrigações em momentos que o meu tempo era escasso.

À Profa. Dra. Celine de Melo, por toda atenção, disponibilidade, orientação com o desenvolvimento do projeto, e principalmente pela paciência na hora de resolver os enigmas que encontrávamos, agradeço por com certeza ter sido a experiência de maior crescimento profissional e pessoal pra mim.

Aos meus caros parceiros de campo e laboratório do GEECA/LORB, nos momentos sérios e nas várias piadas dos tempos livres, em especial ao Adriano, Giancarlo, Luis Paulo, Camilla e Vitor, a equipe que em grande parte dividiu todo o trabalho de campo e ajudou em várias outras questões do projeto.

A todos os meus amigos, tanto da graduação na biologia (eterna 71/agregados) e pós-graduação na ecologia UFU, das outras biologias que tive o prazer de conhecer, amigos antigos que já não sabemos nem ao certo quantos anos de amizade, a todos vocês que estiveram presentes em alguns desses dias, foram fundamentais para equilibrar o lazer com o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Ivan Schiavini e aos amigos e doutorandos Jamir Prado, Carolina Arantes e Lucas Bacci, por disponibilizar de seu tempo e contribuir com o trabalho na identificação das espécies vegetais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos

Naturais da Universidade Federal de Uberlândia e a FAPEMIG pela concessão da bolsa, à Maria Angélica pela paciência de ajudar a solucionar todos os problemas. E também a FAPEMIG (APQ 01157-13), PELD, CNPQ/PELD (processo 403733/2012-0), pelo financiamento dos projetos envolvidos.

E finalmente agradeço à banca, Prof. Dr. Paulo Antonio da Silva, Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior e Prof. Dr. Ivan Schiavini, por dispor do seu tempo e contribuir com o crescimento deste trabalho.

SUMÁRIO

Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Introdução Geral.....	1
Áreas de Estudo.....	4
Referências.....	6
Capítulo 1: Influência da oferta de recursos e período reprodutivo na oscilação mensal de indivíduos capturados de <i>Antilophia galeata</i>	12
Resumo.....	13
Abstract.....	14
Introdução.....	15
Material e Métodos.....	17
Resultados.....	23
Discussão.....	36
Conclusões.....	38
Referências.....	40
Capítulo 2: Razão sexual de <i>Antilophia galeata</i> em um fragmento de mata Estacional Semidecídua no Cerrado.....	45
Resumo.....	46
Abstract.....	47

Introdução.....	48
Material e Métodos.....	50
Resultados.....	52
Discussão.....	54
Conclusões.....	56
Referências.....	57
Capítulo 3: Potencial de <i>Antilophia galeata</i> para biomonitoramento de ambientes florestais do Cerrado.....	62
Resumo.....	63
Abstract.....	64
Introdução.....	65
Material e Métodos.....	68
Resultados.....	71
Discussão.....	79
Conclusões.....	82
Referências.....	83

RESUMO

Paniago, Luís Pedro Mendes. 2016. Aspectos ecológicos de *Antilophia galeata* (Passeriformes: Pipridae) e seu potencial em biomonitoramento e conservação. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia, MG. 89 p.

A conservação de espécies é um desafio, pois fatores como crescimento da agricultura e pecuária, urbanização e emissão de poluentes intensificam a fragmentação de ambientes naturais, contribuem para alterações climáticas e colocam em risco a sobrevivência de espécies em seus habitats. Essas modificações podem alterar funções ecológicas vitais como a oferta de recurso, que consequentemente afeta atividades principais para espécies, como exemplo a reprodução. Nas aves, a disponibilidade de alimento é o fator mais importante na determinação de seus períodos reprodutivos e demais atividades associadas. Conhecer as consequências destes impactos em espécies com potencial de uso em biomonitoramento é importante para a conservação de áreas alteradas. Este estudo teve como objetivo avaliar o uso de *Antilophia galeata* como biomonitor ambiental e seu uso na conservação de áreas, através da análise de padrões populacionais, condição corporal e técnicas de biomonitoramento ambiental como Assimetria Flutuante (AF), Índice de Massa Relativa (IMR) e Análise de micronúcleos. O estudo foi realizado em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua, no Cerrado de Minas Gerais. Os indivíduos foram capturados em redes de neblina, em campanhas entre os anos de 1994 e 2015, sendo coletados dados morfométricos, sanguíneos e fecais. Foram capturados 531 indivíduos, sendo que 505 foram anilhados, e destes 132 encontravam-se em estágio reprodutivo. 302 indivíduos foram utilizados para análise de AF de asas e 248 para AF de tarsos, 493 para IMR e 82 para os testes de Micronúcleos. O pico de captura de indivíduos e em estágio reprodutivo foi na estação seca, coincidindo com o pico de oferta de frutos da área. A proporção de artrópodes nas fezes foi irrelevante em relação à de frutos e *A. galeata* não mostrou apresentar um estrato de altura preferencial. A razão sexual encontrada para a população no fragmento analisado foi de 1,1:1 machos/fêmeas. Quanto as ferramentas para avaliar o uso da espécie no biomonitoramento, foi encontrada diferença significativa na AF de asas e tarsos entre as quatro áreas, e entre os anos para a área do Glória, para a mesma área foi encontrada correlação negativa entre AF e a precipitação. Tanto para AF quanto IMR não foi encontrado diferença entre as estações seca e chuva. O IMR também não diferiu entre áreas, anos e sexo. Para micronúcleos foi encontrada diferença entre as áreas, com maiores frequências naquelas mais próximas a rodovias. *Antilophia galeata* aparentemente relaciona suas atividades principais como a reprodução com o período de maior abundância de recursos, e mostra ser um frugívoro generalista, forrageando em alturas de estrato de acordo com a oferta de recurso. A espécie apresentou um pequeno desvio na razão sexual para machos naquela população e também mostrou refletir bem a qualidade dos ambientes através da AF e análise de micronúcleos. Este estudo evidencia que *A. galeata* pode ser usada como biomonitora, principalmente através da ferramenta de análise de micronúcleos.

Palavras chave: Soldadinho, Cerrado, Razão sexual, Biomonitoramento, Estrato de forrageio.

ABSTRACT

Paniago, Luís Pedro Mendes. 2016. Ecological aspects of *Antilophia galeata* (Passeriformes: Pipridae) and its biomonitoring and conservation potential. Master's Thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. UFU. Uberlândia, MG. 89 p.

The species conservation is a challenge, as factors such as agriculture and livestock expansion, urbanization, pollutant emissions, intensify the fragmentation of natural habitats, which contribute to climate change and jeopardize the survival of species in their habitats. These modifications can alter vital ecological functions such as resource supply, which in turns affects major activities for the species as the reproduction. In birds, the availability of food is the most important factor in determining their reproductive periods and other associated activities. Knowing the consequences of these impacts for potential use in biomonitoring species is important for conservation of degraded areas. This study aimed to evaluate the use of *Antilophia galeata* as an environmental biomonitor and therefore, its use in conservation areas, through the analysis of population patterns, body condition and biomonitoring techniques like Fluctuating asymmetry (FA), Relative Mass Index (RMI) and micronucleus analysis. The study was conducted in four fragments of a semideciduous forest in the Cerrado of Minas Gerais. Individuals were captured in mist nets in campaigns between the years of 1994 and 2015, collecting morphometric data, blood and faeces. 531 individuals were captured, of which 505 were banded, and of these 132 were in reproductive stage. 302 subjects were used for wing FA analysis and 248 for tarsus FA, 493 for RMI and 82 for the Micronucleus tests. The peak of captured individuals and reproductive stage was the dry season, coinciding with the peak of fruit offer in the area. The proportion of arthropods in faeces was irrelevant in relation to fruit and *A. galeata* did not show a preferred height. stratum The sex ratio for the population found in the analyzed fragment was 1.1: 1 male / female. As the tools to evaluate the use of the species in biomonitoring, it was found significant differences in the wings and tarsus FA between the four areas, and between the years in Glória. For these same area, it was found negative correlation between FA and precipitation. Both for FA and RMI, it was not found difference between dry and wet season. The RMI was also not different between areas, years and sex. For micronuclei, it was found differences between the areas with greater frequency in those closest to highways. *Antilophia galeata* apparently relates its main activities such as reproduction with the greatest resource period abundance, and proves to be a generalist frugivore foraging in heights stratum according to the resource offer. The species showed a small deviation in the sex ratio for males in that population and also reflected well the environmental quality through AF and micronucleus analysis. This study shows that *A. galeata* can be used as a biomonitor, mainly through the micronucleus analysis tool.

Keywords: Helmeted manakin, Cerrado, sex ratio, biomonitoring, foraging stratum

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, o Brasil está entre os cinco países com maior riqueza de avifauna do mundo, com 1.901 espécies, ou seja, 60% das espécies de aves da América do Sul, mesmo com o baixo endemismo da avifauna brasileira (10%) (Sick 1993, Piacentini *et al.* 2015), informações básicas sobre várias espécies são incipientes, como exemplo, o potencial de uso destas em biomonitoramento ambiental.

Para a preservação dos ambientes naturais e manejo dos alterados, além da manutenção dos fragmentos dispersos, é necessário o desenvolvimento de práticas de monitoramento nesses locais (Primack & Rodrigues 2001, Melo & Hepp 2008). Neste cenário, uma espécie que apresente especializações (p. ex. dieta e hábitat) e que seja abundante e pouco exigente em relação ao tamanho do hábitat, tem grande potencial para ser utilizada em biomonitoramento ambiental, que é o uso de espécies que se mantêm no ambiente e atuam como indicadores da qualidade deste, por meio da acumulação química ou alterações morfológicas e fisiológicas (Markert *et al.* 1999, Markert *et al.* 2003).

Para a utilização de espécies no biomonitoramento foram desenvolvidas ferramentas que refletem de formas diferentes a qualidade do ambiente, como exemplos, o Índice de Massa Relativa (IMR) que está relacionado com a condição corporal do indivíduo, e indica a qualidade deste por uma estimativa de suas reservas nutricionais através da biomassa e o comprimento de uma medida rígida do corpo da ave (Schulte-Hostedde *et al.* 2005). A Assimetria flutuante (AF) analisa alterações entre dois lados de caracteres que apresentam simetria bilateral (Palmer & Strobeck 1986, Lens *et al.* 1999), ela resulta da inabilidade dos organismos de desenvolverem caracteres precisamente, o que pode estar relacionado com algum estresse genético ou ambiental

durante o desenvolvimento do organismo (Palmer 2004, Sanseverino & Nessimian 2008). E a análise de micronúcleos que reflete a ação dos poluentes no meio ambiente através da detecção de efeitos genotóxicos provocados por agentes físicos e químicos, como poluição e insumos agrícolas (Ledebur & Schmid 1973). O micronúcleo é uma mutação cromossômica no DNA dos eritrócitos que dá a formação de um pequeno núcleo ao lado do núcleo original da célula (Zúñiga-González et al. 2000), em resposta ao stress via poluentes do meio ambiente (Pinhatti et al. 2006).

O Soldadinho, *Antilophia galeata* Lichtenstein, 1823 (Passeriformes: Pipridae) é uma espécie territorialista, monogâmica e frugívora, que também inclui, em menor escala, invertebrados em sua dieta (Marini 1992, Silva & Melo 2011, Dantas 2013). É endêmica de Cerrado e habita o sub-bosque das matas ciliares (Marini 1992), sendo encontrada desde áreas conservadas, como unidades de conservação (Marçal-Júnior et al. 2009) até em locais alterados, inclusive em ambientes urbanos, como parques urbanos (Franchin & Marçal-Júnior 2004, Valadão et al. 2006, Silva & Melo 2011). Tais características podem torná-la adequada para uso em biomonitoramento ambiental.

O dimorfismo sexual evidente ocorre apenas na fase adulta onde machos possuem plumagem negra com penas escarlate no topo da cabeça, formando um topete enquanto as fêmeas e os juvenis possuem uma plumagem esverdeada discreta em todo o corpo (Marini 1992, Sick 1997) (Figura 1). A semelhança entre indivíduos juvenis e fêmeas adultas compromete a confiabilidade dos dados de estudos que envolvem a diferenciação dos sexos.

Considerando os estudos previamente realizados no Triângulo Mineiro (Teles 2011, Baesse 2012, Gonçalves 2012, Dantas 2013, Teles 2013, Baesse 2015) com técnicas de biomonitoramento através de análise da condição corporal e de

micronúcleos, há evidências de que *Antilophia galeata* possa ser utilizada com confiabilidade no biomonitoramento de ambientes florestais do Cerrado e em estudos de conservação da espécie e de ambientes degradados.

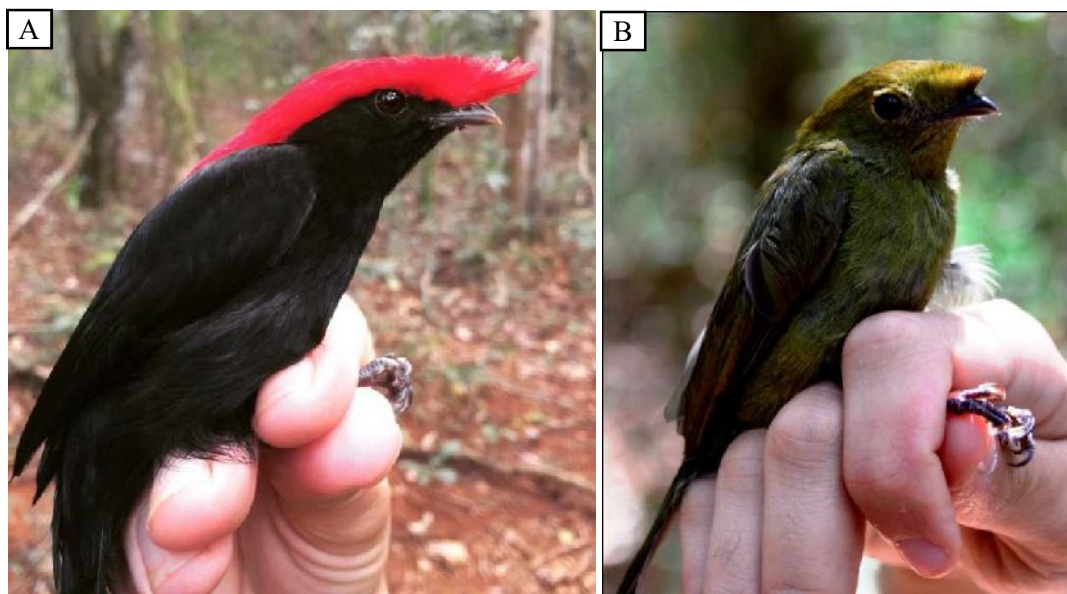


Figura 1. Indivíduo adulto macho de *Antilophia galeata* (A) e indivíduo verde, que devido à plumagem, pode ser macho jovem ou fêmea (B).

OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso de *Antilophia galeata* como biomonitor ambiental e consequentemente, seu uso na conservação de áreas, através da análise de padrões populacionais, condição corporal e técnicas de biomonitoramento ambiental (Assimetria Flutuante, Índice de Massa Relativa e análise de micronúcleos).

ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi realizado em quatro áreas de florestas estacionais semidecíduais no Cerrado de Minas Gerais. O clima na região é do tipo Aw segundo a classificação climática de Köppen (sazonal com estações chuvosa e seca, bem marcadas). A pluviosidade anual é em torno de 1.500 mm e a temperatura média é de 22 °C (Rosa *et al.* 1991). A região está sob o domínio do Cerrado, porém altamente impactada, com mais de 70% da área ocupada pela agricultura e pecuária (Brito & Prudente 2005).

As duas áreas situadas no município de Uberlândia-MG são: 1) Mata da Fazenda Experimental do Glória (18°57'S, 48°12'O), fragmento localizado no limite das zonas rural e urbana de Uberlândia, pertence à Universidade Federal de Uberlândia. Possui 30 ha, e é composto por floresta estacional semidecidual e floresta de galeria inundável (Lopes 2010); 2) Mata da Fazenda São José (48°13'O, 18°51'S) localizada no perímetro de Uberlândia, com área de 20 ha, forma um gradiente entre floresta estacional semidecidual e mata de galeria (Lopes 2010), e possui em seu entorno plantações de eucalipto.

A terceira área é a Mata da Fazenda Água Fria (48°23'O, 18°29'S), na zona rural do município de Araguari, MG. Com 200 ha, é considerado um fragmento em excelente estado de conservação, com características de formações primárias (Lopes 2010). E a quarta área está na Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental Galheiro (47°08'O; 19°14'S) que possui uma área aproximada de 2800 hectares. Pertencente a CEMIG e localiza-se no município de Perdizes, MG. Apresenta formações vegetacionais florestais (mata mesófila semidecídua, mata de galeria e cerradão) e savânicas (cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre) em

diferentes estágios de conservação (Castro 1995). Neste estudo foi utilizado um fragmento de aproximadamente 60 ha dentro da EPDA Galheiro (Figura 2).



Figura 2. Imagens de satélite das quatro áreas de mata estacional semidecidual utilizadas no estudo. 1) Fazenda do Glória, 2) Fazenda São José, 3) Fazenda Água Fria, 4) EPDA Galheiro. Fonte: Google Earth Pro, 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAESSE, C. Q. **Influência do nível de perturbação ambiental e das estações seca e chuvosa na avifauna do sub-bosque de fragmentos de Matas Semidecíduais do Cerrado.** 2012. 36f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.

BAESSE, C. Q. **Aves como biomonitoras da qualidade ambiental em fragmentos florestais do Cerrado.** 2015. 115f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2015.

BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+ / LANDSAT 7. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 37-46, 2005.

CASTRO, N. M. F. Projeto Executivo: **Unidade de conservação Galheiro - estudo de fauna e flora.** Belo Horizonte: [s.n.]. 2 v. 1995. (Relatório final não publicado - Estudos ambientais).

DANTAS, T. **Ciclos anuais em aves de ambiente florestal: muda de penas e reprodução.** 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

FRANCHIN, A. G.; MARÇAL JÚNIOR, O. A riqueza da avifauna no Parque do Sabiá. **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 179-202, 2004.

GONÇALVES, V. F. **Assimetria flutuante em aves de ambientes florestais no Cerrado mineiro**. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.

LENS, L.; VAN DONGEN, S.; WILDER, C. M.; BROOKS, T. M.; MATTHYSEN, E. Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of a fragmented afrotropical forest. **Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 266, p. 1241-1246, 1999.

LEDEBUR, M.; SCHMID, W. The micronucleus test. methodological Aspects. **Mutation Research**, .n. 19, v. 1, p. 109-117, 1973.

LOPES, S. F. **Padrões florísticos e estruturais das Florestas Estacionais Semidecíduais do Triângulo Mineiro, MG**. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2010.

MARÇAL-JÚNIOR, O. M.; FRANCHIN, A. G.; ALTEFF, E.; F, JUNIOR, E. L. S.; MELO, C. Levantamento da avifauna na Reserva Ecológica Panga (Uberlândia, MG, Brasil). **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 149-164, 2009.

MARINI, M. A. Notes on the Breeding and Reproductive Biology of the Helmete Manakin. **The Wilson Bull**, v. 104, n. 1, p. 168-173, 1992.

MARKERT, B., WAPPELHORST, O., WECKERT, V., HERPIN, U., SIEWERS, U., FRIESE, K., BREULMANN, G. The use of bioindicators for monitoring the heavy-metal status of the environment. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 240, n. 2, p. 425-429, 1999.

MARKERT, B. A.; BREURE, A. M.; ZECHMEISTER, H. G. Chapter 1 Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment. In: MARKERT, B. A.; BREURE, A. M.; ZECHMEISTER, H. G. (Eds.) **Bioindicators & Biomonitoring — Principles, Concepts and Applications**. Elsevier, v.6 p. 3-39, 2003.

MELO, A. S.; HEPP L. U. Ferramentas estatísticas para análises de dados provenientes de biomonitoramento. **Oecologia Australis**, v. 12, n. 3, p. 7-14, 2008.

PALMER, A. R. Symmetry breaking and the evolution of development. **Science**, v. 306, p. 828-833, 2004

PALMER, A. R.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 45, p. 391-421, 1986.

PIACENTINI, V. Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; MAURÍCIO, G. N.; PACHECO, F. J.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; NAKA, L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S. R.; SILVEIRA, L. F.; BETINI, G. S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A. C.; LIMA, L.

M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F. R.; BENCKE, G. A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L. F. A.; STRAUBE F. C.; CESARI, E. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n 2, p. 91–298, 2015.

PINHATTI, V. R.; ALLGAYER, M. C.; BREYER, A. S.; PEREIRA, R. A.; SILVA, J. Determinação de danos basais no DNA de araras canindé (*Ara ararauna*) através do Teste de Micronúcleos: uma ferramenta na avaliação da saúde animal e seu uso no biomonitoramento da poluição ambiental. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 34, p. 313-317, 2006.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001.

ROSA R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza**, p. 91-108, 1991.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Assimetria flutuante em organismos aquáticos e sua aplicação para avaliação de impactos ambientais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 382-405, 2008

SICK, H. **Birds in Brazil: A natural history**. Princeton University Press. Princeton, EUA. 1993. 703 p.

SICK, H. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1997.

SILVA, A. M.; MELO, C. Frugivory and seed dispersal by the Helmeted Manakin (*Antilophia galeata*) in forests of Brazilian Cerrado. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, n. 1, p. 69-77, 2011.

SCHULTEDE-HOSTEDDE, A. I.; ZINNER, B.; MILLAR, J. S., HICKLING, G. J. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. **Ecology**, v. 86, p. 155- 163, 2005.

TELES, D. R. F. **Efeito da sazonalidade na condição corporal de aves da família Pipridae (Passeriformes) em Matas Estacionais Semidecíduais do Cerrado, Minas Gerais**. 2011. 37 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2011.

TELES, D. R. F. **Condição Corporal de Aves em Fragmento de Mata Estacional Semidecidual do Triângulo Mineiro, Brasil**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

VALADÃO, R. F.; MARÇAL JÚNIOR, O.; FRANCHIN, A. G. A avifauna no Parque Municipal Santa Luzia, zona urbana de Uberlândia, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 22, n. 2, p. 97-108, 2006.

ZÚÑIGA-GONZÁLEZ, G.; TORRES-BUGARÍN O.; LUNA-AGUIRRE, J.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; ZAMORA-PEREZ, A.; GÓMEZ-MEDA, B. C.; VENTURA-AGUILAR, A. J.; RAMOS-IBARRA, M. L.; RAMOS-MORA, A.; ORTÍZ, G. G.; GALLEGOS-ARREOLA, M. P. Spontaneous micronuclei in peripheral blood erythrocytes from 54 animal species (mammals, reptiles and birds): Part two. **Mutation Research.** v. 467, p. 99-103, 2000.

CAPÍTULO 1

Influência da oferta de recursos e período reprodutivo na oscilação mensal de indivíduos capturados de *Antilophia galeata*.

RESUMO

Como consequência da intensificação nas alterações climáticas das últimas décadas, vários processos ecossistêmicos sofrem mudanças como exemplo a produção de frutos, que afetam diretamente indivíduos que utilizam estes recursos alimentares. Grande parte das espécies de aves utiliza frutos na sua alimentação. Na escassez desses recursos, algumas espécies podem complementar sua alimentação, como *Antilophia galeata* predominantemente frugívora, mas que utiliza artrópodes como fonte alternativa de alimento. Outras espécies são capazes de perceber e adaptar a esses eventos de oferta alimentar e ajustar suas atividades, forrageando em estratos diferentes e concentrando seus eventos reprodutivos em estações que sejam mais favoráveis. Este estudo teve como objetivos: avaliar se o período reprodutivo e disponibilidade de recursos podem influenciar na oscilação mensal de indivíduos de *A. galeata*; avaliar a proporção de frutos e artrópodes na dieta e se há um estrato preferencial de forrageio para a espécie. Foram utilizados quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua, no Cerrado de Minas Gerais. Os indivíduos foram capturados em redes de neblina, em campanhas entre os anos de 1994 e 2015, as fezes coletadas nas campanhas de 2014-2015 e o estrato de atividade medido apenas em um dos fragmentos no ano de 2015. Foram capturados 531 indivíduos, dos quais 505 foram anilhados e 132 verificados em estágio reprodutivo. Os picos de indivíduos capturados e em estágio reprodutivo, bem como o pico de oferta de frutos verdes e maduros foram na estação seca. Das 75 amostras de fezes, apenas seis apresentavam vestígios de artrópodes. Não foi encontrada preferência na altura do estrato utilizado para forrageamento e poleiro por *A. galeata*, a variabilidade nas alturas de estrato pela espécie podem ser reflexo desta ser generalista quanto ao consumo de frutos buscando recurso em diferentes locais no ambiente. Foi encontrada uma relação entre a oferta de recursos na área com as atividades de *A. galeata*, onde a espécie coincide sua atividade reprodutiva com o período de abundância de frutos da área.

Palavras chave: período reprodutivo, estrato, forrageio, complementação alimentar.

ABSTRACT

As a result of the climate change intensification in recent decades, several ecosystem processes undergo shifts such as in fruit production, which directly affect individuals that use these as a food resource. Many bird species use fruit in their diet. With the scarcity of these resources, some species can complement their feed, as *Antilophia galeata* predominantly frugivorous, which uses arthropods as an alternative food source. Other species are able to perceive and adapt to these food supply events and adjust their activities, foraging in different strata and focusing its reproductive events at more favorable seasons. This study aimed to: assess whether the reproductive period and availability of resources may influence the monthly fluctuation of individuals of *A. galeata*; evaluate the proportion of fruit and arthropods in the diet and if there is a preferred layer of foraging for the species. Were used four fragments of semideciduous forest in the Cerrado of Minas Gerais. Individuals were captured in mist nets in campaigns between the years 1994 and 2015, the faeces collected in the 2014-2015 campaigns and the measured activity stratum only in one of the fragments in the year 2015. We captured 531 individuals, of these 505 were ringed and 132 were in reproductive stage. The peak of captured individuals and reproductive stage as well as the peak of green and ripe fruit supply was the dry season. From 75 faecal samples, only six had arthropods trace. Using arthropod as an alternative diet did not proved to be relevant for the species. There was no preference in the layer height used for foraging, and perch by *A. galeata*. The variability of the layer heights of this species may reflect their generalist way of being regarding fruit consumption seeking in different places in the environment. Apparently there is a relationship between the supply of resources in the area with the activities of *A. galeata*, where the species reproductive activity coincides with the period of abundance of fruits of the area.

Key words: reproductive period, stratum, foraging, food supplementation.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas nas últimas décadas intensificaram debates sobre modificações severas no ambiente principalmente ligadas a fatores sazonais, precipitação, aumento da temperatura, modificações nos períodos de chuva e consequentemente aumento na frequência de enchentes e secas (CGEE 2008, Santos *et al.* 2013). Esses fatores podem influenciar diretamente os processos ecossistêmicos, como por exemplo a produção de frutos das espécies arbóreas, o que pode afetar indivíduos que utilizam tais frutos como recurso alimentar.

Essas variações ambientais podem ser responsáveis por interferir na oferta de recursos e consequentemente nas atividades das aves que estão relacionadas a estes (Poulin *et al.* 1992, Piratelli & Pereira 2002).

No Cerrado, ocorre um período de longa seca e baixa disponibilidade de recursos seguida por picos de abundância em um período de estação chuvosa (Sinclair 1978, Reys *et al.* 2005, Melo *et al.* 2013). São esses períodos de chuva que concentram a maior intensidade de oferta de frutos carnosos e insetos, recursos amplamente utilizados pelas aves (Batalha & Mantovani 2000).

Algumas espécies são capazes de perceber e adaptar a esses eventos de oferta alimentar no ambiente e ajustar suas atividades (Burke & Nol 1998, Pereira 2011). Como por exemplo, aproveitar essa oportunidade de recursos disponíveis para investir em atividades importantes como a reprodução (Mezquida 2002, Medeiros & Marini 2007, Pereira & Melo 2008).

Em períodos com menor oferta de recursos, algumas espécies de aves, como *Antilophia galeata*, tendem a complementar sua alimentação com outros itens, embora seja considerada predominantemente frugívora, o consumo de artrópodes mostra-se uma

fonte alternativa de recurso quando os principais estão escassos (Marini 1992, Silva & Melo 2011). Relatos mostram o consumo de artrópodes por indivíduos verdes (fêmea ou macho jovem), especialmente durante a estação reprodutiva. Sendo que frutos e artrópodes estão mais abundantes no mesmo período, o consumo de artrópodes reflete possivelmente a demanda por proteína, mais necessária no período reprodutivo (Silva & Melo 2011).

Aparentemente, para *A. galeata* há segregação no estrato de forrageamento, no qual, fêmeas forrageiam no estrato inferior e machos, no dossel (Marini 1992). Estudos também detectaram maior captura de indivíduos de *A. galeata* durante a estação seca, o que provavelmente evidencia um deslocamento para sub-bosque em busca de recursos para investir em reprodução (Dantas 2013, Teles 2013).

As aves do Cerrado tendem a concentrar seus eventos reprodutivos na estação chuvosa (Piratelli *et al.* 2000, Marini *et al.* 2012), principalmente por ser o período com maior oferta de frutos das espécies arbóreas (Reys *et al.* 2005, Melo *et al.* 2013) e aumento na população de insetos (Santos Filho *et al.* 2008). Para as aves, a falta de recursos influencia diretamente a reprodução e diminui a produção de ovos, o que pode causar mortalidade e inanição de ninhegos e filhotes (Hogstedt 1981, Marini *et al.* 2012).

Antilophia galeata apresentou concentração de seu período reprodutivo na estação seca em um fragmento de Cerrado, época em que este fragmento apresentou maior oferta de frutos no sub-bosque (Dantas 2013). O mesmo foi visto em outro estudo, onde os filhotes começaram a abandonar o ninho em outubro, período de estação chuvosa, indicando que o evento reprodutivo ocorreu em estação seca (Marini 1992).

OBJETIVOS

- I. Avaliar se há oscilação mensal na população de *A. galeata* e se esta é influenciada por período reprodutivo (indicado pela presença da placa de incubação e protuberância cloacal) e disponibilidade de recursos;
- II. Analisar se há variação da proporção frutos/artrópodes presentes nas fezes de *Antilophia galeata*, ao longo do ano em relação à precipitação mensal e à oferta de frutos nos fragmentos;
- III. Verificar se há estrato preferencial de forrageamento e se o mesmo varia entre as épocas do ano (estação chuvosa e seca).

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo:

Para descrição das áreas de estudos, ver Introdução geral (páginas 3 a 5).

Coleta dos dados:

Para avaliar a oscilação na população de *A. galeata* foram utilizados dados de captura realizados nos quatro fragmentos: Água Fria, nos anos de 1994-1996, 2010 e 2013-2014; Galheiro anos de 2013-2014; Glória anos de 1994-1996 e 2008-2015 e São José nos anos de 2010-2011, 2013-2014. As capturas foram realizadas nas quatro áreas supracitadas, ao longo de uma transecção de 400m em cada fragmento.

Em cada uma das áreas, foram realizadas duas campanhas de captura por estação (seca e chuvosa) nos anos de 2013-2014. Sendo utilizadas redes de neblina (mínimo de 15 e máximo de 25). As redes foram dispostas em trilhas entre 06:30h e 17:00h e

cheçadas em intervalos de aproximadamente 30 minutos. Os indivíduos foram retirados e acomodados em sacos de tecidos, para pesagem com dinamômetros de mão (precisão de 0,5 gramas), aferição de dados morfométricos e coleta de fezes.

Devido à diferença no esforço amostral para coleta dos dados entre os períodos de amostragem (1994-2015), foi feita a média de captura mensal de indivíduos de acordo com o esforço empregado em cada campanha realizada. O esforço amostral de cada campanha foi obtido através do cálculo:

$$\text{Altura da rede} \times \text{Comprimento da rede} \times \text{N}^{\circ} \text{ de redes} \times \text{Total de horas expostas}$$

(Straube *et al.* 2010)

Após obter o valor de esforço diário para cada campanha realizada no mês, foi calculado o esforço total de cada mês para cada ano, e feita a soma do esforço de cada mês incluindo todos os anos que ocorreram campanhas nas áreas determinadas (1994-2015). Posteriormente, foi calculada a razão de indivíduos capturados pela soma do esforço mensal de todos os anos, que resultou no número médio de indivíduos capturados por mês de cada ano e por mês de cada área.

Os dados de indivíduos capturados por esforço mensal foram comparados entre fragmentos, entre meses e entre estações por meio de gráficos para definir um pico de captura dos indivíduos e correlacioná-los com a precipitação mensal (dados oferecidos pelo Laboratório de Climatologia – Universidade Federal de Uberlândia).

Para os indivíduos capturados, foi verificado o estágio reprodutivo, determinado pela presença de placa de incubação e protuberância cloacal (Piratelli *et al.* 2000). A presença de placa de incubação foi considerada quando a região abdominal apresentava sem penas, com pele fina e enrugada, com coloração mais escura (avermelhado-arroxado), o que indica maior vascularização. Eventualmente, pequenas placas de

gordura subcutânea são utilizadas como evidência complementar desta fase (CEMAVE, 1994). Para identificar a presença da placa de incubação e protuberância cloacal, as penas que recobrem a região abdominal foram assopradas para permitir a visualização (Figura 3).

O cálculo da proporção mensal de indivíduos em fase reprodutiva pode indicar se a população apresenta concentração em um ou mais períodos de reprodução.

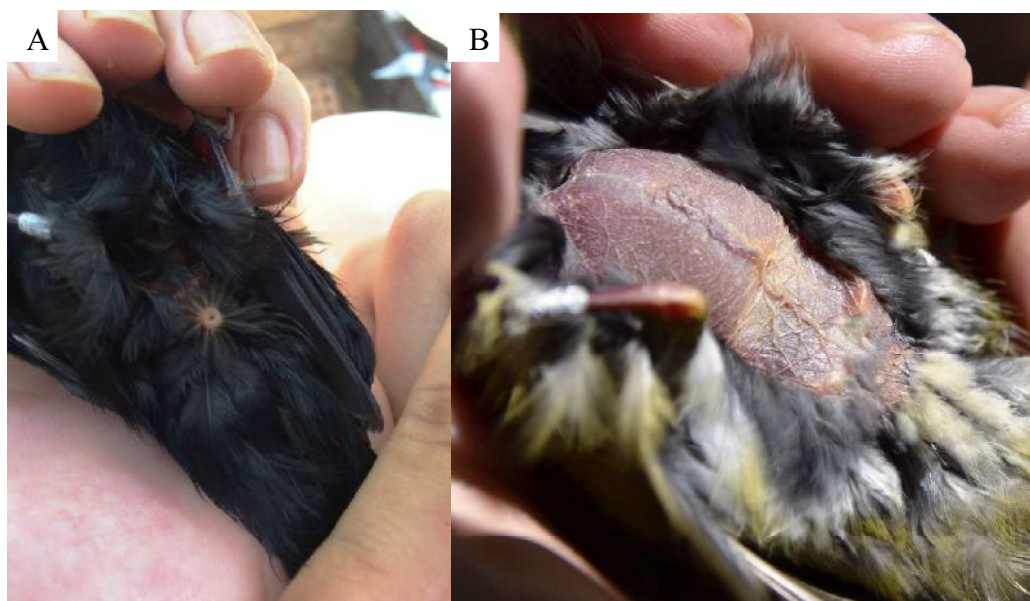


Figura 3. Presença da protuberância cloacal (A) e placa de incubação (B) em indivíduos de *Antilophia galeata*.

Para estimativa dos recursos oferecidos, foi feito um estudo fenológico mensal em uma das quatro áreas propostas (Faz. do Glória), na qual foi avaliada a presença de frutos maduros. Uma transecção de aproximadamente 500m foi percorrida de Dezembro/2014 à Dezembro/2015 sendo considerados indivíduos vegetais presentes em até 2m das laterais da transecção. A oferta de apenas frutos zoocóricos foi estimada através do método de Fournier (1974), que classifica cinco categorias (0 a 4) por meio de intervalos de 25%, onde 0 representa ausência de frutos, 1 corresponde a fenofase de

frutificação de 1% à 25% da copa do indivíduo, 2 de 26% à 50% de frutificação, 3 de 51% à 75% de frutificação e 4 de 76% a 100% de frutificação do indivíduo, foram selecionados no máximo 5 indivíduos para cada espécie vegetal. Com os dados de frutificação dos indivíduos é possível determinar se a oferta de frutos no subbosque é mais intensa na estação seca.

Para avaliar a presença de frutos e/ou artrópodes nas fezes, cada indivíduo capturado foi mantido dentro do saco de pano por no máximo dez minutos até defecar ou regurgitar. Além disso, abaixo das redes, o chão foi forrado com lona preta para que as fezes lá depositadas pelos indivíduos de *A. galeata* capturados, pudessem ser analisadas. Todas as amostras fecais foram acondicionadas em eppendorf e receberam etiquetas com data da captura e número da anilha do indivíduo capturado, e posteriormente levadas para laboratório e conservadas sob-refrigeração.

A triagem ocorreu no Laboratório de Ornitologia e Bioacústica (LORB) da Universidade Federal de Uberlândia. Os materiais encontrados nas amostras foram separados e colocados em placas de Petri, lavados e analisados em estéreo microscópio. O material foi separado em frutos e artrópodes (qualquer vestígio de exoesqueleto serviu como evidência de artrópodes na dieta). A dieta foi categorizada em: A) exclusivamente frutos, B) frutos e artrópodes e C) exclusivamente artrópodes.

Para determinação do estrato de forrageamento foi utilizado o método animal focal (Altmann 1974). As observações ocorreram pela manhã (6:30h - 11:00h), com o auxílio de binóculos Nikon 8x40mm. O observador percorreu uma trilha de aproximadamente 500 m em uma das quatro áreas propostas (Faz. do Glória), da borda ao interior, onde os indivíduos avistados foram acompanhados desde o início do contato visual até o encerramento (Silva & Melo 2011). Cada indivíduo foi registrado e separado em dois grupos (macho adulto e “verde” – fêmea ou macho juvenil).

A altura foi aferida com o medidor de distância a laser BOSCH-GLM 250 VF, e para obtenção desta foi utilizada uma adaptação do método do Esquadro de Leduc (Silva & Neto 1979) através da triangulação feita no próprio aparelho. Para obter a altura em que o indivíduo foi registrado, o medidor faz a triangulação a partir da distância do observador até onde o indivíduo é avistado (O-C) com a distância do observador até a árvore (O-B) que resulta no cálculo de B até C na árvore (feito pelo medidor), o mesmo é somada à distância vertical do chão ao medidor (A-B), a altura total utilizada é a soma de ambos, ou seja, A-C (Figura 4) (Silva & Neto 1979).

O ponto foi marcado no local em que o indivíduo se encontrava no início da observação, quando houve movimentação foi aferido em um ponto médio onde o indivíduo percorreu, foi também registrada a atividade do indivíduo no momento em que foi avistado (forrageamento, empoleiramento, nidificação ou outras).

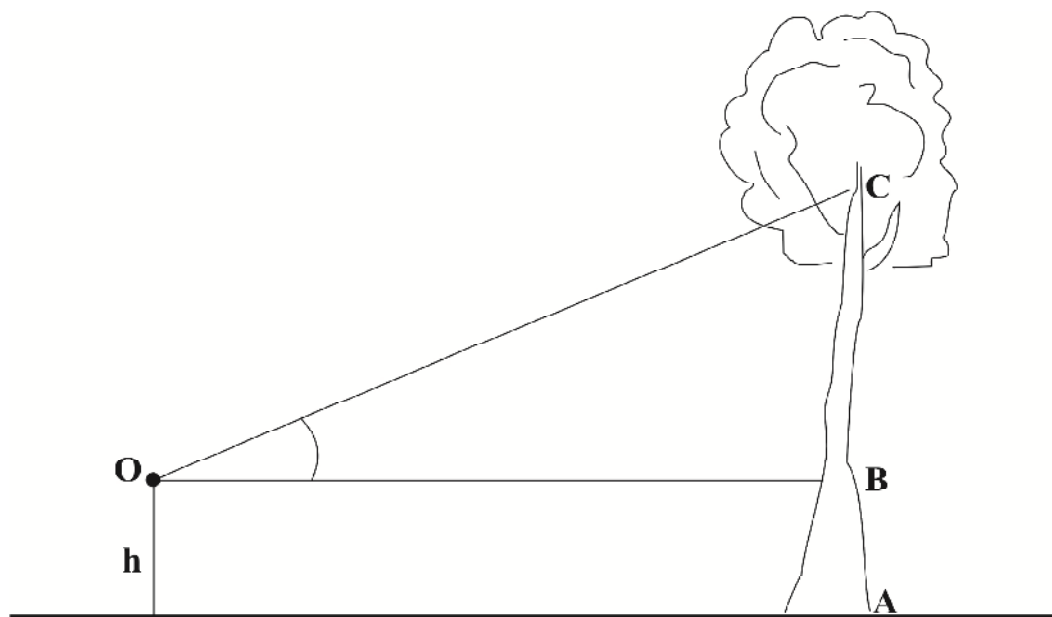


Figura 4. Aplicação do Esquadro de Leduc modificado.

Onde: OB = Distância do observador (medidor) até a árvore.

OC = Distância do observador (medidor) até onde o indivíduo foi avistado.

AB = h = Distância vertical do chão até o observador (medidor).

Para a realização desses procedimentos, foram obtidas autorizações pelo SISBIO e CEMAVE/ICMBio à anilhadora sênior (SISBIO 17264 e 44901; SNA-CEMAVE 359076, coordenadora do projeto 3730).

Análises dos dados

Os dados obtidos quanto ao número médio de indivíduos capturados por esforço amostral foi comparado entre as estações através de um Teste 't', foram retirados três 'outliers' que apresentavam diferenças na metodologia de captura. O número médio de indivíduos capturados também foi correlacionado com a média da precipitação mensal dos últimos 22 anos. Esses dados foram correlacionados apenas com o número médio de indivíduos capturados no fragmento do Glória, devido a ser o único que apresentava captura em todos os meses e N de indivíduos suficiente para os testes.

Para a determinação do mês em que foi encontrado o pico do evento reprodutivo de *Antilophia galeata*, foi feito um teste de estatística circular pelo programa Oriana 3. O mesmo teste foi realizado para definir qual pico de incidência da precipitação das áreas do entorno de Uberlândia. Tendo visto que a dieta pode afetar os ciclos anuais como a reprodução, os indivíduos considerados em estágio reprodutivo completo foram correlacionados com a oferta de recursos do Glória através da Correlação de Pearson.

A frequência de frutos e artrópodes nas fezes de *A. galeata* foi definida em porcentagem mensal para cada categoria. Quanto ao estrato de forrageamento, os dados foram comparados através de Testes 't' entre as estações (seca e chuvosa) para determinar se há preferência por determinada altura no estrato de sub-bosque, entre a atividade realizada (forrageio ou poleiro) e se eram indivíduos machos adultos ou indivíduos verdes, os indivíduos encontrados em transição para adultos foram também considerados no grupo 'machos adultos'.

RESULTADOS

Oscilação mensal de *Antilophia galeata*

Foram capturados 335 indivíduos de *Antilophia galeata*, nas quatro áreas de estudo, sendo que 309 foram anilhados com 196 recapturas, todos indivíduos anilhados foram utilizados para as análises do presente estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Total de indivíduos de *Antilophia galeata* capturados em cada área e o número de indivíduos em estágio reprodutivo.

Áreas	Captura	Recaptura	Captura + Recaptura	N de Reprodutivos	% de Reprodutivos
Água Fria	16	2	18	1	5,5%
Galheiro	23	1	24	2	8,3%
Glória	241	189	430	127	29,5%
São José	29	4	33	2	6,1%
	309	196	505	132	

Nas quatro áreas, os indivíduos concentraram seu período reprodutivo entre os meses de Julho à Novembro, final de estação seca e início de estação chuvosa (Figura 6). A data média de período reprodutivo dos indivíduos de *A. galeata* para a área do Glória foi 10 de Agosto (μ : 219,754°; r : 0,352; p : < 0,00), ou seja, pico de indivíduos no período reprodutivo em plena estação seca (Figura 5).

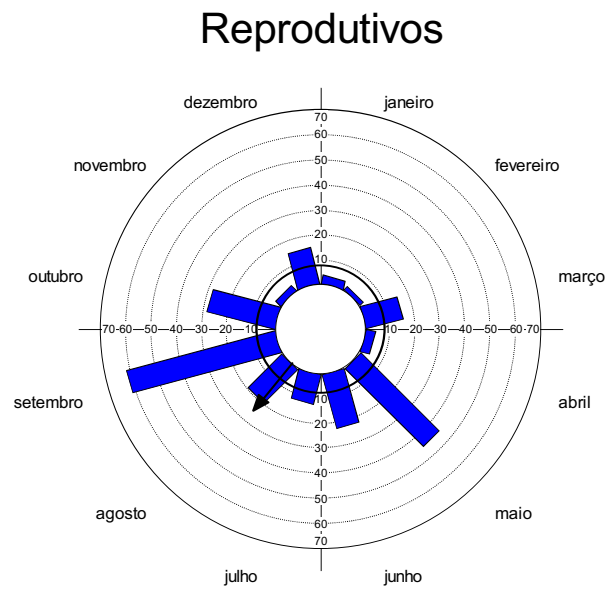


Figura 5. Frequência em % de indivíduos de *Antilophia galeata* em estágio reprodutivo no fragmento do Glória. Pico de indivíduos representado pelo vetor (seta preta).

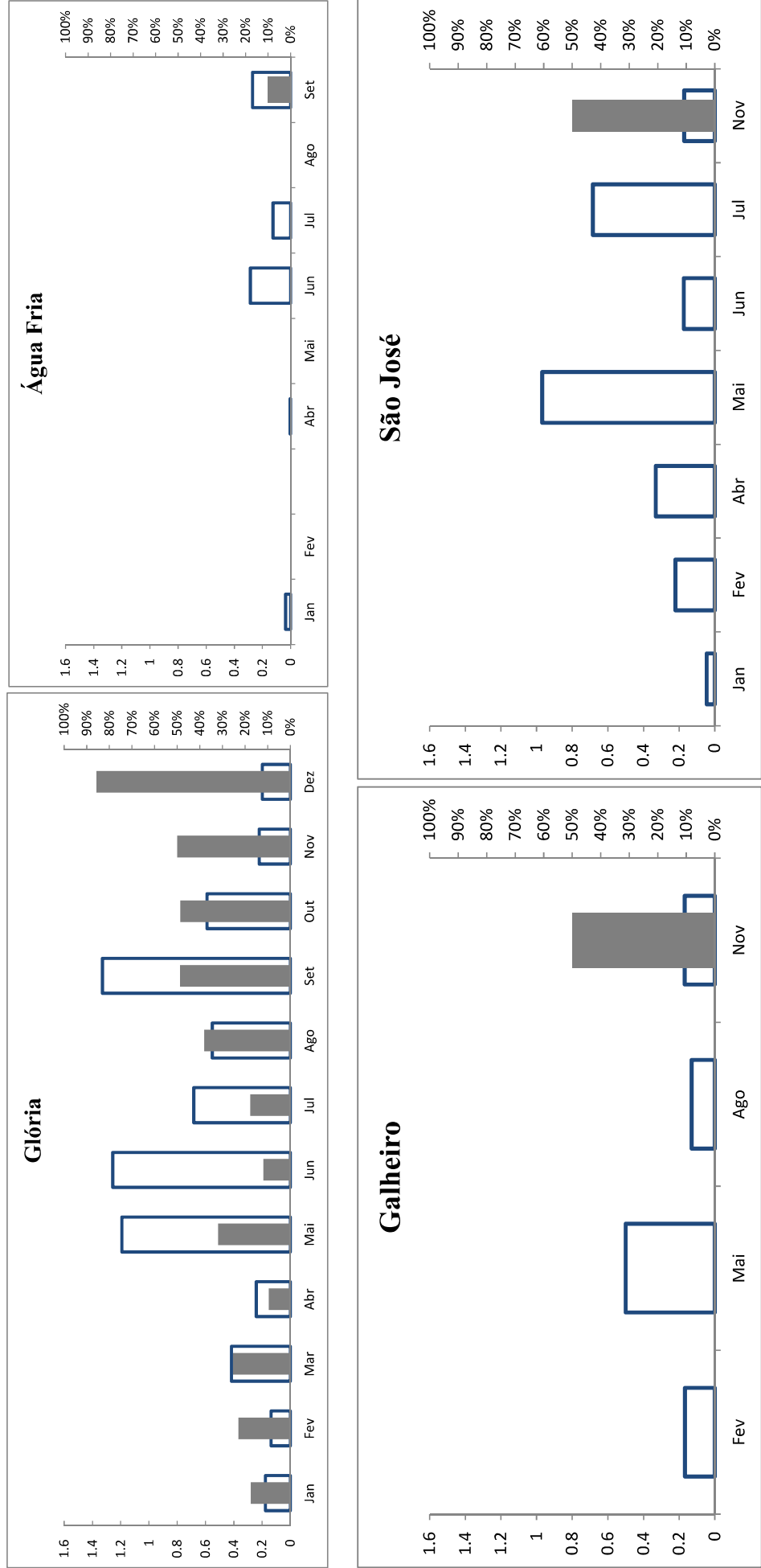


Figura 6. Indivíduos de *Antilophia galeata* capturados nos quatro fragmentos. Média de indivíduos capturados por esforço amostral (□) e percentual de indivíduos em estágio reprodutivo (■). Os meses que não estão presentes se deve à falta de campanhas nos mesmos.

Houve maior captura dos indivíduos em Junho e Julho, com data média em 16 de Julho significativa (μ : 194,431°; r : 0.392; p : < 0,000), período esse considerado como seca no Cerrado. Nos últimos 22 anos o pico de precipitação para a região de Uberlândia foi em Janeiro (μ : 11,337°; r : 0.563; p : < 0,000) (Figura 7), o que é esperado para períodos chuvosos.

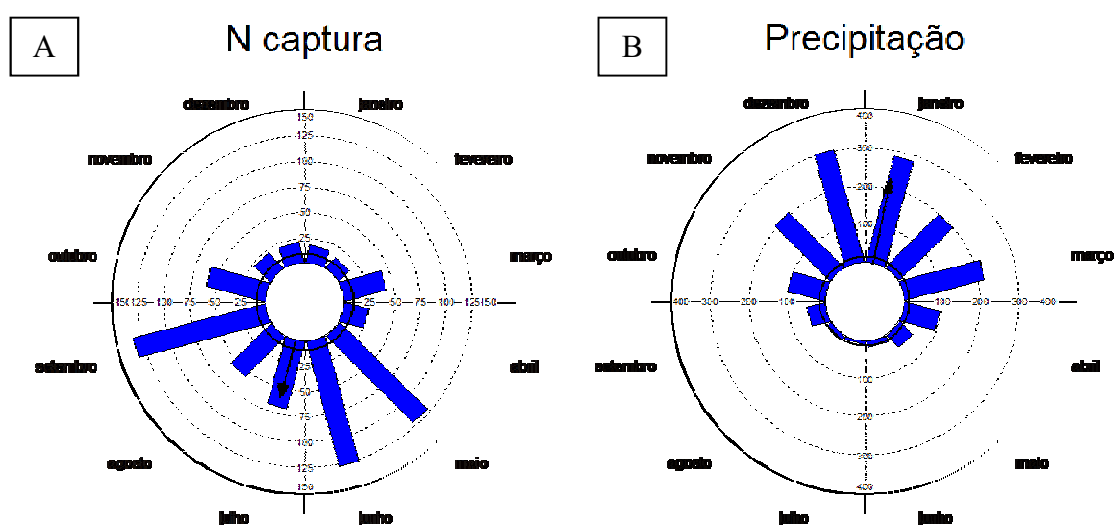


Figura 7. Numero médio de indivíduos/esforço de *A. galeata* capturados mensalmente, no Fragmento do Glória (A) com a precipitação média dos 22 últimos anos para a região de Uberlândia (B).

Foi encontrada uma correlação inversamente proporcional da precipitação com o número médio de indivíduos capturados de *Antilophia galeata* ($n = 12$; $r = -0,7128$; $p = 0,008$) (Figura 8).

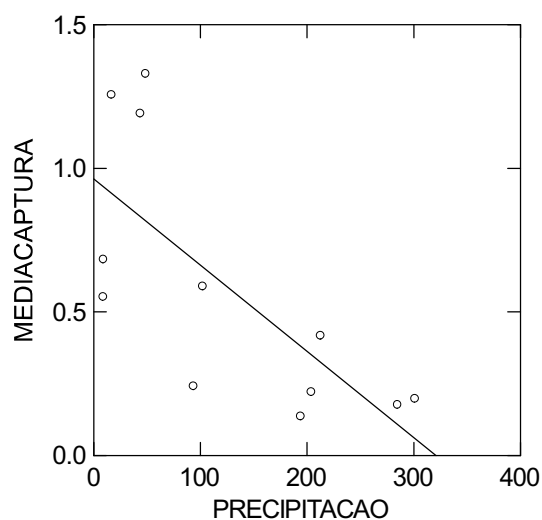


Figura 8. Correlação entre a precipitação e o número médio mensal de indivíduos capturados de *Antilophia galeata* no fragmento do Glória.

Houve maior captura de indivíduos de *Antilophia galeata* na estação seca ($t = 2,400$; $df = 42$; $p = 0,021$) (Figura 9).

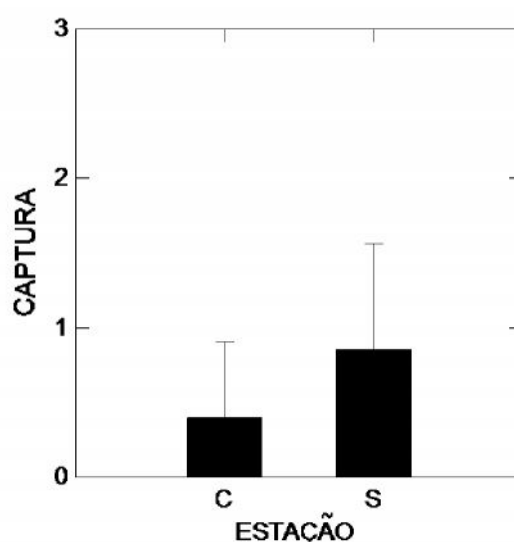


Figura 9. Comparação da captura de indivíduos de *A. galeata* entre as estações chuvosa (C) e seca (S), na área do Glória.

Fenologia e disponibilidade de recursos

Foram encontradas 12 espécies de plantas zoocóricas pertencentes a 6 famílias, frutificando no período de dezembro de 2014 à dezembro de 2015 (Tabela 2), o percentual de frutos verdes foi maior em Abril e de maduros em Janeiro (Figura 10).

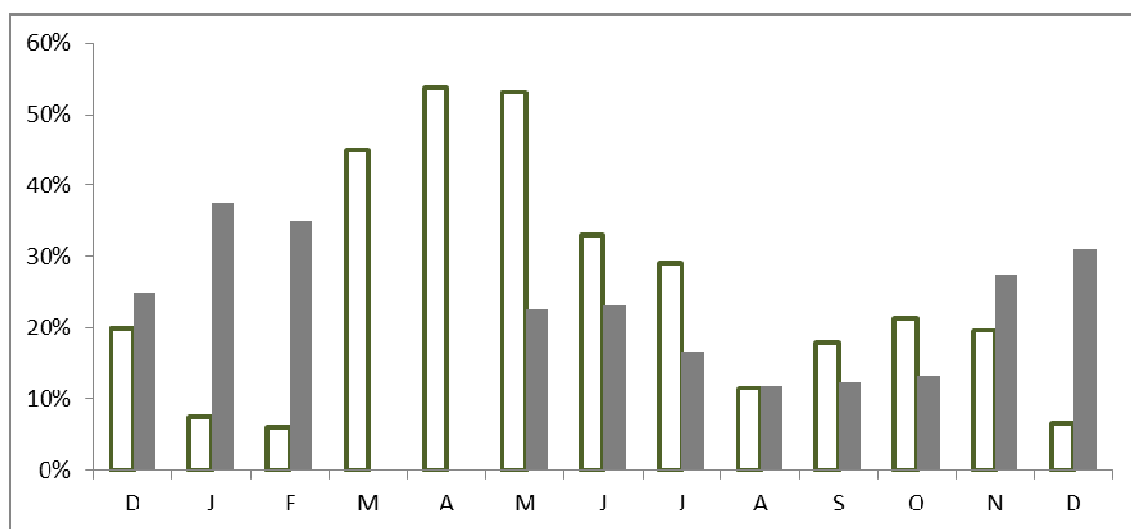


Figura 10. Média da oferta de frutos dos 54 indivíduos (12 espécies) encontradas em um transecto da Fazenda experimental do Glória, através da metodologia de Fournier. Frutos verdes (□) e Frutos maduros (■).

O pico de oferta de recursos do fragmento do Glória para frutos verdes foi em Agosto e maduros Setembro (Tabela 3), correspondente ao final do período de seca (Figuras 11 e 12). Não foi encontrada correlação entre a oferta de frutos maduros e indivíduos em estágio reprodutivo completo.

Tabela 2. Oferta de frutos verdes () e maduros () no fragmento da Fazenda experimental do Glória durante os anos 2014-2015.

Família	2014		2015																													
	D	J	F	M	A	M	A	10	9	8	7	6	5	4	3	J	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26*		
Espécie	1	2																														
Siparunaceae																																
<i>Siparuna guianensis</i>																																
Meliaceae																																
<i>Trichilia pallida</i>																																
Melastomataceae																																
<i>Miconia nervosa</i>																																
<i>Miconia affinis</i>																																
Rubiaceae																																
<i>Faramea sp.</i>																																
<i>Psychotria prunifolia</i>																																
<i>Psychotria deflexa</i>																																
<i>Psychotria gracilenta</i>																																
<i>Psychotria sp.</i>																																
Piperaceae																																
<i>Piper sp.</i>																																
Lauraceae																																
<i>Nectandra membranacea</i>																																
Morfo 1																																

* Os números de 1-26 correspondem às quinzenas em que foram coletados os dados.

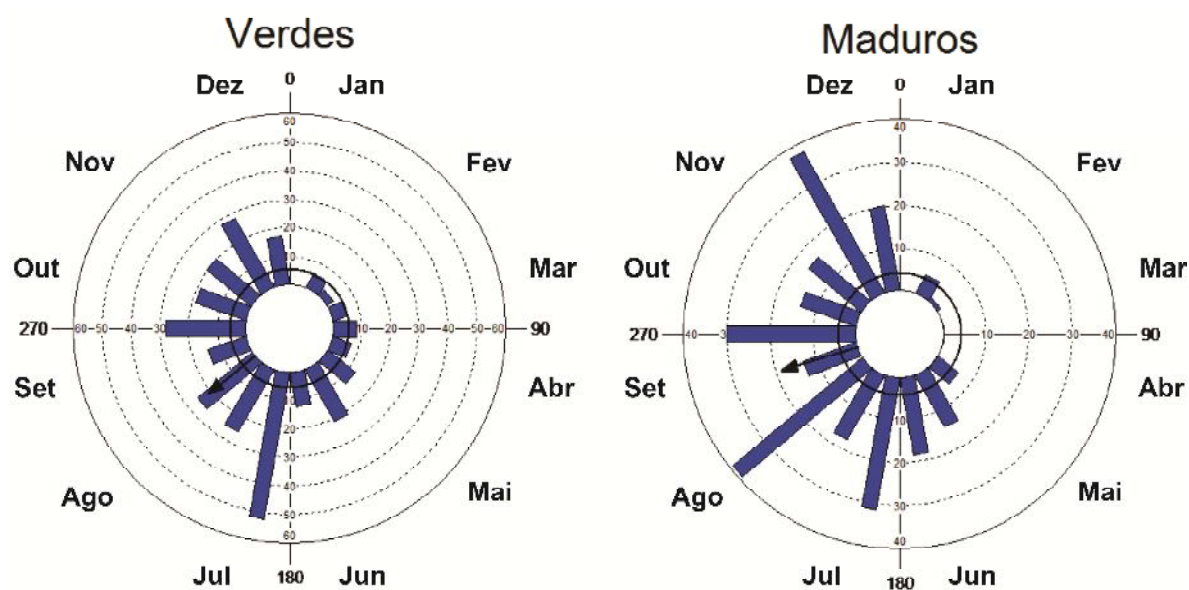


Figura 11. Oferta de frutos verdes e maduros por 12 diferentes espécies vegetais no fragmento da Fazenda do Glória.

Tabela 3. Resultados da análise estatística circular para o número de indivíduos frutificando no Fragmento da Fazenda do Glória.

Área		Indivíduos com frutos	
		Verdes	Maduros
Fazenda do Glória	Ângulo médio (μ)	231,665°	252,904°
	Data média	(23/08)	(13/09)
	Comp. vetor médio (r)	0,353	0,464
	Teste de Rayleigh (p)	< 1E-12	< 1E-12

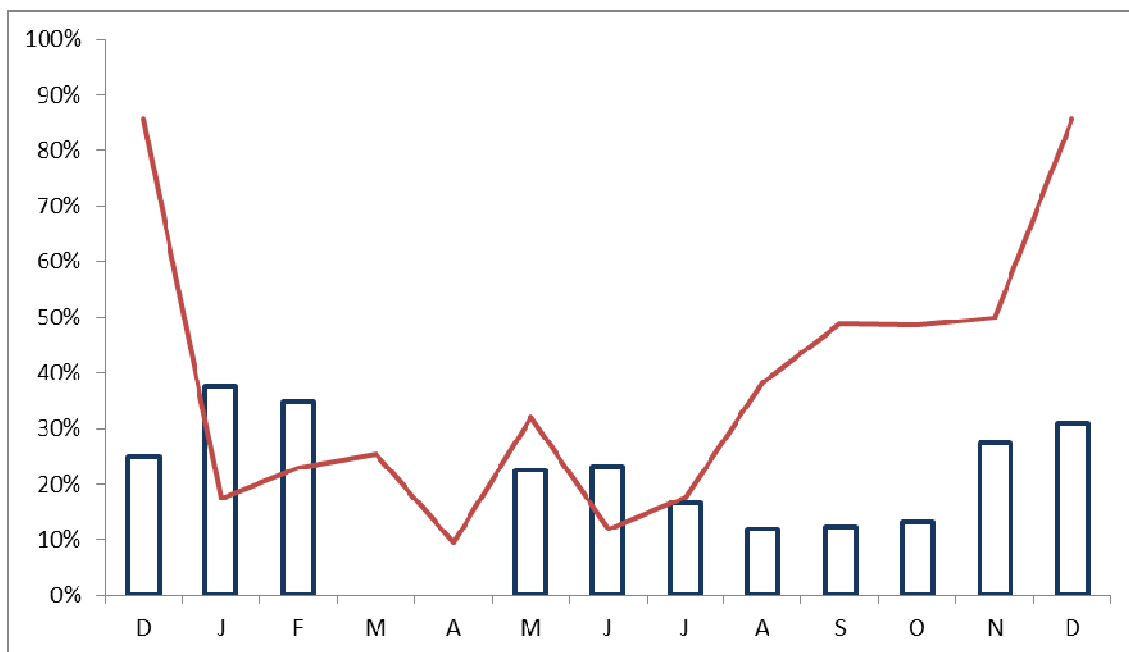


Figura 12. Oferta de frutos maduros na Fazenda experimental do Glória (■) comparada a porcentagem de indivíduos reprodutivos (—) capturados durante Dezembro de 2014 à Dezembro de 2015.

Dieta de *Antilophia galeata*

Foram coletadas 75 amostras de fezes e/ou regurgito de *Antilophia galeata* nas quatro áreas no período de 2013 à 2014. Para Água fria (n=6) e Galheiro (n=17) todas as amostras apresentavam somente vestígios de frutos. No fragmento do Glória das 38 amostras, cinco (13,1%) apresentaram artrópodes sendo uma delas tanto com artrópodes como frutos (2,6%), as outras quatro exclusivamente artrópodes (10,5%), as demais 33 amostras (86,9%) apresentavam apenas sementes e frutos nas excretas coletadas, enquanto no fragmento São José das 14 amostras apenas uma (7,1%) apresentava tanto artrópodes como frutos, as demais, exclusivamente com frutos (Figura 13).

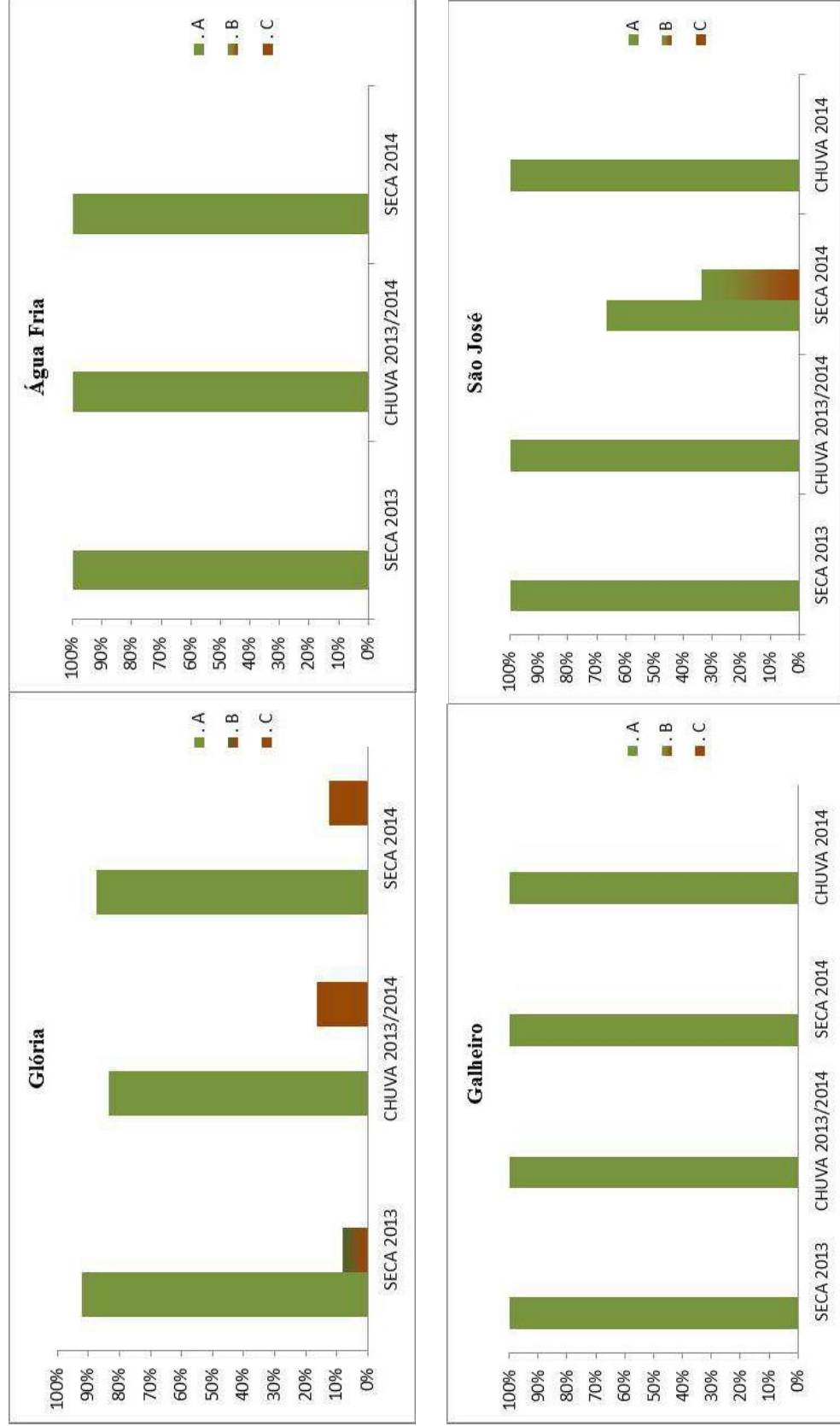


Figura 13. Proporção de itens alimentares nas amostras de fezes/regurgito, coletados de *A. galeata* nos quatro fragmentos. Onde A (Exclusivamente frutos); B (Frutos e artrópodes) e C (Exclusivamente artrópodes).

Estrato de forrageamento

Foram obtidos 108 registros visuais de *Antilophia galeata* na área do Glória. Destes, 37% (n=40) dos indivíduos estavam em forrageio, e 63% (n=68) empoleirados. O registro de maior altura foi em forrageio a 18,21 metros e o menor a 1,4 metros, empoleirado (Figura 14).

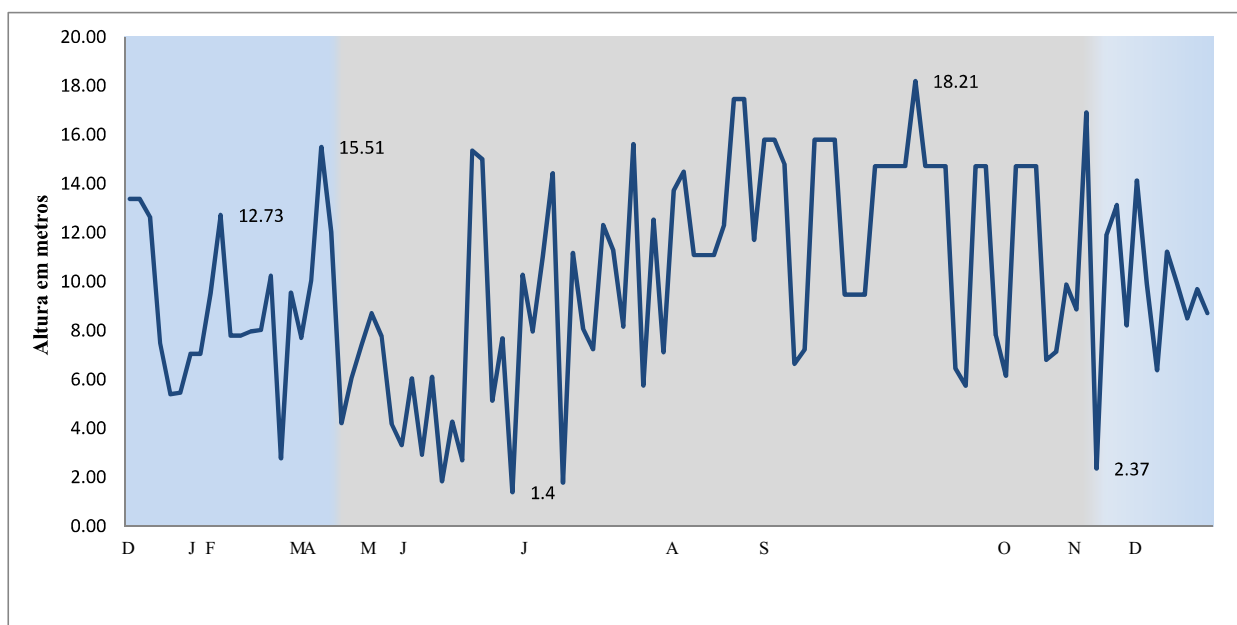


Figura 14. Variação na altura do estrato de atividade de *Antilophia galeata*, valores no gráfico representam maiores e menores valores registrados para seca (fundo cinza) e chuva (fundo azul).

Durante a estação seca a maioria dos registros ocorreu no estrato superior sendo encontrados em alturas de 13 a 16 metros, o contrário ocorreu na estação chuvosa onde a maioria dos indivíduos concentrou em alturas de 7 a 10 metros (Figura 15).

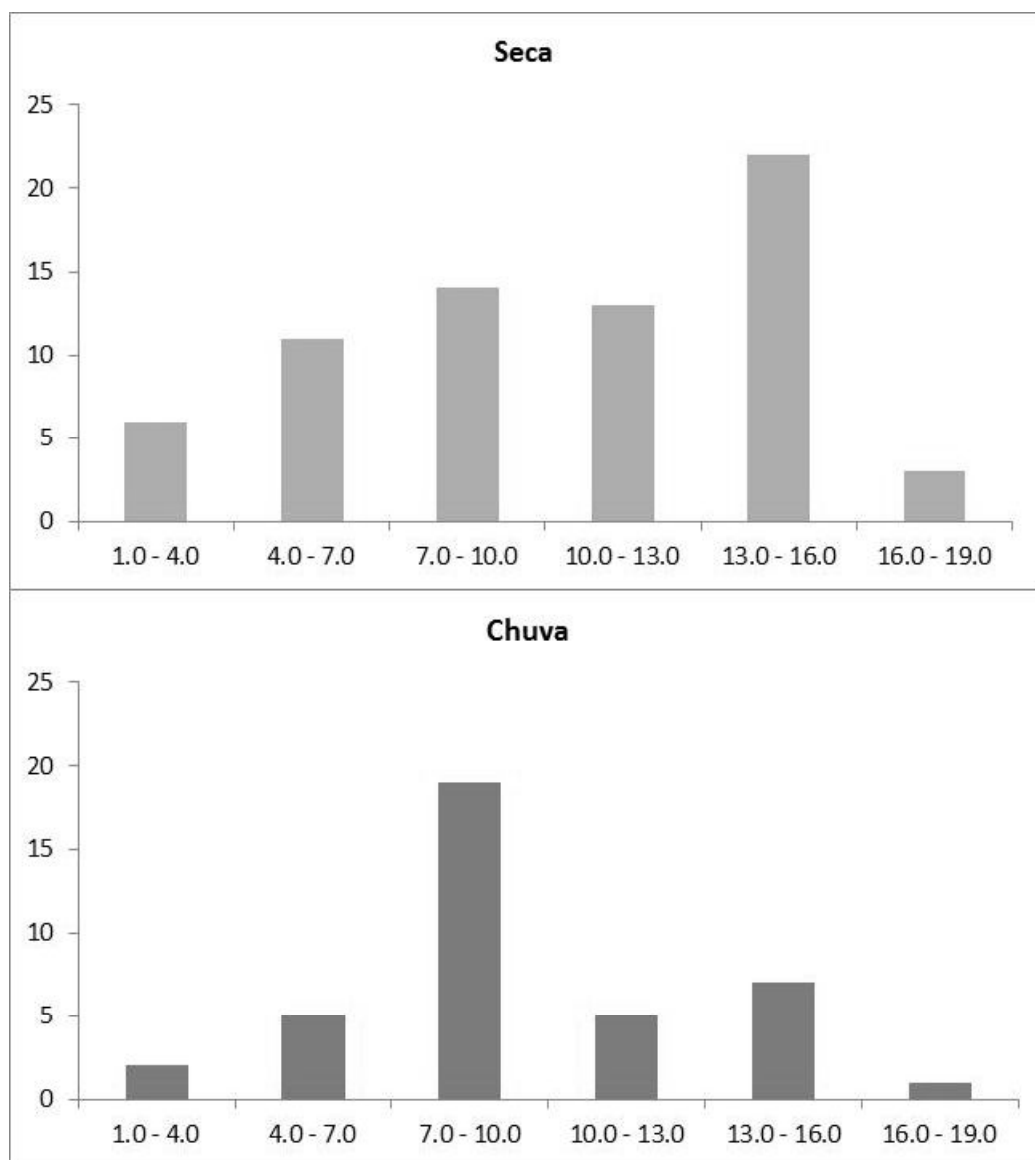


Figura 15. Distribuição dos indivíduos de *A. galeata* quanto à altura de uso do estrato nas estações de Seca e Chuva, no fragmento da Fazenda Experimental do Glória.

Não foi encontrada diferença significativa para a altura do estrato utilizado entre as estações seca e chuvosa ($t = -1,131$; $df = 106$; $p = 0,260$), nem entre altura preferencial para forrageio e poleiro ($t = 1,618$; $df = 108$; $p = 0,109$). Não houve

diferença na altura entre indivíduos verdes ou machos adultos ($t = -0,397$; $df = 106$; $p = 0,692$) (Figura 16).

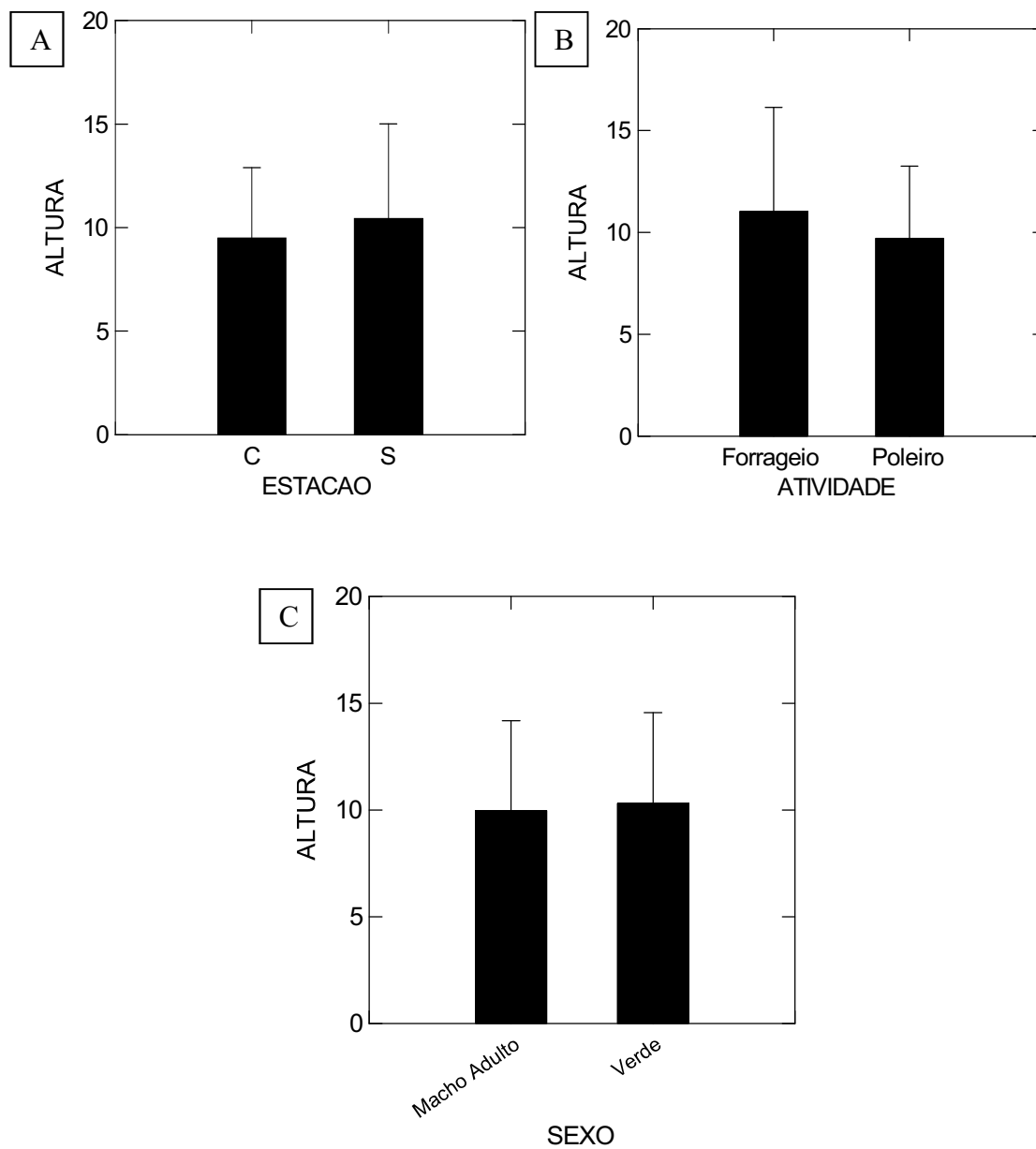


Figura 16. Resultado dos Testes ‘t’ para a altura do estrato utilizado (média \pm desvio padrão) por *Antilophia galeata* entre A: as estações seca (S) e chuvosa (C); B: o tipo de atividade (forrageio e poleiro); C: entre indivíduos verdes e machos adultos.

Relação da oferta de frutos com estágio reprodutivo

Não foi encontrada relação entre a oferta de frutos no fragmento do Glória e o percentual de indivíduos em estágio reprodutivo capturados ($r = 0.668$, $p = 0,414$) (Figura 17).

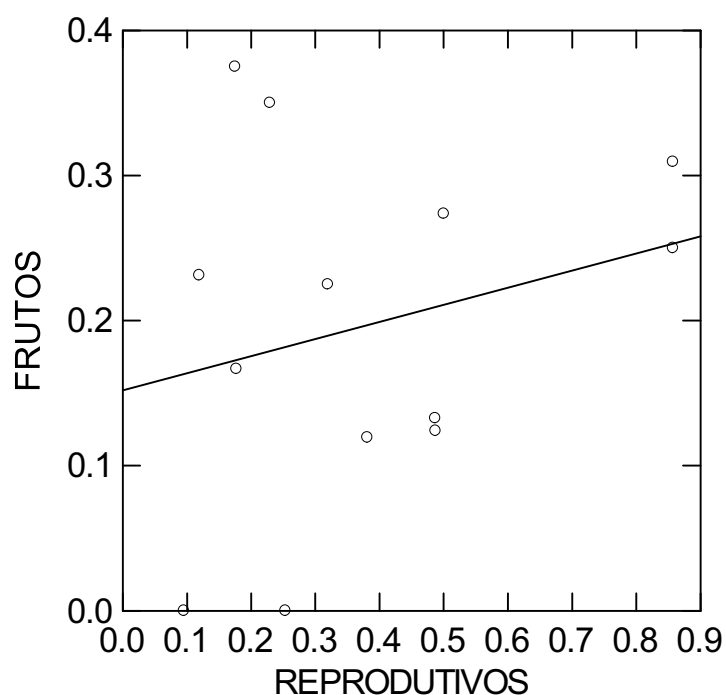


Figura 17. Relação entre percentual indivíduos de *A. galeata* capturados em estágio reprodutivo e percentual de frutos maduros ofertados no fragmento da Fazenda experimental do Glória.

DISCUSSÃO

A diferença encontrada na maior captura de indivíduos de *Antilophia galeata* na estação seca pode ser explicada por dois fatores. A oferta de frutos no sub-bosque de

ambientes de Mata de Galeria no Cerrado, por exemplo espécies do gênero *Psychotria* e *Miconia*, plantas de sub-bosque que apresentam oferta de frutos maduros durante a estação seca (Melo *et al.* 2013).

Essa oferta de sub-bosque pode acentuar o deslocamento dos indivíduos em alturas menores e assim ficando mais suscetíveis a captura nas redes de neblina. É possível também que, *A. galeata* durante seu pico reprodutivo nos mesmos meses (Julho a Agosto), apresente maior movimentação tanto na busca de recursos, como na defesa de território e procura de um par reprodutivo (Marini & Cavalcanti 1992), o que também pode contribuir para a maior captura.

O fragmento do Glória apresentou pico de oferta de frutos tanto verdes quanto maduros concentrados no mês de Agosto e Setembro período de estação seca, característica encontrada para matas semidecíduas onde as oscilações climáticas podem ser menores em sub bosque do que maiores estratos ou até mesmo essa maior oferta pode ser uma forma de evitar a competição com outras espécies vegetais (Melo *et al.* 2013). Exemplo encontrado na área para espécies da família Rubiaceae em sua maioria, representada por espécies arbustivas no sub bosque.

O período reprodutivo de *Antilophia galeata* coincide na estação seca com o pico de oferta de recursos na área em estudo. É possível que este seja um padrão adotado pela espécie associado ao momento em que os filhotes teriam mais recursos durante a fase crítica de abandono do ninho (Marini 1992, Marini & Cavalcanti 1992). Essa estratégia diminui o gasto energético dos pais no cuidado parental, pois com abundância de recursos melhor a eficiência na busca destes, e mais recurso alimentar para os filhotes maiores as chances para chegar à fase juvenil (Duca & Marini 2011, Pereira 2011).

Alguns estudos apontam o uso de artrópodes na dieta de *Antilophia galeata* como complementação alimentar (Marini 1992, Silva & Melo 2011). Apenas nos fragmentos do Gloria e São José, foram encontradas fezes de *A. galeata* com resquícios de artrópodes. Pode ser que a qualidade ambiental e variabilidade na oferta de frutos dos fragmentos Água Fria e Galheiro sejam suficientes para a obtenção de recursos para *A. galeata* que é predominantemente frugívora. Nas duas outras áreas em algum momento essa oferta de frutos pode ter sido escassa e assim o uso de artrópodes se tornou necessário para alguns indivíduos.

O uso do estrato por *A. galeata* variou tanto para atividades de forrageio como poleiro, o que é de se esperar sendo um frugívoro generalista (Marini 1992). A maior variação na atividade da estação seca comparada a chuva pode atribuir o deslocamento dos indivíduos em busca de recursos no sub bosque.

CONCLUSÕES

Para *Antilophia galeata* tanto o pico de captura de indivíduos como o pico de reprodutivos, foram concentrados na estação seca (Julho à Setembro), o que coincidiu com a oferta de frutos para a área em estudo, isso pode indicar que há uma relação entre a atividade dos indivíduos, a oferta de recursos e o investimento em atividades como a reprodução.

Antilophia galeata consumiu preferencialmente frutos, a proporção de artrópodes foi irrelevante comparada ao total de amostras e quando presente foi mais encontrada nos períodos de seca do que chuva.

Antilophia galeata apresentou variabilidade nas alturas de estrato e em suas atividades, não tendo preferência pela altura no estrato entre estações seca e chuvosa e

nem por indivíduos (machos adultos e verdes).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**. v. 49, n. 3, p. 227-267, 1974.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of Cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 129-145, 2000.

BURKE, D. M.; NOL, E. Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on feeding Ovenbirds. **The Auk**, v. 115, n. 1, p. 96-104, 1998.

CEMAVE. **Manual de anilhamento de aves silvestres** (IBAMA, Brasília). 2nd Ed. 1994.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Manual de capacitação sobre mudança do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)**. Brasília, CGEE, 2008.

DANTAS, T. **Ciclos anuais em aves de ambiente florestal: muda de penas e reprodução**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

DUCA, C.; MARINI, M. A. Variation in Breeding of the Shrike-like Tanager in Central Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 123, n. 2, p. 259-265, 2011.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

HOGSTEDT, G. Effect of additional food on reproductive success in the Magpie (*pica pica*). **Journal of Animal Ecology**, v. 50, n. 1, p. 219-229, 1981.

MARINI, M. A. Notes on the Breeding and Reproductive Biology of the Helmete Manakin. **The Wilson Bull**, v.104, n. 1, p. 168-173, 1992.

MARINI, M. A.; CAVALCANTI, R. B. Mating system of the Helmeted Manakin (*Antilophia galeata*) in Central Brazil. **The Auk**, v. 109, n. 4, p. 911-913, 1992.

MARINI, M. A.; BORGES F. J. A.; LOPES, L. E.; SOUSA, N. O. M.; GRESSLER, D. T.; SANTOS, L. R.; PAIVA, L. V.; DUCA, C.; MANICA, L. T.; RODRIGUES, S. S.; FRANÇA, L. F.; COSTA, P. M.; FRANÇA, L. C.; HEMING, N. M.; SILVEIRA, M. B.; PEREIRA, Z. P.; LOBO, Y.; MEDEIROS, R. C. S.; ROPER, J. J. Breeding biology of birds in the cerrado of central brazil. **Ornitologia neotropical**, v. 23, p. 385–405, 2012.

MEDEIROS, R. C. S. de; MARINI, M. Â. Biologia reprodutiva de *Elaenia chiriquensis* (Lawrence) (Aves, Tyrannidae) em Cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 12-20, 2007.

MELO, C.; SILVA, A. M.; OLIVEIRA, P. E. Oferta de frutos por espécies zoocóricas de sub-bosque em gradiente florestal do cerrado. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 2030-2041, 2013.

MEZQUIDA, E. T. Nidificación de ocho especies de Tyrannidae en la Reserva de Ñacuñán, Mendoza, Argentina. **Hornero**, v.17, n. 1, p. 31-40, 2002.

PEREIRA Z. P. **Influência de recursos alimentares sobre a reprodução de *Neothraupis fasciata* (Aves, Thraupidae)**. 2011. 47 f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ecologia). – Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

PEREIRA, M. P.; MELO, C. Composição e reprodução da avifauna na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó/Uberlândia/MG. **Horizonte Científico**, p. 1-20, 2008.

PIRATELLI, A. J.; SIQUEIRA, M. A. C.; MARCONDES-MACHADO, L. O. Reprodução e muda de penas em aves de sub-bosque na região leste de Mato Grosso do Sul. **Ararajub**, v. 8, n. 2, p. 99-107, 2000.

PIRATELLI, A. J.; PEREIRA, M. R. Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 131-139, 2002.

POULIN, B.; LEFEBVRE, G.; MCNEIL, R. Tropical avian phenology in relation to abundance and exploitation of food resources. **Ecology**, v. 73, n. 6, p. 2295-2309, 1992.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v.5, n.2, p. 309-318, 2005.

SANTOS, J. O.; SANTOS, R. M. S.; FERNANDES, A. A.; SOUSO, J. A.; BORGES, M. G. B.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B. The alternative systems of production base agroecological. **ACSA**. v. 9, n. 1, p. 09-16, 2013.

SANTOS FILHO, M.; SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n.1, p. 115-121, 2008.

SILVA, A. M.; MELO, C. Frugivory and seed dispersal by the Helmeted manakin (*Antilophia galeata*) in forests of brazilian cerrado. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, p. 69–77, 2011.

SILVA, J. A. A.; NETO, F. P. **Princípios básicos da dendrometria**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, 1979. 191 p

SINCLAIR, A. R. E. Factors affecting the food supply and breeding season of resident birds and movements of Palearctic migrants in a tropical African savannah. **Ibis**, v. 120, n. 4, p. 480-497, 1978.

STRAUBE, F. C.; PIACENTINI, V. Q.; ACCORDI, I. A.; CÂNDIDO, J. F. **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. Technical Books Editoria, 2010. 516 p.

TELES, D. R. F. **Condição Corporal de Aves em Fragmento de Mata Estacional Semidecidual do Triângulo Mineiro, Brasil**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

CAPÍTULO 2

**Razão sexual de *Antilophia galeata* em um fragmento de mata Estacional
Semidecidual no Cerrado.**

RESUMO

Em vertebrados, especialmente monogâmicos, é esperada uma razão sexual, ou seja, a proporção de machos e fêmeas de uma população de 1:1, com equilíbrio entre pares de indivíduos. Estudos de razão sexual em aves são escassos, mas alguns apontam essa proporção. Outros registraram desvios nessas razões geralmente com machos excedendo as fêmeas. *Antilophia galeata* apresenta dimorfismo sexual na fase adulta e é monogâmica. Este estudo teve o objetivo de determinar a razão sexual de uma população de *A. galeata*, e comparar quais estruturas morfológicas poderiam ser avaliadas para distinguir fêmeas de jovens machos por esses caracteres, sem necessidade de sexagem laboratorial. Os indivíduos foram capturados com redes de neblina no período de Outubro de 2013 a Outubro de 2015, em seis campanhas. Foram utilizados 87 indivíduos e feitos 55 testes de sexagem através de amostras sanguíneas dos indivíduos verdes. A razão sexual foi de 1,1:1 machos/fêmeas, e através de um teste 't' não foi encontrada diferença significativa ($p=0,79$) no tamanho do topete de machos versus fêmeas. A placa de incubação nos indivíduos verdes foi exclusiva nas fêmeas. Embora a razão sexual encontrada tenha mostrado um leve desvio na proporção de machos, dados complementares sobre razão sexual de *A. galeata* em outras populações são necessários para confirmar se esses padrões são da espécie ou da população estudada. O tamanho do topete não foi suficiente para determinar o sexo de indivíduos verdes sem o uso da sexagem. A presença de placa de incubação aponta que, quando presente em indivíduos verdes, permite identificá-los como fêmeas.

Palavras-chave: Alocação do sexo; Placa de incubação; Pipridae; Sexagem.

ABSTRACT

In vertebrates, especially monogamous, sexual ratio is expected, in other words it is expected a proportion of males and females in a population of 1:1, with balance between pairs of individuals. Sex ratio studies in birds are scarce, but some studies point this 1:1 ratio, and others point deviations, generally recording males exceeding females. *Antilophia galeata* shows sexual dimorphism in adulthood and it is monogamous. This study aimed to determine the sex ratio of a population of *A. galeata*, and compare morphological structures which could be evaluated to distinguish young males from young females without the need for laboratory sexing. Individuals were captured with mist nets in the period October 2013 to October 2015, in six campaigns. It was used 87 individuals and 55 sex determination tests were made using blood samples of the young individuals. The sex ratio was 1.1: 1 male / female, and through a 't' test, it was seen no significant difference ($p = 0.79$) in the tuft size of males versus females. The incubation plate on the young individuals was exclusively seen in females. Although the sex ratio found showed a slight deviation in the proportion of males, complementary data on sex ratio of *A. galeata* in other populations is needed to confirm that these standards are from the species or population studied. The tuft size was not sufficient to determine the sex of young individuals without the use of sexing. The presence of incubation plate shows that, when present in green individuals, allows to identify them as female.

Keywords: Incubation plate; Pipridae; Sex allocation; Sexing.

INTRODUÇÃO

Razão sexual é a proporção de machos em relação a fêmeas em uma determinada população, que em vertebrados, geralmente se encontra numa proporção esperada de 1:1 (Mayr 1939), sendo uma ferramenta útil para indicar declínios populacionais (Nadal *et al.* 1996). Estudos relacionados à razão sexual em aves ainda são escassos, provavelmente devido à dificuldade de confirmação de sexo nos indivíduos, principalmente ninhegos (Bennett; Owens 2002, Székely *et al.* 2014). Apesar disso, em aves adultas, desvios na razão sexual são comuns, geralmente o número de machos excedendo o de fêmeas (Mayr 1939, Donald 2007).

Diferenças nas proporções entre machos e fêmeas influenciam o tamanho da população, determinando o número de casais que serão formados na estação reprodutiva e, conseqüentemente, modificando a contribuição de cada indivíduo para a próxima geração (Frankhan *et al.* 2002). A teoria de alocação do sexo em filhotes prevê que a maioria dos indivíduos produzirá filhotes de ambos sexos na mesma proporção, pois machos e fêmeas apresentam valor reprodutivo semelhante na população, sendo a seleção dependente da frequência responsável por manter esse equilíbrio na população (Fisher 1930).

No Brasil, alguns estudos com aves mostram uma tendência dessa razão de 1:1 machos e fêmeas, com desvios para um dos lados dos sexos em fases diferentes da vida, como em ninhegos e adultos (Miyaki *et al.* 1995, Pereira 2011, Gressler 2012). Ainda é difícil dizer sobre razão sexual em alguns grupos de aves como a família Pipridae, devido à escassez de dados, no caso de *A. galeata* é especulado que seja a proporção natural de 1:1 machos e fêmeas (Sick 1979, Girão; Souto 2005).

Antilophia galeata é um Passeriforme endêmico de Cerrado e habita o sub-bosque das matas ciliares (Marini 1992), é territorialista, monogâmica e frugívora, (Marini 1992, Silva; Melo 2011) sendo encontrada desde áreas conservadas, até em locais alterados, inclusive em ambientes urbanos, como parques (Franchin; Marçal-Júnior 2004).

O dimorfismo sexual evidente ocorre apenas na fase adulta com machos apresentando plumagem negra com penas escarlate no topo da cabeça, e as fêmeas e os juvenis com uma plumagem esverdeada discreta em todo o corpo (MARINI 1992, SICK 1997).

Estudos recentes (Baesse 2012, Dantas 2013, Teles 2013), realizados em fragmentos florestais do Brasil Central não encontraram diferença no número de machos adultos e indivíduos “esverdeados” (fêmeas e machos jovens) capturados (Dantas 2013), o que evidencia um provável desequilíbrio na razão sexual, pois Marini (1992) cita que o macho jovem só adquire plumagem de adulto (negra e vermelha) no seu terceiro ano de vida.

OBJETIVOS

Determinar a razão sexual na população de *A. galeata* no fragmento da Fazenda Experimental do Glória, testando a hipótese de que a razão sexual será como esperada para espécies monogâmicas 1:1, e ainda avaliar possíveis diferenças no comprimento do topete entre machos juvenis e fêmeas, determinar se a placa de incubação, entre os indivíduos verdes, ocorre apenas em fêmeas, que são as responsáveis pela incubação dos ovos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Áreas de estudo:

O estudo foi realizado na Mata da Fazenda Experimental do Glória (18°57'S, 48°12'O), fragmento localizado no limite das zonas rural e urbana de Uberlândia – MG, pertence à Universidade Federal de Uberlândia, possui 30 ha, composto por floresta estacional semidecidual e a floresta de galeria inundável (Lopes 2011).

Coleta dos dados:

Os indivíduos foram capturados em seis campanhas realizadas entre Outubro de 2013 e Outubro de 2015, por meio de redes de neblina (25 redes). As redes foram dispostas em trilhas entre 06:30h e 17:00h e checadas em intervalos de aproximadamente 30 minutos. Os indivíduos foram retirados e acomodados em sacos de tecidos, para pesagem com dinamômetros de mão (precisão de 0,5 gramas), aferição de dados morfométricos e coleta de sangue.

Para cada indivíduo capturado foi determinado o sexo, sendo machos adultos determinados pela coloração da plumagem (negra e vermelha) e indivíduos verdes submetidos à sexagem por análise laboratorial. Para análise de sexagem foi coletada uma amostra de sangue (cerca de 0,1 a 0,2 mL de sangue da veia tarsal) com auxílio de agulhas removíveis de seringa de insulina descartável. As amostras de sangue coletadas foram armazenadas em kits específicos (Figura 18) fornecidos pelo laboratório UNIGEN e para posterior envio para análise laboratorial.

Os indivíduos “verdes” machos juvenis e fêmeas foram comparados quanto ao tamanho do topete, aferido através de um paquímetro digital (Figura 19). Para comparação do tamanho do topete dos indivíduos sexados, foi feito um teste ‘t’ entre o

topete de machos juvenis e fêmeas verdes, os dados estatísticos foram analisados no programa Systat 10. Em cada indivíduo foi avaliada a presença da placa de incubação. As penas que recobrem a região abdominal foram assopradas para permitir a visualização da placa.



Figura 18. Kit laboratorial utilizado para sexagem dos indivíduos de *Antilophia galeata*. Acima agulha utilizada para coleta de amostra de sangue e abaixo, etiqueta para sexagem com destaque para filtro onde o sangue é gotejado (seta vermelha).



Figura 19. Medida do tamanho do topete em indivíduos verdes de *Antilophia galeata*.

Neste estudo foram utilizados 87 indivíduos capturados nas campanhas (Outubro/2013 à Outubro/2015). Destes, 32 eram machos adultos e os demais (55) verdes, para os quais foi feita a análise de sexagem. Os resultados da sexagem foram comparados às variáveis morfológicas externas (tamanho do topete e presença de placa de incubação) apenas nos indivíduos verdes.

Para a realização desses procedimentos, foram obtidas autorizações pelo SISBIO e CEMAVE/ICMBio à anilhadora sênior (SISBIO 17264 e 44901; SNA-CEMAVE 359076, coordenadora do projeto 3730).

RESULTADOS

Para a população de *Antilophia galeata* no fragmento da Fazenda Experimental do Glória, foi encontrada uma razão sexual de 1,1:1 Machos:Fêmeas (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado da sexagem dos indivíduos verdes (fêmeas e machos juvenis) e quantidade de machos adultos de *A. galeata* no fragmento da Fazenda do Glória.

	2013	2014	2015	Total
Machos	4	8	20	32
Fêmeas	4	7	31	42
Machos juvenis	2	3	8	13
	10	18	59	87

. O tamanho do topete não diferiu significativamente entre machos juvenis e fêmeas verdes ($t = 0.265$; $gl = 42$; $p = 0.792$). O tamanho do topete das fêmeas apresentou maior amplitude comparado ao dos machos juvenis (Figura 20).

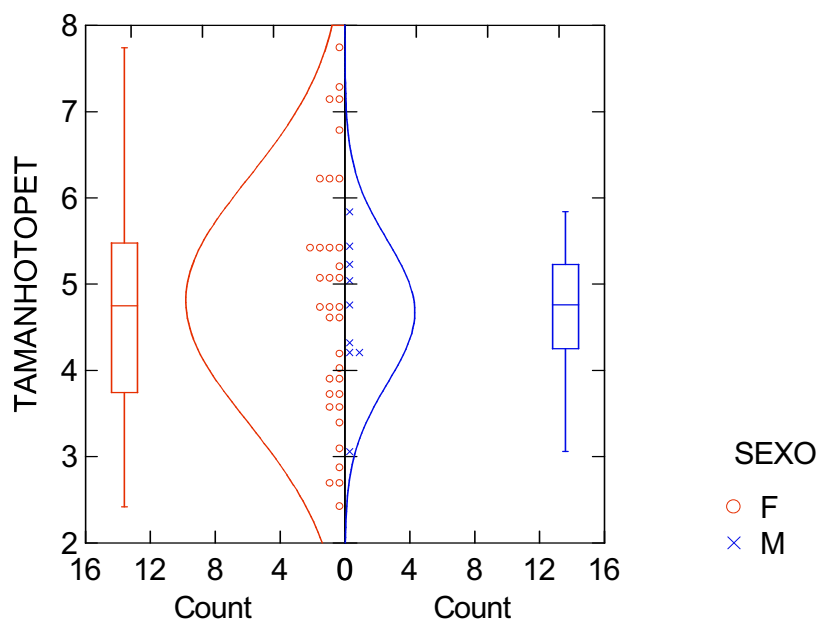


Figura 20. Relação de tamanho do topete de *Antilophia galeata* de acordo com o sexo, pós sexagem de indivíduos verdes. F = Fêmeas; M = Machos juvenis.

Dentre os indivíduos analisados quanto à presença de placa de incubação ($n = 86$), foi registrada entre os indivíduos verdes exclusivamente em fêmeas ($n = 13$, 24,1%). A placa de incubação em machos foi encontrada apenas em oito indivíduos adultos, (25,8%) de 32 analisados (Tabela 5).

Tabela 5. Presença da placa de incubação em indivíduos de *Antilophia galeata*.

	Com placa	Sem placa	Total de indivíduos
Machos Adultos	8	24	32
Machos Verdes	0	13	13
Fêmeas	13	28	41
	21	65	86

DISCUSSÃO

A partir das análises da razão sexual de *Antilophia galeata*, foi encontrado um pequeno desvio para o número de machos na população. Estudos com aves mostram que diferentes fatores podem afetar a razão sexual de determinada população, como a condição corporal de mães, onde houve aumento na proporção de machos quando estas apresentavam condições boas relacionadas com os níveis hormonais (Pike; Petrie 2005). A qualidade dos habitats é outra característica que pode deslocar essa razão, tanto para machos como para fêmeas (Komdeur *et al.* 1997), o que indica a previsibilidade do ambiente como fator que influencia nas razões sexuais (Komdeur 1992, Hardy 2002).

É possível que características de *A. galeata*, como territorialidade e monogamia (Marini 1992), favoreçam uma remoção de maior número de machos da população por fatores como competição entre machos por território, recursos alimentares e parceiros reprodutivos, o que levaria a necessidade de recrutar mais machos nas próximas gerações. Nesse sentido para um deslocamento na produção de filhotes de determinado sexo, os pais deveriam ter a habilidade de controlar seu investimento reprodutivo, sendo que, de acordo com a teoria de alocação do sexo (Charnov 1982), seria esperada uma variação no sexo de filhotes naturalmente, e o que diferenciaria esse deslocamento seria esta habilidade de um investimento nos descendentes, machos ou fêmeas, por parte dos pais.

Estudos sobre alocação do sexo têm aumentado, especialmente para insetos e alguns mamíferos (Edwards; Cameron 2014). Para aves há um estudo com *Acrocephalus sechellensis* um passeriforme raro, cuja reprodução é cooperativa com participação de ‘helpers’, que são filhotes de uma geração passada que continuam com os pais compartilhando dos cuidados parentais (Komdeur 1994). Em áreas com alta

qualidade, as fêmeas de *A. sechellensis* produzem maior quantidade de filhotes do sexo feminino (que são mais propensas a tornarem ‘helpers’) e áreas com baixa qualidade, produzem mais filhotes machos (Komdeur 1992). Komdeur *et al.* (2002) indicam que o mecanismo de pré-ovulação seria a melhor teoria para responder ao ajuste da espécie para maior número de fêmeas. No caso de *A. galeata* ainda não há qualquer indicativo que possa apontar para mecanismos de pré-ovulação.

Esses 10% de desvio encontrados para *A. galeata* podem ser explicados pelo fato de machos serem territorialistas e assim deslocarem mais que fêmeas como exemplo em busca de um par reprodutivo, enquanto as fêmeas não entram em disputas territoriais, e no período de incubação estão mais presentes no ninho e deslocam menos (Marini; Cavalcanti 1992). O fato de machos juvenis não terem um território fixo resultaria em maior deslocamento destes, em territórios alheios, ocasionando maior captura, o que colabora também, para o deslocamento da razão sexual observado.

A maior amplitude no tamanho dos topetes das fêmeas seria reflexo do grupo ter tanto fêmeas juvenis como adultas, mesmo não sendo possível distinguir exatamente quais seriam adultas e quais não. Quanto aos machos, como o topete é uma característica de seleção sexual, é possível que exista um ajuste pela menor amplitude de topete com intuito de atingir o tamanho ótimo deste carácter (Andersson 1982; Pryke *et al.* 2001). Então pode ser provável que essa variação ajude na seleção e desde a fase jovem até o indivíduo adulto aconteça a busca por esse tamanho ótimo apresentando pouca variação.

A ausência de placa nos machos juvenis é um indicativo de que a placa realmente seja exclusiva em fêmeas de *A. galeata*, e que essa característica se estiver ligada a machos, só ocorreria em adultos reprodutores (Marini; Cavalcanti 1992). *Chiroxiphia caudata*, também da família Pipridae, consegue reproduzir com *A. galeata*

chegando a formar híbridos, apresentou placa de incubação tanto em machos como fêmeas adultas (Bugoni *et al.* 2002).

O padrão encontrado para placas está ligado apenas a indivíduos verdes, onde um jovem macho não desenvolveria placa até estar totalmente maduro reprodutivamente. Se a característica de presença de placa de incubação em indivíduos verdes estiver atrelada apenas as fêmeas, esta é uma característica morfológica para diferenciação destes indivíduos, porém na ausência de placa não é possível distinguir o sexo entre verdes.

CONCLUSÕES

A razão sexual para *Antilophia galeata* encontrada apresentou pequeno desvio para machos, o que pode ser explicado pela territorialidade, maior deslocamento de machos que pode influenciar na captura e por consequência gerar este viés. Estudos sobre razão sexual de indivíduos de *A. galeata* em diferentes áreas e com maior amostragem podem ser importantes para definir um padrão para a espécie.

O tamanho do topete não foi uma ferramenta eficaz para diferenciar indivíduos verdes (machos juvenis e fêmeas) de *Antilophia galeata*, sendo a amplitude do topete de fêmeas maior que dos machos.

A presença da placa de incubação permitiu a identificação de fêmeas quando estas apresentarem placa, porém na ausência da placa não é possível distinguir o macho juvenil de uma fêmea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, M. Female choice selects for extreme tail length in a widowbird. **Nature**, v. 299, p. 818-820, 1982.

BAESSE, C. Q. **Influência do nível de perturbação ambiental e das estações seca e chuvosa na avifauna do sub-bosque de fragmentos de Matas Semidecíduais do Cerrado**. 2012. 36 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.

BENNETT, P. M.; OWENS, I. P. F. Evolutionary ecology of birds: life history, mating system and extinction. Oxford (NY): **Oxford Series in Ecology and Evolution, University Press**. 2002. 296 p.

BUGONI, L.; MOHR, L. V.; SCHERER, A.; EFE, M. A.; SCHERER, S. B. Biometry, molt and brood patch parameters of birds in southern Brazil. **Ararajuba**, v. 10, n. 1, p. 85-4, 2002.

CHARNOV, E. L. **The theory of sex allocation**. Princeton University Press. 1982. 355 p.

DANTAS, T. **Ciclos anuais em aves de ambiente florestal: muda de penas e reprodução**. 2013. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

DONALD, P. F. Adult sex ratio in wild bird populations. **Ibis**, v. 149, n. 4, p. 671–692, 2007.

EDWARDS, A. M.; CAMERON, E. Z. Forgotten fathers: paternal influences on mammalian sex allocation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 29, n. 3, p. 158–164, 2014.

FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection**. Oxford (UK): Oxford University Press. 1930. 308 p.

FRANCHIN, A. G.; MARÇAL JÚNIOR, O. A riqueza da avifauna no Parque do Sabiá. **Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 179–202, 2004.

FRANKHAN, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. **Introduction to conservation genetics**. 1. ed. Cambridge University Press, Cambridge. 2002. 617 p

GIRÃO, W.; SOUTO, A. Breeding period of Araripe Manakin *Antilophia bokermanni* inferred from vocalisation activity. **Cotinga**, v. 24, p. 35–37. 2005.

GRESSLER, D.T. **Razão sexual e sobrevivência em *Neothraupis fasciata***. 2012. 101 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia). – Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

HARDY, I. C. W. The birds and the wasps: a sex-ratio meta-analysis. **Trends in**

Ecology & Evolution, v. 17, n. 5, p. 207, 2002.

KOMDEUR, J. Importance of habitat saturation and territory quality for evolution of cooperative breeding in the Seychelles warbler. **Letters to Nature**, v. 358, p. 493–495, 1992.

KOMDEUR, J. The Effect of Kinship on Helping in the Cooperative Breeding Seychelles Warbler. **Proceedings of the Royal Society**, v. 256, n. 1345, p. 47–52, 1994

KOMDEUR, J., DAAN, S., TINBERGEN, J.; MATEMAN, A. C. Extreme adaptive modification in sex ratio of the Seychelles warbler's eggs. **Nature**, v. 385, p. 522–525, 1997.

KOMDEUR, J.; MAGRATH, M. J. L.; KRACKOW, S. Pre-ovulation control of hatchling sex ratio in the Seychelles warbler. **Proceedings of the Royal Society**, v. 269, n. 1495, p. 1067-1072 2002.

LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I.; PRADO JÚNIOR, J. A.; GUSSON, A. E.; SOUZA NETO, A. R.; VALE, V. A.; DIAS NETO, O. C. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de floresta estacional semidecidual, na Fazenda Experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**. v.27, n.2, p. 322-335, 2011.

MARINI, M.A. Notes on the breeding and reproductive biology of the Helmeted Manakin. **The Wilson Bull**, v. 104, n. 1, p. 168-173, 1992.

MARINI, M. A.; CAVALCANTI, R. B. Mating system of the Helmeted Manakin (*Antilophia galeata*) in Central Brazil. **The Auk**, v. 109, n. 4, p. 911-913, 1992.

MAYR, E. The sex ratio in wild birds. **The American Naturalist**. v. 73, n.745, p. 156-179, 1939.

MIYAKI, C.Y.; GUEDES, N. M. R.; HERRERA, R. P.; WAJNTAL, A. Estudo da variabilidade genética e da razão sexual de uma população silvestre de arara azul do Pantanal. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 410, **Revista Brasileira de Genética**/Brazilian Journal of genetics, v. 18, n.3, 1995. p.314.

NADAL, J., NADAL, J.; RODRIGUEZ-TEIJEIRO, J. D. Red-legged Partridge (*Alectoris rufa*) age and sex ratios in declining populations in Huesca (Spain) applied to management. **Revue d'Ecologie** (la Terre et la Vie), v. 51, p. 243–257, 1996.

PEREIRA, A. C. S. **Determinação da razão sexual de exemplares de *Calonectris diomedea* encontrados no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil através de técnicas moleculares**. 2011. 32 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

PIKE, T. W.; PETRIE, M. Maternal body condition and plasma hormones affect offspring sex ratio in peafowl. **Animal Behaviour**, v. 70, n. 4, p. 745-751, 2005.

PRYKE, S. R.; ANDERSSON, S.; LAWES, M. J. Sexual selection of multiple handicaps in the Red-collared widowbird: Female choice of tail length but not carotenoid display. **Evolution**, v. 55, n. 7, p. 1452-1463, 2001.

SICK, H. Notes on some Brazilian birds. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, v. 99, p. 115–120, 1979.

SICK, H. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1997.

SZÉKELY, T.; LIKER, A.; FRECKLETON, R. P.; FICHTEL, C.; KAPPELER, P. M. Sex-biased survival predicts adult sex ratio variation in wild birds. **Proceedings of The Royal Society B**, v. 281: 20140342, 2014.

SILVA, A. M.; MELO, C. Frugivory and seed dispersal by the Helmeted Manakin (*Antilophia galeata*) in forests of Brazilian Cerrado. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, p. 69-77, 2011.

TELES, D. R. F. **Condição Corporal de Aves em Fragmento de Mata Estacional Semidecidual do Triângulo Mineiro, Brasil**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

CAPÍTULO 3

**Potencial de *Antilophia galeata* para biomonitoramento de ambientes florestais do
Cerrado.**

RESUMO

A fragmentação de ambientes naturais aumentou nas últimas décadas com o crescimento extensivo da agricultura e pecuária, aliada à emissão de poluentes químicos utilizados nestes e provenientes das áreas urbanas no entorno. Tais transformações podem ser responsáveis pelas alterações ambientais causando impactos negativos nas áreas e consequentemente nas espécies presentes. Para analisar essas alterações foram testadas ferramentas para o monitoramento de espécies, como a análise da Assimetria Flutuante (AF), o Índice de Massa Relativa (IMR) que reflete a condição corporal de indivíduos, e a análise de Micronúcleos em *Antilophia galeata*, uma espécie dependente de fragmentos florestais. O objetivo deste foi definir quais das três ferramentas antes citadas seriam adequadas para avaliar esta espécie. O estudo foi realizado em quatro fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua, no Cerrado de Minas Gerais. Os indivíduos foram capturados em redes de neblina, em campanhas entre os anos de 1994 e 2015. Foram utilizados 302 indivíduos para análise de AF de asas e 248 para AF de tarsos, 493 para IMR e 82 para os testes de Micronúcleos. Foi encontrada diferença significativa na AF de asas e tarsos entre as quatro áreas, e entre os anos para a área do Glória, onde houve correlação negativa entre AF e a precipitação. Tanto para AF quanto IMR não foi encontrada diferença entre as estações seca e chuva. O IMR também não diferiu entre áreas, anos e sexo. Para micronúcleos foi encontrada diferença entre as áreas, com maiores frequências naquelas mais próximas a rodovias. Pode-se concluir que *A. galeata* apresenta resultados positivos como biomonitora, onde ferramentas como a análise de micronúcleos representam bem a qualidade das áreas relacionada à poluição, a AF reflete bem a qualidade da estrutura do ambiente, enquanto o IMR não é uma ferramenta interessante para *A. galeata*, pois sua condição corporal não varia entre ambientes com perturbações diferentes.

Palavras chave: biomonitoramento, assimetria flutuante, IMR, micronúcleos.

ABSTRACT

The fragmentation of natural environments has increased in recent decades with the extensive growth of agriculture and livestock, along with the emission of polluting chemicals used in these activities and coming from the surrounding urban areas. These changes may be responsible for the environmental changes causing negative impacts on areas and consequently in these species. To analyze these changes, tools for monitoring species were tested, such as analysis of fluctuating asymmetry (FA), the Relative Mass Index (RMI) reflecting the body condition of individuals, and Micronuclei analysis in *Antilophia galeata*, a dependent species on forest fragments. The objective of this study was to define which of the three tools mentioned before would be more appropriate to evaluate this species. The study was conducted in four fragments of semideciduous forest in the Cerrado of Minas Gerais. Individuals were captured in mist nets in campaigns between 1994 and 2015. We used 302 subjects for FA wing analysis and 248 for tarsus FA, 493 for RMI and 82 for the Micronucleus tests. There was a significant difference in wings and tarsus FA between the four areas, and between the years in Glória, where there was a negative correlation between FA and precipitation. Both for FA as RMI, there was no difference in the dry and wet seasons. The RMI also did not differ between areas, years and sex. For micronuclei, there was differences between the areas with greater frequency in those closest to highways. It can be concluded that *A. galeata* can be used as biomonitor where tools such as micronuclei analysis may represent the quality of areas related to pollution. The FA reflects well the environmental structure quality, while the RMI is not an interesting tool to *A. galeata*, because their body condition does not differ between environments with different disorders.

Key words: biomonitoring, fluctuating asymmetry, MRI, micronuclei.

INTRODUÇÃO

Vários são os fatores que atuam na fragmentação de ambientes naturais, como o crescimento extensivo da agricultura e pecuária, aliada à emissão de poluentes químicos utilizados nestes e provenientes das áreas urbanas no entorno (Primack 1993). Esses poluentes podem causar modificações em vários indivíduos, e posteriormente afetar a biodiversidade destes habitats, removendo espécies que são mais sensíveis a essas modificações.

No Brasil, o Cerrado que é um “hotspot” juntamente com a Mata Atlântica (Silva & Bates 2002), vem sofrendo com essas alterações ambientais onde estudos mostram que sua área original já foi reduzida pelo menos em 50%, principalmente devido à fragmentação e urbanização (Oliveira-Filho *et al.* 2001, Machado *et al.* 2004, Klink & Machado 2005). Para avaliar as consequências que essa degradação traz para áreas fragmentadas surgiram ferramentas como a bioindicação e o biomonitoramento, que consistem em avaliar os impactos causados em determinada área por meio de substâncias químicas ou alterações morfológicas encontradas nos indivíduos residentes (Markert & Weckert 1993).

A bioindicação avalia um organismo (bioindicador) a partir de informações que ele contém sobre o meio ambiente em que está presente. Por outro lado, o biomonitoramento utiliza esse organismo, denominado biomonitor, de forma contínua pois este reflete aspectos quantitativos da qualidade de determinado ambiente por um maior período. Um biomonitor é sempre um bioindicador, mas não necessariamente o bioindicador cumpre os requerimentos para ser um biomonitor (Markert *et al.* 1997, 1999, 2003).

Durante os últimos anos várias ferramentas foram desenvolvidas para o biomonitoramento de espécies, a fim de avaliar tanto aspectos morfológicos como fisiológicos dos indivíduos (Lens *et al.* 2002, Teles 2011, Baesse *et al.* 2015). A Assimetria flutuante (AF) é uma dessas ferramentas que analisa alterações entre dois lados de caracteres que apresentam simetria bilateral (Van Valen 1962, Palmer & Strobeck 1986, Lens *et al.* 1999). A AF resulta da inabilidade dos organismos de desenvolverem caracteres precisamente, o que pode estar relacionado com algum estresse genético ou ambiental durante o desenvolvimento do organismo (Palmer 2004, Bonada *et al.* 2006, Sanseverino & Nessimian 2008).

Outra ferramenta para o biomonitoramento é o Índice de Massa Relativa (IMR), que está relacionado com a condição corporal do indivíduo, que indica a qualidade do indivíduo por uma estimativa de suas reservas nutricionais através da biomassa e o comprimento de uma medida rígida do corpo da ave (Schulte-Hostedde *et al.* 2005). O IMR reflete a condição do animal a partir de índices, no qual valores negativos refletem piores condições corporais comparados aos positivos (Schulte-Hostedde *et al.* 2005), dessa forma trabalhos que utilizam desses valores de IMR (Teles 2013, Baesse 2015) quando comparados em áreas com níveis de perturbação diferentes, podem refletir a realidade do ambiente e delimitar planos de conservação para diferentes áreas e/ou espécies.

Uma ferramenta que reflete a ação dos poluentes no meio ambiente é a análise de micronúcleos, que possibilita detecção de efeitos genotóxicos provocados por agentes físicos e químicos, como poluição e insumos agrícolas (Ledebur & Schmid 1973). O micronúcleo é uma mutação cromossômica no DNA dos eritrócitos que dá a formação de um pequeno núcleo ao lado do núcleo original da célula (Heddle 1973,

Zúñiga-González *et al.* 2000), em resposta ao stress via poluentes do meio ambiente (Pinhatti *et al.* 2006, Baesse *et al.* 2015).

Essas ferramentas já foram utilizadas em alguns estudos de comunidades envolvendo o passeriforme *Antilophia galeata* (Teles 2011, Gonçalves 2012, Baesse 2015), que demonstraram que *A. galeata*, apesar de tolerar bem fragmentos florestais degradados, é capaz de sinalizar estes efeitos apresentando maior assimetria flutuante nas asas, especialmente naqueles ambientes mais degradados. Fato que indica a assimetria flutuante (AF) como ferramenta eficaz ao utilizar esta espécie em biomonitoramento. Assim, ampliar a amostragem bem como agrupar com dados prévios pode indicar se esta ferramenta (AF) pode ser utilizada com confiabilidade nesta espécie.

Em relação ao Índice de Massa Relativa (IMR), *A. galeata* não apresentou variação em um ano entre as estações (seca e chuvosa) e nem entre machos e indivíduos “esverdeados” (fêmeas e machos jovens), o que pode ser um indício de que a espécie utiliza estratégias alternativas para manter suas reservas energéticas na defesa de território e cuidado parental (Teles 2011). Considerando que o IMR pode variar com a idade e entre sexos, é fundamental distinguir machos jovens de fêmeas, para possibilitar conclusões mais consistentes a respeito desta variável e suas relações com outros fatores (ex. qualidade do ambiente, oferta de recursos, período reprodutivo).

Antilophia galeata apresentou maior frequência de micronúcleos em fragmentos mais próximos da área urbana, o que pode refletir maior sensibilidade às condições ambientais com maior poluição aérea (Baesse *et al.* 2015). Dessa forma, este trabalho tem o intuito de abranger os estudos já realizados e ampliar o uso dessas ferramentas em *Antilophia galeata*, uma vez que limitações amostrais e temporais dos anteriores podem refletir tendências a serem ou não corroboradas com estudos complementares.

OBJETIVO

Identificar qual ferramenta de biomonitoramento (Assimetria Flutuante de asas e tarsos, Índice de Massa Relativa, presença e quantidade de micronúcleos) é mais adequada para avaliar a qualidade ambiental de fragmentos florestais de diferentes tamanhos, utilizando *Antilophia galeata* como espécie biomonitora.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo:

Para descrição das áreas de estudos, ver Introdução geral (páginas 3 à 5).

Coleta de dados:

Para descrição da captura das aves, ver capítulo 1 (páginas 16 e 17).

Para estimar a Assimetria flutuante (AF), os tarsos e asas de cada indivíduo capturado foram medidos, com paquímetro digital (precisão de 0,01mm) três vezes de modo alternado para obtenção da média aritmética de cada caracter. A AF foi medida separadamente para a asa e o tarso de cada indivíduo (Figura 21), seguindo cálculos definidos por Palmer & Strobeck (1986) e Anciães & Marini (2000): $AF = \frac{\sum |D - E|}{N - 1}$, sendo D a média aritmética das medidas efetuadas no lado direito; E a média aritmética das medidas realizadas no lado esquerdo e N o número de indivíduos da amostra. Além disso, é necessário distinguir a AF de outros tipos de assimetrias, como assimetria direcional e antissimetria.

Foram utilizados dados para AF nas quatro áreas, sendo Glória (2010-2015), São José (2010-2014), Água Fria (2013-2014) e Galheiro (2013-2014).

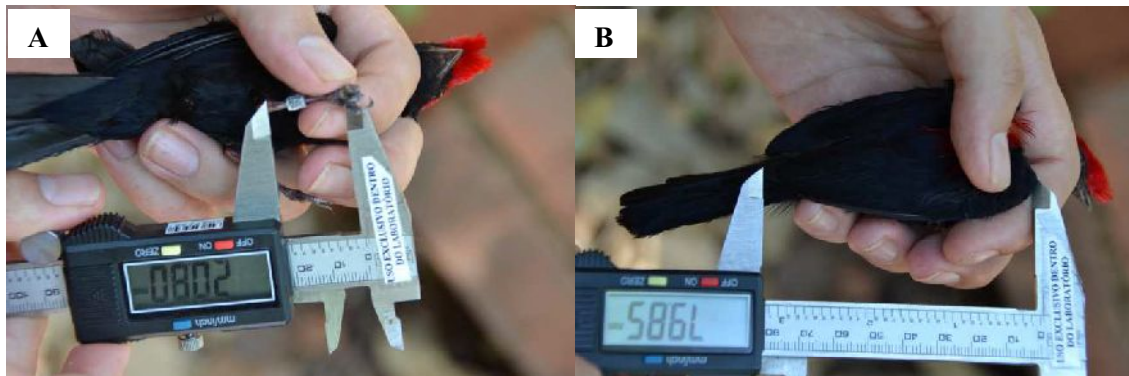


Figura 21. Medidas morfológicas de tarso (A) e asa (B) em indivíduo de *Antilophia galeata*.

A condição corporal pode ser estimada por meio do índice de massa relativa (IMR). Para se obter os valores dos IMR dos indivíduos capturados foi aferida a medida do tarso direito e a biomassa. O IMR foi calculado através de uma regressão linear simples entre os valores logaritmizados na base dez da biomassa e comprimento do tarso direito (Schulte-Hostedde *et al.* 2005). O logaritmo foi utilizado para desconsiderar as unidades de medida, pois os parâmetros são medidos em unidades diferentes (Schulte-Hostedde *et al.* 2005).

Os valores residuais da regressão foram utilizados como IMR (Schulte-Hostedde *et al.* 2005). Para IMR foram utilizados os dados nos seguintes períodos: Glória (1994-1996 e 2008-2015), São José (2010-2014), Água Fria (1994, 1996, 2010 e 2013-2014) e Galheiro (2013-2014).

Para contabilização dos micronúcleos, foi feito um esfregaço com uma gota de sangue em campo. As lâminas foram levadas para o Laboratório de Ornitologia e Bioacústica (LORB) da Universidade Federal de Uberlândia, onde foi determinado o

perfil hematológico. As lâminas são secas e coradas com uma mistura de Giemsa (10%) e tampão fosfato pH 5,8; em seguida foram enxaguadas em água destilada, secas em temperatura ambiente e marcadas com um código numérico, para uma análise “cega”; seguindo o modelo zig-zag para evitar o cruzamento da mesma área mais de uma vez. Vários campos foram observados ao acaso com microscópio ótico com lentes de imersão. Para cada indivíduo foram confeccionadas duas lâminas e em cada lâmina contados 1000 eritrócitos, analisando-se a presença ou ausência de micronúcleos.

Os indivíduos utilizados para análise de micronúcleo das quatro áreas, foram os capturados nos anos de 2013 e 2014, apenas para o fragmento do Glória, foram incluídos os indivíduos capturados em 2015.

Análise Estatística

Quanto à Assimetria Flutuante, foram realizados: um teste t para verificar se a diferença nas médias das medidas do lado direito e do lado esquerdo ($D - E$) eram significativamente iguais a zero, e o teste Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade da distribuição ($D - E$). Quando as médias da medida dos lados direito e esquerdos são iguais a zero e apresentam distribuição normal, descarta-se a ocorrência de assimetria direcional e antissimetria, respectivamente (Palmer & Strobeck 1986).

Para analisar os valores de AF entre as diferentes áreas, foi feita uma ANOVA de um fator, separadamente, para cada caracter (asa e tarso), a AF também foi comparada entre os anos apenas para asas, através de ANOVA. Para comparar a AF entre os sexos foram utilizados os indivíduos do fragmento do Glória das campanhas de Outubro de 2013 a Outubro de 2015, mesmos indivíduos utilizados na razão sexual, através de um Teste ‘t’. Foi realizado também um teste de Correlação de Pearson entre a

precipitação da região de Uberlândia com os valores dos anos de AF para a área do Glória.

O IMR foi comparado entre as áreas com diferentes graus de perturbação ambiental, por meio de uma ANOVA para um fator. O fator sazonalidade foi relacionado, separadamente, com o IMR da espécie. Para comparar os valores do IMR entre as estações seca e chuvosa (sazonalidade) e entre os anos foi feita ANOVA para um fator. Para comparar o IMR entre os sexos foram utilizados os indivíduos do fragmento do Glória das campanhas de Outubro de 2013 a Outubro de 2015, mesmos indivíduos utilizado na razão sexual, através de um Teste 't'. Todos os testes paramétricos foram precedidos de testes de normalidade.

A diferença na presença ou ausência de micronúcleos entre as áreas com diferentes graus de perturbação ambiental foi avaliada por meio de uma ANOVA. Os dados foram analisados estatisticamente através do software Systat 10.2, sendo as análises conduzidas em nível de significância de 5% (Zar 2010).

RESULTADOS

Assimetria Flutuante (AF)

Foram investigados 302 indivíduos para as análises de Assimetria Flutuante (AF) de asas e 248 para tarsos (Tabela 6).

Tabela 6. Número de indivíduos de *A. galeata* utilizados para o calculo de AF, e média de AF de asa e tarso em cada área.

Área	Nº de indivíduos amostrado	
	Asa	Tarso
Água Fria	13	11
Galheiro	22	23
Glória	238	186
São José	29	28
	302	248

Para Assimetria Flutuante em asas houve uma diferença significativa ($F_{3,299} = 21,906$; $p < 0,001$) entre as áreas. Em Galheiro e São José foram registrados os maiores valores de AF, e em Glória e Água Fria, os menores. Para AF de tarso também ocorreu diferença significativa entre as áreas ($F_{3,244} = 22,865$; $p < 0,001$), porém as maiores AF ocorreram em Água Fria, Galheiro e São José, enquanto no Glória foi detectada a menor AF (Figura 22).

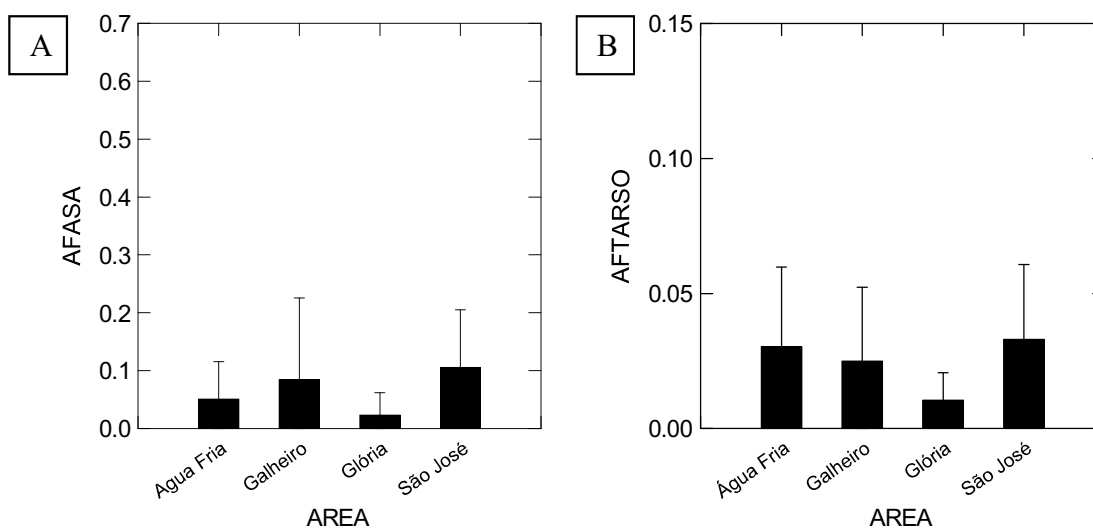


Figura 22. Assimetria flutuante (média \pm desvio padrão) em asa (A) e tarso (B) para *Antilophia galeata* nas quatro áreas (Água Fria, Galheiro, Glória e São José).

A AF de asa variou entre os anos, ($F_{5,233} = 10,054$; $p < 0,001$), sendo registradas as maiores AF nos anos de 2010 e 2014 (Figura 23).

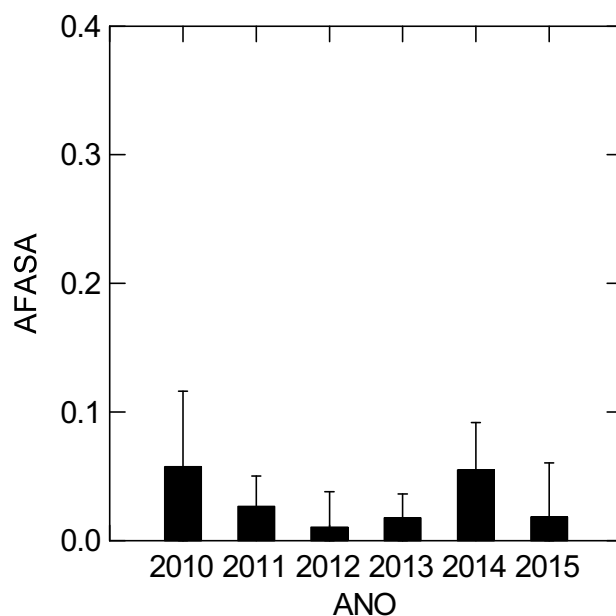


Figura 23. Assimetria flutuante (média \pm desvio padrão) em asa para *Antilophia galeata* analisada nos anos de 2010 à 2015 no fragmento da Fazenda Experimental do Glória.

Não houve diferença significativa na assimetria flutuante entre machos e fêmeas para asa ($t = 0,959$, $df = 91$, $p = 0,340$) e tarso ($t = 1,178$, $df = 63$, $p = 0,243$) (Figura 24)

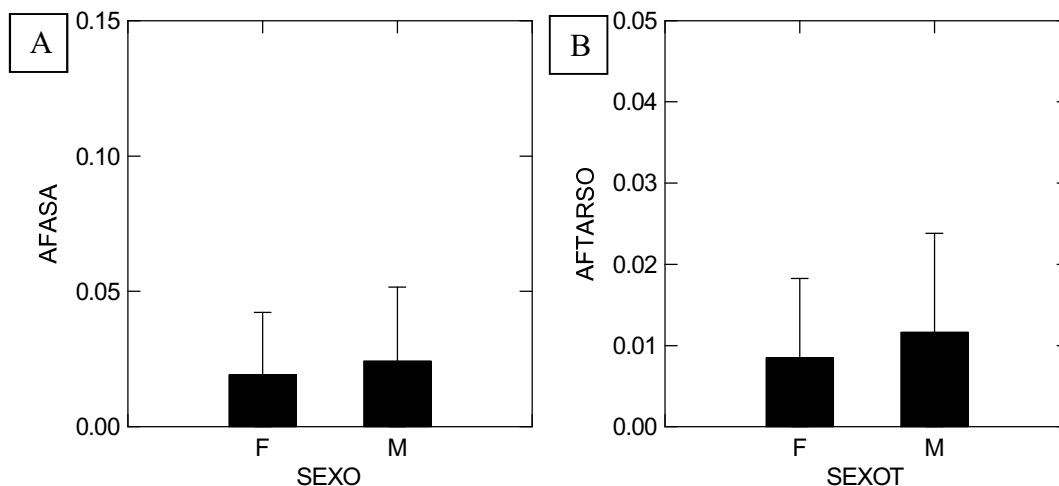


Figura 24. Assimetria flutuante (média \pm desvio padrão) em asa (A) e tarso (B) para *Antilophia galeata* de acordo com o sexo, no fragmento do Glória. F = Fêmeas; M = Machos.

A AF de asa foi inversamente correlacionada com a precipitação ($p = 0,038$) no fragmento do Glória, para *Antilophia galeata* (Figura 25).

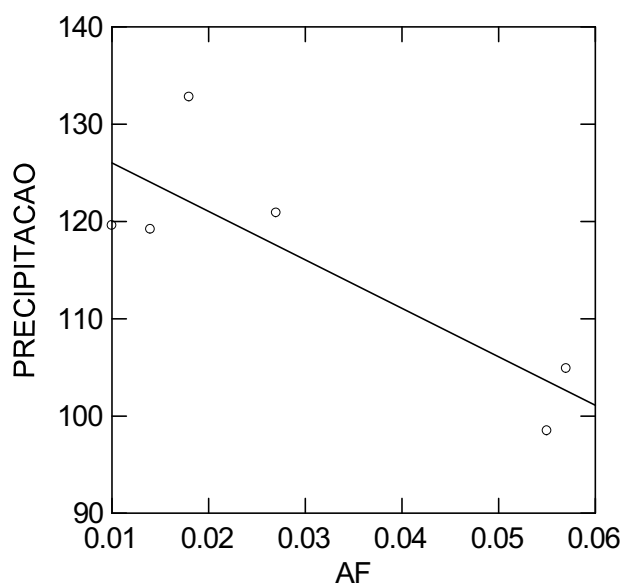


Figura 25. Correlação entre a precipitação e os valores anuais de AF para *Antilophia galeata*.

Índice de Massa Relativa (IMR)

Para os cálculos de Índice de Massa Relativa (IMR) foram analisados 493 indivíduos capturados nas quatro áreas. O IMR de *Antilophia galeata* não variou entre as áreas do estudo ($F_{3,489} = 0,000$; $p = 1.00$) (Figura 26), também não houve variação no IMR entre os anos (Figura 27) e entre as estações seca e chuvosa (Figura 28). Não foi encontrada diferença significativa para os valores de IMR em nenhuma das quatro áreas (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação do IMR de *Antilophia galeata* entre estação e anos para cada fragmento amostrado.

Área	Nº de indivíduos utilizados para IMR	IMR entre estações Seca e Chuvosa	IMR entre anos
Água Fria	18	$F_{1,16} = 0,770$; $p = 0,393$	$F_{4,13} = 0,396$; $p = 0,808$
Galheiro	24	$F_{1,22} = 0,771$; $p = 0,389$	$F_{1,22} = 0,748$; $p = 0,369$
Glória	419	$F_{1,417} = 0,488$; $p = 0,485$	$F_{10,408} = 0,587$; $p = 0,825$
São José	32	$F_{1,29} = 0,038$; $p = 0,846$	$F_{3,27} = 0,526$; $p = 0,668$
	493		

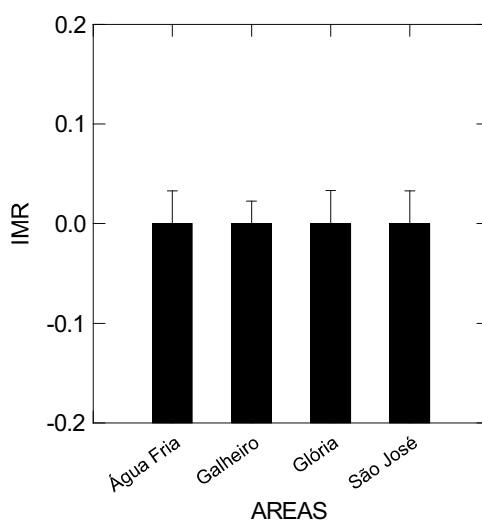


Figura 26. Índice de Massa Relativa (média \pm desvio padrão) de *Antilophia galeata* nas quatro áreas.

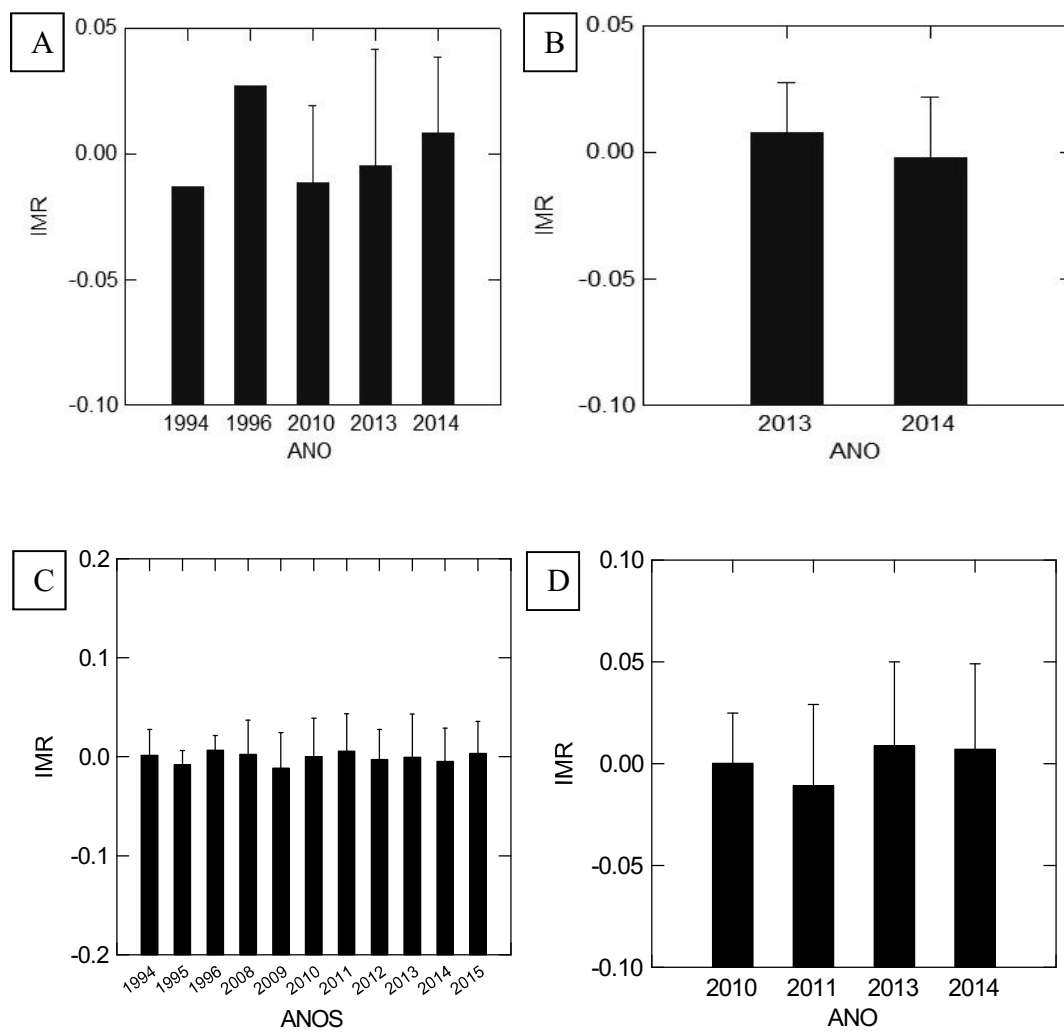


Figura 27. Índice de Massa Relativa (média \pm desvio padrão) de *Antilophia galeata* comparando os valores dos anos. Água Fria (A), Galheiro (B), Glória (C) e São José (D).

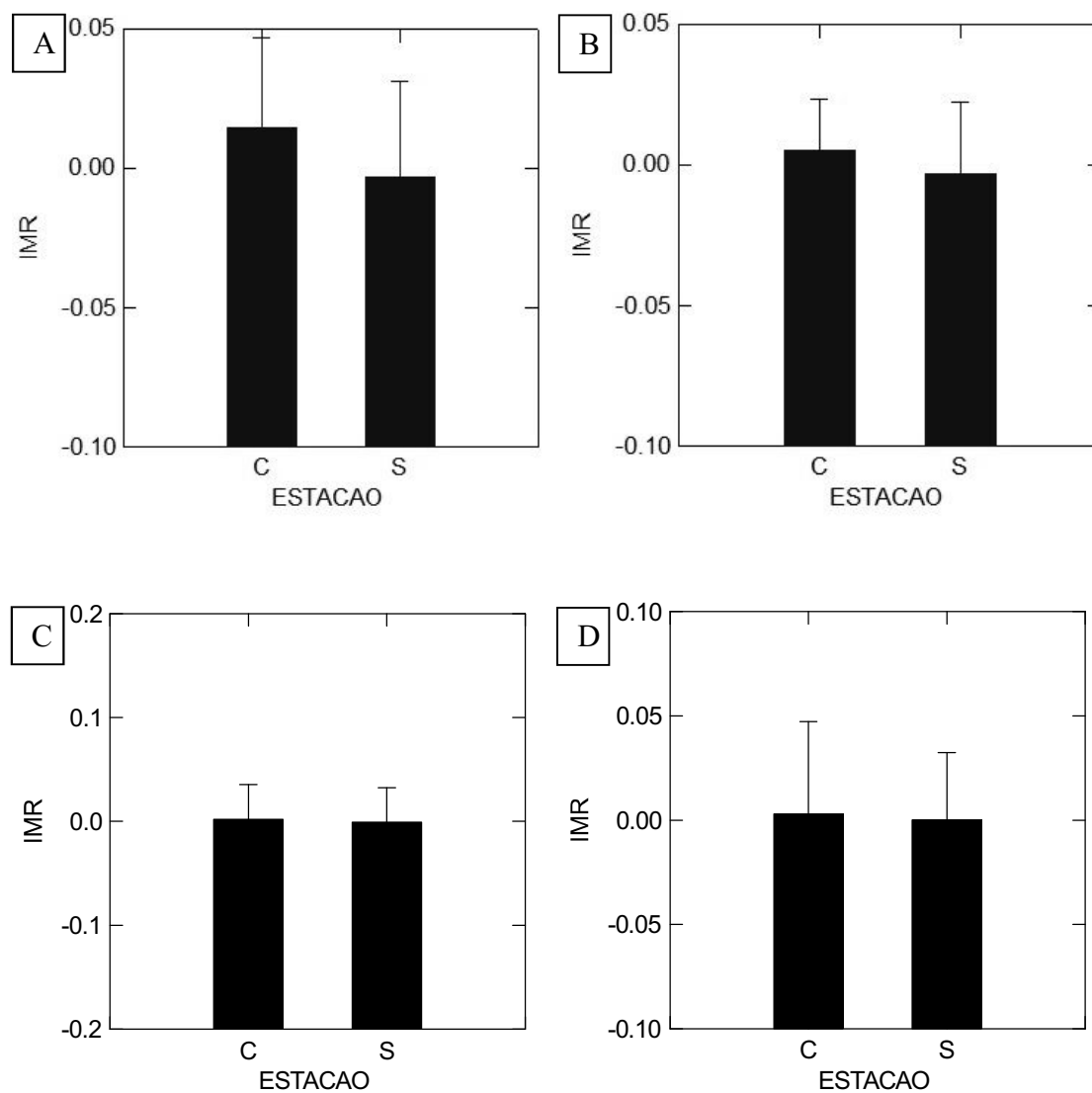


Figura 28. Índice de Massa Relativa (média \pm desvio padrão) de *Antilophia galeata* comparando os valores da estação seca (S) e chuvosa (C) nas áreas. Água Fria (A), Galheiro (B), Glória (C) e São José (D).

Não foi encontrada diferença significativa no IMR de machos x fêmeas ($t = 0.222$, $df = 96$, $p = 0.824$) para os indivíduos de *A. galeata* (Figura 29).

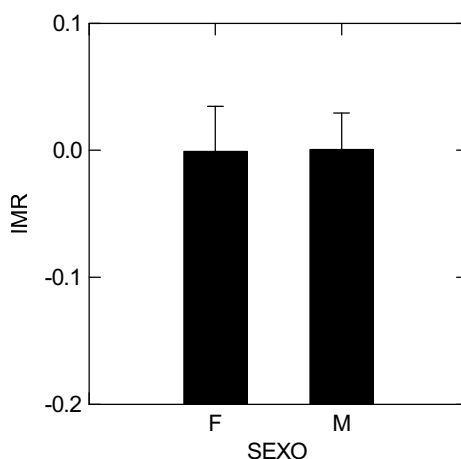


Figura 29. Índice de Massa Relativa (média \pm desvio padrão) de *Antilophia galeata* entre os sexos macho (M) e fêmea (F), no fragmento do Glória.

Análise de Micronúcleos

Para a Análise de Micronúcleos foram utilizados 82 indivíduos capturados nas quatro áreas (Tabela 8), dos quais 42 (51,2%) apresentavam micronúcleos. Houve diferença significativa na frequência de micronúcleos entre as áreas ($F_{3,78} = 1,268$; $p = 0,00$). A maior média de micronúcleos foi encontrada na população do Glória, seguido por São José, Galheiro e Água Fria (Figura 30).

Tabela 8. Média \pm desvio padrão de micronúcleos nas populações de *Antilophia galeata*, em cada área.

Área	Nº de indivíduos utilizados	Média de micronúcleos
Água Fria	11	0,27 \pm 0,47
Galheiro	23	0,39 \pm 0,58
Glória	38	1,58 \pm 1,45
São José	10	1,00 \pm 1,15
	82	

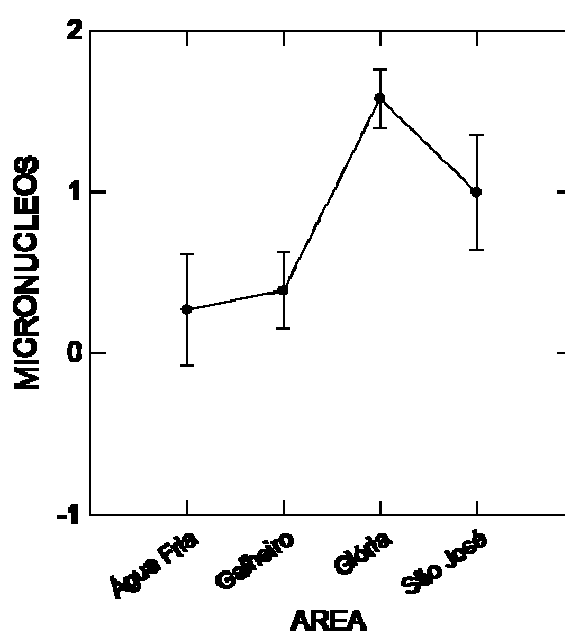


Figura 30. Frequência de micronúcleos (média \pm intervalo de confiança) em *Antilophia galeata* nas quatro áreas do estudo.

DISCUSSÃO

Passeriforme dependente de ambientes florestais, *Antilophia galeata* consegue suportar diferentes níveis de perturbação (Anciães e Marini, 2000; Marçal-Júnior *et al.* 2009). Tais características permitem a espécie expressar o estresse ambiental, como por exemplo na ferramenta de análise da Assimetria Flutuante (Palmer & Strobeck 1986).

Neste estudo, *A. galeata* apresentou diferença entre as quatro áreas tanto para AF de asas como AF de tarsos.

As populações de São José e Galheiro apresentaram maiores valores de AF para asas, comparados às de Água Fria e Glória. O histórico e características das áreas como exemplo áreas que tiveram mais estresse ambiental podem explicar essa variação. A AF de asa parece ser influenciada pelo estágio sucessional do fragmento e consequentemente ao adensamento do sub-bosque, visto que as maiores AF de asa para *A. galeata* foram encontradas nestes fragmentos (Lens et al. 1999, Anciães & Marini 2000, Cuervo & Restrepo 2007). Para AF de tarso, apenas a população de *A. galeata* do Glória apresentou valores menores diferindo das outras três áreas. Os aspectos morfológicos das áreas antes citadas podem explicar esses menores valores no Glória, e maiores nas outras áreas (Castro 1995, Lopes *et al.* 2011).

A comparação da AF de asas durante anos pode mostrar as variações na qualidade de um fragmento, o que possibilita essa espécie atuar como um biomonitor de qualidade para determinado local (Sanseverino & Nessimian 2008, Baesse 2015). No Glória a variação anual encontrada (maiores valores de AF em 2010 e 2014) parece estar associada à precipitação anual, que por sua vez interferem na oferta de recursos do ambiente (Batalha & Mantovani 2000).

A precipitação nos anos em que houve maior AF foi menor do que os outros comparados (Lab. de Climatologia UFU). É possível que alterações no padrão de forrageamento resultante do tipo e disponibilidade tenham resultado em mais desgaste das asas e consequentemente maiores valores de AF. Machos e fêmeas deverão ser pressionados e responder da mesma maneira sobre esses estresses, o que explica o fato de não ter diferença na AF entre os sexos.

O fato do IMR não sofrer alterações em nenhuma das condições analisadas (estação, fragmento e sexo) pode demonstrar sua plasticidade visto que *Antilophia galeata* é frugívora ainda complementa sua dieta com artrópodes (Marini 1992, Silva & Melo 2011). Quando a oferta de recurso se mostra escassa, espécies podem alterar os itens alimentares para complementação alimentar (Manhães 2003), essa modificação em *A. galeata*, a torna uma espécie plástica que se adapta bem em diferentes locais e diferentes períodos, o que reflete pela condição corporal com reservas energéticas oscilando pouco durante anos e tendo valores de IMR próximos de zero. Outro fator que pode explicar e está relacionado ao ambiente, é que talvez o recurso não seja escasso o suficiente no fragmento, não refletindo portanto, nos valores de IMR.

Quanto à ferramenta de análise de micronúcleos, foi encontrado para *A. galeata* maior frequência de micronúcleos no fragmento do Glória, seguido de São José, e as outras duas áreas com menores frequências. Outro estudo também aponta as duas áreas com maiores quantidades de micronúcleos (Baesse *et al.* 2015), isso pode ser explicado pelo maior contato da área com o perímetro urbano, próxima de cruzamentos de rodovias onde está presente maior poluição do ar e atividades agropecuárias com uso de inseticidas (Nepomuceno & Spanó 1995), padrão semelhante para São José e Glória.

A maior presença de micronúcleos pode estar associada também a saúde do animal, onde animais com alterações clínicas podem apresentar maior quantidade de micronúcleos (Pinhatti *et al.* 2006). A ferramenta de análise de micronúcleos não só mostra útil para entender sobre a qualidade de ambientes como também a saúde de determinadas espécies. E *Antilophia galeata* mostrou ser promissora para a análise de micronúcleos em diferentes ambientes.

CONCLUSÕES

Antilophia galeata demonstrou ser uma espécie adequada para o uso em biomonitoramento através de diferentes ferramentas. Cada ferramenta tem uma forma distinta de avaliar a qualidade do ambiente em questão, sendo assim o conjunto das ferramentas pode trazer uma análise mais completa sobre o ambiente quando utilizado esse passeriforme, por apresentar respostas contínuas e positivas relacionadas ao biomonitoramento. A análise de micronúcleos destacou-se por demonstrar de uma forma mais precisa a relação da poluição dos entornos com o efeito direto em indivíduos dentro de um fragmento, que pode ser para a espécie uma ótima ferramenta de biomonitoramento. Por outro lado a Assimetria Flutuante pode complementar esses dados refletindo a qualidade estrutural do ambiente, já o Índice de Massa Relativa não é uma ferramenta adequada para *Antilophia galeata*, por não refletir a diferença entre os tipos de fragmentos e recursos nele disponíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANCIÃES, M.; MARINI, M. Â. Fluctuating asymmetry as indicator of fragmentation effects on birds from Brazilian Tropical forests. **Journal of Applied Ecology**, v. 37, p. 1013-1028, 2000.

BAESSE, C. Q.; TOLENTINO, V. C. M., SILVA, A. M., SILVA, A. A.; FERREIRA G. Â., PANIAGO, L. P. M., NEPOMUCENO, J. C., MELO, C. Micronucleus as biomarker of genotoxicity in birds from Brazilian Cerrado. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 115, p. 223–228, 2015.

BAESSE, C. Q. **Aves como biomonitoras da qualidade ambiental em fragmentos florestais do cerrado**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2015.

BATALHA, M. A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of Cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p. 129-145, 2000.

BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, V. H.; STATZNER, B. Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 495-523, 2006.

CASTRO, N. M. F. Projeto Executivo: **Unidade de conservação Galheiro - estudo de fauna e flora**. Belo Horizonte: [s.n.]. 2 v. 1995. (Relatório final - Estudos ambientais).

CUERVO, A. M.; RESTREPO, C. Assemblage and population-level consequences of forest fragmentation on bilateral asymmetry in tropical montane birds. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 92, n. 1, p. 119-133, 2007.

GONÇALVES, V. F. **Assimetria flutuante em aves de ambientes florestais no Cerrado mineiro**. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012.

HEDDLE, J. A. A rapid in vivo test for chromosomal damage. **Mutation research**, v. 18, n. 2, p. 187-190, 1973.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

LEDEBUR, M. ; SCHMID, W. The micronucleus test. methodological Aspects. **Mutation Research**, .n. 19, v. 1, p. 109-117, 1973.

LENS, L.; VAN DONGEN, S.; WILDER, C. M.; BROOKS, T. M.; MATTHYSEN, E. Fluctuating asymmetry increases with habitat disturbance in seven bird species of a fragmented afrotropical forest. **Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 266, p. 1241-1246, 1999.

LENS, L.; VAN DOGEN, S.; KARK, S.; MATTHYSEN, E. Fluctuating asymmetry as an indicator of fitness: can we bridge the gap between studies?. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 77, n. 1, p. 27-38, 2002.

LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I.; PRADO JÚNIOR, J. A.; GUSSON, A. E.; SOUZA NETO, A. R.; VALE, V. A.; DIAS NETO, O. C. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de floresta estacional semidecidual, na Fazenda Experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**. v.27, n.2, p. 322-335, 2011.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004.

MANHÃES, M. A. Dieta de traupíneos (Passeriformes, Emberizidae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas gerais, Brasil. **Inheringia, Série Zoologia**, v. 93, n. 1, p. 59-73, 2003.

MARÇAL-JÚNIOR, O. M.; FRANCHIN, A. G.; ALTEFF, E.; F, JUNIOR, E. L. S.; MELO, C. Levantamento da avifauna na Reserva Ecológica Panga (Uberlândia, MG, Brasil). **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 149-164, 2009.

MARINI, M. A. Notes on the Breeding and Reproductive Biology of the Helmete Manakin. **The Wilson Bull**, v.104, n. 1, p. 168-173, 1992.

MARKERT, B.; WECKERT, V. Time-and-site integrated long-term biomonitoring of chemical elements by means of mosses. **Toxicological and Environmental Chemistry**, v. 40, p. 43-56. 1993.

MARKERT, B.; OEHLMANN, J.; ROTH, M. General aspects of heavy metal monitoring by plants and animals. In: Subramanian, G., Iyengar, V. (Eds), **Environmental biomonitoring- exposure assessment and specimen banking**. ACS Symp. Ser. 654, American Chemical Society, Washington, DC. 1997.

MARKERT, B.; WAPPELHORST, O.; WECKERT, V.; HERPIN, U.; SIEWERS, U.; FRIESE, K.; BREULMANN, G. The use of bioindicators for monitoring the heavy-metal status of the environment. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 240, p. 425-429, 1999.

MARKERT, B. A.; BREURE, A. M.; ZECHMEISTER, H. G. Chapter 1 Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment. In. MARKERT, B. A.; BREURE, A. M.; ZECHMEISTER, H. G. (Eds.) **Bioindicators & Biomonitoring — Principles, Concepts and Applications**. Elsevier, 2003. v. 6, p. 3-39.

NEPOMUCENO, J. C.; SPANÓ, M. A. Induction of micronuclei in peripheral erythrocytes of *Cyprinus carpio* fish by methyl parathion. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 9-12, 1995.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous Forest in south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Biology**, v. 58, p. 139-158, 2001.

PALMER, A. R. Symmetry breaking and the evolution of development. **Science**, v. 306, p. 828-833, 2004.

PALMER, A. R.; STROBECK, C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 45, p. 391-421, 1986.

PINHATTI, V.R.; ALLGAYER, M.C.; BREYER, A.S.; PEREIRA, R.A.; SILVA, J. Determinação de danos basais no DNA de araras canindé (*Ara ararauna*) através do Teste de Micronúcleos: uma ferramenta na avaliação da saúde animal e seu uso no biomonitoramento da poluição ambiental. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 34, p. 313-317, 2006.

PRIMACK, R. B. Habitat destruction, fragmentation, and degradation. **Essentials of Conservation Biology**, v. 6, p. 111-164, 1993.

SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Assimetria flutuante em organismos aquáticos e sua aplicação para avaliação de impactos ambientais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 382-405, 2008.

SCHULTEDE-HOSTEDDE, A. I.; ZINNER, B.; MILLAR, J. S., HICKLING, G. J. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. **Ecology**, v. 86, p. 155- 163, 2005.

SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. **BioScience**, v. 52, n. 3, p. 225-234, 2002.

SILVA, A. M.; MELO, C. Frugivory and seed dispersal by the Helmeted Manakin (*Antilophia galeata*) in forests of Brazilian Cerrado. **Ornitologia Neotropical**, v. 22, n. 1, p. 69-77, 2011.

TELES, D. R. F. **Efeito da sazonalidade na condição corporal de aves da família Pipridae (Passeriformes) em Matas Estacionais Semidecíduais do Cerrado, Minas Gerais**. 2011. 37 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2011.

TELES, D. R. F. **Condição corporal de aves em fragmento de mata estacional semidecidual do Triângulo Mineiro, Brasil**. 2013. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2013.

VAN VALEN, L. A study of fluctuating asymmetry. **Evolution**, v. 16, p. 125-142, 1962.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall. 2010.

ZÚÑIGA-GONZÁLEZ, G.; TORRES-BUGARÍN O.; LUNA-AGUIRRE, J.;
GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; ZAMORA-PEREZ, A.; GÓMEZ-MEDA, B. C.;
VENTURA-AGUILAR, A. J.; RAMOS-IBARRA, M. L.; RAMOS-MORA, A.;
ORTÍZ, G. G.; GALLEGOS-ARREOLA, M. P. Spontaneous micronuclei in peripheral
blood erythrocytes from 54 animal species (mammals, reptiles and birds): Part two.
Mutation Research. v. 467, p. 99-103, 2000.