



**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

RAFAEL VAZ DE SASTRES

**A ABUNDÂNCIA E A RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ARCTIINAE (LEPIDOPTERA:
EREBIDAE) DIFEREM ENTRE AS ESTAÇÕES SECAS E CHUVOSAS EM UMA ÁREA
DO CERRADO?**

**PORTO ALEGRE
2022**

RAFAEL VAZ DE SASTRES

**A ABUNDÂNCIA E A RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ARCTIINAE (LEPIDOPTERA:
EREBIDAE) DIFEREM ENTRE AS ESTAÇÕES SECAS E CHUVOSAS EM UMA ÁREA
DO CERRADO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientador: Profa. Dra. Viviane G. Ferro

PORTO ALEGRE
2022

RAFAEL VAZ DE SASTRES

**A ABUNDÂNCIA E A RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ARCTIINAE (LEPIDOPTERA:
EREBIDAE) DIFEREM ENTRE AS ESTAÇÕES SECAS E CHUVOSAS EM UMA ÁREA
DO CERRADO?**

Aprovada em _____ de _____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Helena Piccoli Romanowski

Dra. Carolina Moreno dos Santos

Dr. José Augusto Teston

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar agradecendo a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho, é praticamente impossível citar todos aqui mas quero registrar meu agradecimento de coração por todos que participaram.

Confesso que foram dois anos bem atípicos, com muitas dificuldades e imprevistos devido a pandemia que nos atingiu em cheio, ocasionando problemas de logística, problemas de saúde, problemas de comunicação dentre outros que foram superados para a conclusão deste trabalho.

Quero agradecer as professoras Maria João Pereira e Helena Piccoli Romanowski pelo auxílio, paciência e empatia. Obtive diversos contratemplos e dificuldades causadas principalmente pela pandemia e elas me auxiliaram de uma forma extraordinária, agradeço de coração por todas as dicas, materiais de auxílio e reuniões para esclarecimentos, muito obrigado.

É de deveras importância ressaltar o empenho da minha orientadora, professora Dra. Viviane Gianluppi Ferro que, foi fundamental para esse trabalho e com certeza sem seu empenho, dedicação e qualidade técnica, esta dissertação não teria sido concluída de tal forma como foi. Agradeço pelo tempo disponibilizado para as reuniões, pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho, por toda a orientação e pela empatia que me foi apresentada devido aos contratemplos. Agradeço de coração.

Agradeço a minha família pelo apoio e compreensão. Agradeço também ao CNPq pela oportunidade de cursar uma pós graduação em um momento tão difícil como o atual e também pelo apoio financeiro. Agradeço ao PPGBAN pelo auxílio referente a documentação, dúvidas e demais solicitações realizadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO GERAL	06
Referências bibliográficas	11
CAPÍTULO II.....	18
A abundância e a riqueza de espécies de Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) diferem entre as estações secas e chuvosas em uma área de Cerrado?.....	19
Abstract.....	19
Resumo	19
Introdução.....	20
Material e métodos	22
Obtenção dos dados das mariposas	22
Obtenção dos dados climáticos	23
Análise de dados	24
Resultados.....	25
Discussão.....	32
Referências bibliográficas.....	35
Material suplementar	40
CAPÍTULO III. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

Os padrões de abundância e riqueza de espécies variam tanto espacialmente quanto temporalmente (SILVA *et al.*, 2011). Vários fatores podem influenciar esses padrões, tais como as variações climáticas, a disponibilidade de recursos e as interações intra e interespecíficas (WOLDA, 1978; PINHEIRO *et al.*, 2002). Dentre esses fatores, o clima é um dos principais determinantes na flutuação populacional de insetos durante o ano (SILVA *et al.*, 2011). Cada espécie possui uma amplitude climática ótima para o bom funcionamento de seus processos fisiológicos, resultando em um desenvolvimento normal e, conseqüentemente, possibilitando a realização de suas atividades (ex. locomoção, alimentação e reprodução) de forma adequada. Desse modo, diferentes espécies respondem de forma desigual às variações climáticas (SILVA *et al.*, 2011).

Ambientes não sazonais ou pouco sazonais, com pluviosidade e temperatura uniformemente distribuídas ao longo do ano, apresentam, geralmente, uma baixa variação temporal na abundância, riqueza e composição das espécies (WOLDA, 1988). Em uma floresta úmida do Equador, por exemplo, a abundância de mariposas Arctiinae não diferiu entre as estações do ano (HILT *et al.*, 2007). Contudo, em ambientes onde o clima varia consideravelmente ao longo do ano e que apresentam duas estações bem definidas (quente x fria e/ou chuvosa x seca), geralmente observa-se uma alta variação temporal na abundância, riqueza e composição das espécies (WOLDA, 1988).

O bioma Cerrado é um exemplo de região que apresenta um clima bimodal em relação à distribuição das chuvas e temperatura (SILVA *et al.*, 2008). Durante os meses de abril a setembro (período denominado de estação seca), a pluviosidade mensal varia de 49 a 79 mm e

as temperaturas médias mensais variam de 15 a 19°C (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA, 1992). Contudo, as temperaturas mínimas podem chegar próximo de 0°C nos meses de maio, junho e julho em alguns locais (COUTINHO, 2002). Já durante os meses de outubro a março (período denominado de estação chuvosa), a pluviosidade mensal varia de 111 a 197 mm e as temperaturas médias mensais variam de 19,4 a 22,5°C (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA, 1992).

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil em área, após a Amazônia, com aproximadamente 2 milhões de km² majoritariamente distribuídos no Planalto Central brasileiro (DIAS, 1991). É composto por um mosaico de formações vegetais que varia desde áreas abertas, sem nenhum elemento arbustivo (campo limpo), até áreas que apresentam grande densidade de árvores altas (formações florestais) (OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002). O Cerrado é um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo, sendo incluído entre os *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000).

Segundo DIAS (1991), estudos de fenologia da vegetação do Cerrado sugerem a existência de seis estações ecológicas no ano: 1) início das chuvas (outubro), 2) chuvas de primavera (novembro e dezembro), 3) veranico (janeiro), 4) chuvas de verão (fevereiro a abril), 5) inverno seco (maio a agosto), e 6) final da seca (setembro). O início das chuvas é caracterizado por intensa frutificação e dispersão de sementes e também pela rebrota das plantas herbáceas; as chuvas de primavera pelo pico de crescimento vegetativo das plantas e o veranico por uma estagnação fenológica da vegetação. Já nas chuvas de verão ocorre uma retomada de renovação das folhas, seguido do inverno seco, onde ocorre o pico de queda das folhas e o pico de floração. O final da seca (época mais quente do ano) é caracterizado pelo pico de frutificação e de emissão de novas folhas das árvores.

Com relação aos insetos do Cerrado, são observados picos de abundância no período chuvoso para a Classe *Insecta* como um todo, por exemplo, as ordens Hymenoptera, Coleoptera e Hemiptera e para os cupins (PINHEIRO *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FRIZZAS, 2008). No entanto, as larvas de lepidópteros apresentam picos populacionais em maio e julho, em

plena estação seca (MORAIS *et al.*, 1999), e os adultos de lepidópteros não apresentam diferenças significativas nas abundâncias entre as estações (PINHEIRO *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FRIZZAS, 2008).

A ordem Lepidoptera (borboletas e mariposas) possui mais de 160 mil espécies descritas (VAN NIEUKERKEN *et al.*, 2011). Este táxon apresenta grande relevância nos ecossistemas terrestres, como herbívoros, polinizadores e alimento para predadores e parasitoides (ZARIHI *et al.*, 2012). Dentre os lepidópteros, as mariposas Arctiinae pertencem a uma das subfamílias mais diversas (HEPPNER, 1991; WELLER *et al.*, 2009). Aproximadamente 11 mil espécies foram descritas em todo o mundo (WATSON & GOODGER, 1986; WELLER *et al.*, 2009), com aproximadamente 6 mil dessas espécies registradas nos neotrópicos (BREHM, 2009; WELLER *et al.*, 2009). No Brasil, já foram registradas 1.400 espécies (FERRO & DINIZ, 2010), sendo 1.193 espécies na Mata Atlântica (FERRO & MELO, 2011), 1.058 na Amazônia (TESTON & FERRO, 2020), 723 no Cerrado (FERRO *et al.*, 2010), 145 na Caatinga (FERRO & DINIZ, 2010), 116 nos Campos Sulinos (FERRO & DINIZ, 2010) e 94 no Pantanal (FERRO & DINIZ, 2010).

Arctiinae pertence à família Erebidae (ZAHIRI *et al.*, 2011, 2012). A monofilia de Arctiinae é bem suportada, assim como das suas quatro tribos: Lithosiini, Amerilini, Syntomini e Arctiini (ZAHIRI *et al.*, 2011; ZASPEL *et al.*, 2014). Na região Neotropical, ocorrem somente as tribos Arctiini e Lithosiini, com 4.758 e 1.170 espécies, respectivamente (HEPPNER, 1991). Membros da tribo Lithosiini possuem uma mandíbula com região molar alargada, usada para macerar líquens, briófitas e algas, suas fontes alimentares na fase larval (SINGER & BERNAYS, 2009; WAGNER, 2009; WELLER *et al.*, 2009; SCOTT *et al.*, 2014). Lithosiini é a única subtribo que sequestra polifenóis de líquens, que são substâncias tóxicas importantes para conferir proteção contra inimigos naturais (SCOTT *et al.*, 2014). Apesar da maioria das espécies que sequestram substâncias tóxicas reforçarem sua impalatabilidade com

coloração de advertência (SIMMONS, 2009), Lithosiini é em sua maioria críptica na fase larval e algumas espécies continuam crípticas na fase adulta (SIMMONS, 2009; WAGNER, 2009).

Porém, grande parte dos adultos de Lithosiini, assim como de Arctiini, apresenta coloração aposemática e participam de anéis miméticos com outros insetos (SIMMONS, 2009; SCOTT *et al.*, 2014). Adultos de Lithosiini se diferenciam morfológicamente de Arctiini por possuírem envergadura de tamanho pequeno a médio e corpo delgado (WELLER *et al.*, 2009; BAYARSAIKHAN *et al.*, 2016).

A tribo Arctiini é composta por mariposas altamente diversas, de tamanho pequeno a médio (WELLER *et al.*, 2009). Na fase larval, se alimentam de uma grande variedade de plantas, incluindo herbáceas, arbustos e árvores (SINGER & BERNAYS, 2009; WELLER *et al.*, 2009). Apesar de serem em sua maioria polípagas (Weller *et al.*, 1999; KITCHING *et al.*, 2000; HILT & FIEDLER, 2006; SINGER & BERNAYS, 2009; WELLER *et al.*, 2009), as mariposas Arctiini se especializaram no uso de plantas hospedeiras que possuem metabólitos secundários tóxicos, sendo então chamadas de “generalistas especializadas” por SINGER & BERNAYS (2009). Tais substâncias tóxicas são importantes para protegê-las contra predação e parasitismo (BEZZERIDES *et al.*, 2004; BOWERS, 2009; SINGER & BERNAYS, 2009). Estes aleloquímicos pertencem ao grupo dos alcaloides pirrolizidínicos, glicosídeos cardíacos e glicosídeos iridóides (BOWERS, 2009; WELLER *et al.*, 1999; ZASPEL *et al.*, 2014). Muitas espécies conseguem transferir estas substâncias da fase larval para a fase adulta (HARTMANN, 2009). Já outras espécies só as adquirem na fase adulta através de farmacofagia (ZASPEL *et al.*, 2014), que é o uso de líquidos vegetais para fins não nutricionais, mas para defesa. *Utetheisa ornatix* Linnaeus, 1758, por exemplo, sequestra alcaloides pirrolizidínicos e usa como repelente de predadores e feromônio de acasalamento (HOINA *et al.*, 2013). As larvas e os adultos dessa espécie são rejeitados por aranhas (EISNER & MEINWALD, 1987; EISNER & EISNER, 1991; FERRO *et al.*, 2006) e os seus ovos são rejeitados por besouros coccinelídeos (DUSSOURD *et al.*, 1988), por formigas (HARE & EISNER, 1993) e por larvas de Neuroptera

(EISNER & MEINWALD, 1995; EISNER *et al.*, 2000). Os alcaloides pirrolizidínicos ingeridos pelas larvas também influenciam a vida sexual dos adultos, especialmente dos machos, onde esse composto é precursor do feromônio sexual hidroxidanaidal (CONNER *et al.*, 1990). Na ausência do alcaloide sequestrado, os machos não produzem o feromônio e são menos aceitos pelas fêmeas (CONNER *et al.*, 1981; GONZÁLEZ *et al.*, 1999). No gênero *Cretonotos* (Hubner, 1816) a concentração de alcaloides pirrolizidínicos consumida pela larva não somente determina a quantidade de feromônio do macho, mas também o tamanho da coremata, que é um órgão abdominal androconial eversível (BOPPRÉ & SCHNEIDER, 1985, 1989).

Em algumas espécies, os adultos emitem sinais ultrassônicos através de órgãos timpânicos localizados no terceiro segmento do tórax (WELLER *et al.*, 1999). Acredita-se que esses sons sejam usados como defesa contra a predação de morcegos e na comunicação intraespecífica para o reconhecimento de parceiros sexuais (CONNER, 1999).

As diferenças na morfologia e história de vida das distintas tribos e subtribos desta subfamília de mariposas refletem em suas escolhas por distintas plantas hospedeiras (HILT & FIEDLER, 2006). Desta forma, as variações na composição de suas comunidades devem, pelo menos em parte, refletir a mudança da composição, abundância, qualidade e fenologia das espécies de plantas que elas se alimentam (KITCHING *et al.*, 2000; BREHM, 2009). Além disso, é esperado que a composição das espécies deste grupo de mariposas varie temporalmente, já que as alterações climáticas atuam de forma direta (termorregulação, dessecação, etc) ou indiretamente (via disponibilidade e qualidade das folhas usadas pelas larvas e do néctar consumido pelos adultos ou via abundância de inimigos naturais e competidores) no fitness dos indivíduos. Contudo, são raros os trabalhos que investigaram as variações temporais desse táxon em ambientes tropicais, como o Cerrado (mas veja SCHERRER *et al.*, 2013), ainda que tais estudos sejam importantes para avaliar as diferenças na estrutura das comunidades no

tempo, aumentar o entendimento sobre a estabilidade de comunidades e prever as respostas das comunidades frente às mudanças ambientais (SCHOWALTER, 2006).

Diante do exposto, a proposta desta Dissertação é verificar se existe diferença na riqueza e na abundância de mariposas Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) entre as estações chuvosa e seca em uma área de Cerrado. Especificamente, serão testadas duas hipóteses. A primeira é que a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos não irão diferir entre os períodos chuvosos e secos, já que outros estudos observaram um padrão disperso para lepidópteros adultos no Cerrado. A segunda hipótese é que as variáveis relacionadas com a umidade (precipitação e umidade relativa do ar) terão uma maior influência nos padrões de riqueza e abundância, pois, segundo WOLDA (1988), a precipitação é o principal fator determinante da sazonalidade de insetos nos trópicos. Os resultados foram apresentados no formato de um único artigo (Capítulo II) que será submetido ao periódico Iheringia, Série Zoologia.

Referências bibliográficas

BAYARSAIKHAN, U., JU, Y.D., PARK., B.S., NA, S.M., KIM, J.W., LEE, D.J. 2016. Genus of *Siccia* (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae, Lithosiini) in Korea, with a new record. Journal of Asia-Pacific Biodiversity 9: 389-391.

BEZZERIDES, A., YONG, T-H., BEZZERIDES, J., HUSSEINI, J., LADAU, J. 2004. Plant-derived pyrrolizidine alkaloid protects eggs of a moth (*Utetheisa ornatrix*) against a parasitoid wasp (*Trichogramma ostriniae*). PNAS 101: 9029-9032.

BOPPRÉ, M. & SCHNEIDER, D. 1985. Pyrrolizidine alkaloids quantitative regulate both scent organ morphogenesis and pheromone biosynthesis in male *Cretonotos* moths (Lepidoptera: Arctiidae). Journal of Comparative Physiology, 157: 569-577.

BOPPRÉ, M. & SCHNEIDER, D. 1989. The biology of *Cretonotos* (Lepidoptera: Arctiidae) with special reference to the androconial system. Zoological Journal of the Linnean

- Society 96: 339-356.
- BOWERS, M.D. 2009. Chemical defenses in woollybears: sequestration and efficacy against predators and parasitoids. *Tiger Moths and Wolly Bears, Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae* (ed. By W.E. Conner). Oxford Univ. Press, New York, USA. p.83-102.
- BREHM, G. 2009. Patterns of Arctiid diversity. *Tiger Moths and Wolly Bears, Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae* (ed. By W.E. Conner), Oxford Univ. Press, New York, USA. p. 223-232.
- CONNER, W. E. 1999. Un chant d'appel amoureux: acoustic communication in moths. *Journal of Experimental Biology*, 202, p.1711-1723.
- CONNER, W.E. ROACH, B. BENEDICT, E. MEINWALD, J. EISNER, T. 1990. Courtship pheromone production and body size as correlates of larval diet in males of the arctiid moth *Utetheisa ornatrix*. *Journal of Chemical Ecology* 16: p;543-552.
- CONNER, W.E. EISNER, T. MEER, R. K. V. GUERRERO, A. MEINWALD, J. 1981. Precopulatory sexual interaction in arctiini moth (*Utetheisa ornatrix*): role of a pheromone derived from diet arylalkaloids. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 9: p.227-235.
- COUTINHO, L. M. 2002. O bioma do cerrado. In: Klein, A. L. Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois. Unesp, São Paulo, p.77-91.
- DIAS, B. F. S. 1991. Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Funatura, Brasília, p.118.
- DUSSOURD, D.E. UBIK, K. HARVIS, C. RESCH, J. MEINWALD, J. EISNER, T. 1988. Biparental defensive endowment of eggs with acquired plantalkaloid in the moth *Utetheisa ornatrix*. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*, 85: p.5992-5996.
- EISNER, T. EISNER, M. ROSSINI, C. IYENGAR, V.K. ROACH, B.L. BENEDIKT, E. MEINWALD, J. 2000. Chemical defense against predation in an insect egg.

- EISNER, T. EISNER, M. 1991. Unpalatability of the pyrrolizidine alkaloid-containing moth *Utetheisa ornatix*, and its larva to wolf spiders. *Psyche*, 8: p.111-118.
- EISNER, T. MEINWALD, J. 1995. The chemistry of sexual selection. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*, 92: p.50-55.
- EISNER, T. MEINWALD, J. 1987. Alkaloid derived pheromones and sexual selection in lepidoptera. In: PRESTWICH, G. D. & G. J. BLOMQUIST. *Pheromone biochemistry*. Orlando, Academic Press. p.251-269.
- FERRO, V.G. & MELO, A.S. 2011. Diversity of tiger moths in a Neotropical hotspot: determinants of species composition and identification of biogeographic units. *J. Insect Conservation*. 15(5): p.643-651.
- FERRO, V. G. & DINIZ, I. R. 2010. Riqueza e composição de mariposas Arctiidae (Lepidoptera) no Cerrado. *Cerrado, Conhecimento científico quantitativo como subsídio para ações de conservação* (ed. I. R. DINIZ, J. MARINHO FILHO, R. B. MACHADO & R. B. CAVALCANTI). Thesaurus, Brasília, DF. p. 255-313.
- FERRO, V.G., GUIMARÃES, P.R. & TRIGO, J.R. 2006. Why do larvae of *Utetheisa ornatix* penetrate and feed in pods of *Crotalaria* species? Larval performance vs. Chemical and physical constraints. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 121: p.23-29.
- FERRO, V. G., MELO, A. S., & DINIZ, I. R. 2010. Richness of tiger moths (Lepidoptera: Arctiidae) in the Brazilian Cerrado: how much do we know? *Zoologia*, 27: p.725-731.
- GONZÁLEZ, A. ROSSINI, C. EISNER, M. & EISNER, T. 1999. Sexually transmitted chemical defence in a moth *Utetheisa ornatix*. *Proceedings of National Academy of Sciences of USA*, 96: p.5570-5574.
- HARE, J.F. & EISNER, T. 1993. Pyrrolizidine alkaloid deterrent predators of *Utetheisa ornatix* eggs: effects of alkaloid concentration, oxidation state, and prior exposure of antstoalkaloid-laden prey. *Oecologia*, 96: p.9-18.

- HARTMANN, T. 2009. Pyrrolizidine alkaloids: the successful adoption of a plant chemical defense. Tiger Moths and Woolly Bears. Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae (ed. by W.E. Conner). Oxford Univ Press, New York. p.55-82.
- HEPPNER, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. Tropical Lepidoptera, 2: p.1-85.
- HILT, N., BREHM, G., & FIEDLER, K. 2007. Temporal dynamics of rich moth ensembles in the mountain and forest zone in Southern Ecuador. Biotropica, 39: p.94-104.
- HILT, N. & FIEDLER, K. 2006. Arctiid moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian mountain and rain forest zone: how different are subfamilies and tribes? Journal of Biogeography, 33: p.108-120.
- HOINA, A., MARTINS, CHZ, TRIGO, JR. A preferência por altas concentrações de alcalóides pirrolizidínicos vegetais na mariposa arctiid especialista *Utetheisa ornatrix* depende da experiência anterior. Interações Artrópode-Planta 7, 169–175 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11829-012-9232-1>.
- KITHING, R.L. ORR, A.G. THALIB, L. MITCHELL, H. HOPKINS, M.S. & GRAHAM, A.W. 2000. Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rainforest. Journal of Applied Ecology, 37: p.284-297.
- MYERS, N. MITTERMEIER, R.A. MITTERMEIER, C.G. DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: p.853-858.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA 1992. Normas Climatológicas. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Embrapa, Planaltina, p. 84.
- MORAIS, H. C., DINIZ, I. R. & SILVA, D. M. S. 1999. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. Revista de Biologia Tropical, 47: p.1025-1033.
- OLIVEIRA, C. M., & FRIZZAS, M. R. 2008. Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa, Planaltina, p.26.
- OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora

- of the cerrado biome. The cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna (ED. BY. OLIVEIRA, P.S. & R.J. MARQUIS). Columbia University press, New York, USA. p.91-120.
- PINHEIRO, F. DINIZ, I. R. COELHO, D., & BANDEIRA, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27: p.132-136.
- SIMMONS, R. 2009. Adaptative coloration and mimicry. Tiger moths and woolly bears, Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae (ed. by W. E. Conner). Oxford University Press, New York, USA. p.115-126.
- SINGER, M.S. & BERNAYS, E.A. 2009. Specialized generalists: Behavioral and evolutionary ecology of polyphagous woolly bear caterpillars. Tiger moths and woolly bears, Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae (ed. by W. E. Conner). Oxford University Press, New York, USA. p.103-114.
- SCHERRER, S., FERRO, V. G., RAMOS, M. N., & DINIZ, I. R. 2013. Species composition and temporal activity of Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) in two cerrado vegetation types. *Zoologia*, 30: p.200- 210.
- SCHOWALTER, D. T. 2006. *Insect Ecology an Ecosystem Approach*. Elsevier, San Diego, p. 574.
- SCOTT, C.H. ZASPELL, J.M. CHIALVO, P. WELLER, S. 2014. A preliminary molecular phylogenetic assessment of the lichen moths (Lepidoptera: Erebidae: Arctiinae: Lithosiini) with comments on palatability and chemical Sequestration. *Systematic Entomology*, 39: p.286–303.
- SILVA, N. A. P. D., FRIZZAS, M. R. & OLIVEIRA, C. M. D. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55: p.79-87.
- SILVA, F.A.M. ASSAD, E.A. & EVANGELISTA, B.A. 2008. Caracterização climática do bioma Cerrado. In *Cerrado: ecologia e flora* (S.M. S.ANO, S.P. ALMEIDA, J.F. RIBEIRO, EDS.). Embrapa Informação Tecnológica 2: p. 69–88

- TESTON, J.A. FERRO, V.G. Arctiini Leach, [1815] (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae) of the Brazilian Amazon. V – Subtribes Arctiina Leach, [1815], Callimorphina Walker, [1865] and Spilosomina Seitz, 1910. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 20, n. 3, e20200989. jul. 2020.
- VAN NIEUKERKEN, E.J. KAILA, L. KITCHING, I.J. KRISTENSEN, N.P. LEES, D.C. MINET, J. MITTER, C. MUTANEN, M. REGIER, J.C. SIMONSEN, T.J. WAHLBERG, N. YEN, S-H. ZAHIRI, R. ADAMSKI, D. BAIXERAS, J. BARTSCH, D. BENGTSSON, B.A. BROWN, J.W. BUCHELI, S.R. DAVIS, D.R. DE PRINS, J. DE PRINS, W. EPSTEIN, M.C. GENTILI-POOLE, P. GIELIS, C. HÄTTENSCHWILER, P. HAUSMANN, A. HOLLOWAY, J.D. KALLIES, A. KARSHOLT, O. KAWAHARA, A.Y. KOSTER, S. KOZLOV, M.V. LAFONTAINE, J.D. LAMAS, G. LANDRY, J-F. LEE. S. NUSS, M. PARK, K-T. PENZ, C. ROTA, J. SCHINTLMEISTER, A. SCHMIDT, B.C. SOHN, J-C. SOLIS, M.A. TARMANN, G.M. WARREN, A.D. WELLER, S. YAKLOVLEV, R.V. ZOLOTUHIN, V.V. & ZWICK, A. 2011: Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. p. 212–221. In *Animal biodiversity: in outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (Z.Q. Zhang, ed.). *Zootaxa* 3148: p.1–237.
- WAGNER, D.L. 2009. The immature stages: structure, function, behavior and ecology. Tiger moths and woolly bears, *Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae* (ed. by W. E. Conner). Oxford University Press, New York, USA. p.31-54.
- WATSON, A. & GOODGER, D.T. 1986. Catalogue of the Neotropical tiger moths. *Occasional papers on Systematic Entomology*, 1: p.1-70.
- WELLER, S. DA COSTA, M. SIMMONS, R., DITTMAR, K. & WHITING, M. 2009. Evolution and taxonomic confusion in Arctiidae. Tiger moths and woolly bears, *Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae* (ed. by W. E. Conner), Oxford University Press, New York, USA. p.11-30.

- WELLER, S. J. JACOBSON, N. L. & CONNER, W.E. 1999. The evolution of chemical defences and mating systems in tiger moths (Lepidoptera: Arctiidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 68: p.557-578.
- WOLDA, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology*, 47: p.369-381.
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why? *Annual review of ecology and systematic*, 19: p.1-18.
- ZAHIRI, R. HOLLOWAY, J. D. KITCHING, I. J. LAFONTAINE, J. D. MUTANEN, M. & WAHLBERG, N. 2012. Molecular phylogenetics of Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea). *Systematic Entomology*, 37: p.102-124.
- ZAHIRI, R. KITCHING, I.J. LAFONTAINE, J.D. MUTANEN, M., KAILA, L. HOLLOWAY, J.D. & WAHLBERG, N. 2011. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family level classification of the Noctuoidea (Lepidoptera). *Zoologica Scripta*, 40: p.158-176.
- ZASPEL, J.M., WELLER, S.J., WARDWELL, C.T., ZAHIRI, R. & WHALBERG, N. 2014. Phylogeny and Evolution of pharmacophagy in tiger moths (Lepidoptera: Erebidae: Arctiinae) *Plos One*, 9: p.1-10.

CAPÍTULO II

* Artigo a ser submetido ao periódico Iheringia, Série Zoologia. O manuscrito foi formatado segundo as normas desse periódico (disponíveis em <https://www.scielo.br/journal/isz/about/#instructions>), exceto pela posição das figuras e tabelas (as quais foram incluídas junto com os resultados para facilitar a leitura).

A abundância e a riqueza de espécies de Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) diferem entre as estações secas e chuvosas em uma área de Cerrado?*

Rafael V. de Sastres¹ & Viviane G. Ferro²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, prédio 43435, sala 227, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. (rafaelsastres@gmail.com)

² Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, prédio 43435, sala 227, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. (vivianegferro@gmail.com)

ABSTRACT. The vast majority of previous studies suggest an almost predominant pattern in the orders of the class Insecta when talking about seasonal abundance, however, this pattern does not apply to the order Lepidoptera, which has an almost linear dispersion throughout the year. Nine years of data collected at a Long Term Ecological Research (PELD) site were analyzed. Our first hypothesis was that species richness and abundance will not differ between dry and rainy periods. It was partially corroborated, since species richness was in fact practically continuous throughout the seasons, since the abundance was not as linear as expected. Our second hypothesis was that the variables related to humidity would have a great influence on the patterns of richness and abundance, these showed no influence, which did not corroborate our second hypothesis.

KEYWORDS. Emas National Park, LTER, seasonality, temporal diversity, tiger moth.

RESUMO. A grande maioria dos estudos anteriores sugerem um padrão quase predominante nas ordens da classe Insecta quando se fala em abundância sazonal, porém,

esse padrão não se aplica a ordem Lepidoptera, esta possui uma dispersão quase linear ao longo do ano. Foram analisados dados de coletas de mariposas que ocorreram por nove anos em um sítio de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD). Essas coletas ocorreram no Parque Nacional das Emas, localizado no estado de Goiás durante as estações secas e chuvosas de cada ano, somando ao todo 18.100 indivíduos. Nossa primeira hipótese era de que a riqueza de espécies e a abundância não irão diferir entre os períodos secos e chuvosos. Ela foi parcialmente corroborada, pois, riqueza de espécies de fato foi praticamente contínua ao longo das estações, já a abundância não se mostrou tão linear como se era esperado. Nossa segunda hipótese era de que as variáveis relacionadas com a umidade teriam uma grande influência nos padrões de riqueza e abundância, estes não demonstraram influência, o que não corroborou nossa segunda hipótese.

PALAVRAS-CHAVE. diversidade temporal, mariposa tigre, Parque Nacional das Emas, PELD, sazonalidade.

Os padrões de abundância e riqueza de espécies variam tanto espacialmente quanto temporalmente (SILVA *et al.*, 2011). Vários fatores podem influenciar esses padrões, tais como a disponibilidade de recursos, as interações intra e interespecíficas e as variações climáticas (WOLDA, 1978; PINHEIRO *et al.*, 2002). Dentre esses fatores, o clima é um dos principais determinantes na flutuação populacional de insetos durante o ano (SILVA *et al.*, 2011). O clima pode influenciar os insetos de forma direta (através de processos fisiológicos e comportamentais que afetam a sobrevivência, longevidade, fecundidade, o tempo de desenvolvimento e padrão de coloração e movimento) e indireta (presença, abundância, qualidade nutricional e níveis de defesa das plantas hospedeiras, bem como a presença e abundância de inimigos naturais e competidores) (CHECA *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2010). Na região temperada, a temperatura geralmente é o principal fator que influencia a dinâmica das populações e comunidades de insetos (WOLDA, 1988). Já nos trópicos, a precipitação está entre as variáveis ambientais que mais influenciam as atividades sazonais dos insetos

(KISHIMOTO-YAMADA & ITIOKA, 2015).

O Cerrado é um bioma tropical que apresenta um clima bimodal em relação à distribuição das chuvas e temperaturas, apresentando um inverno seco e com médias menores de temperatura e um verão chuvoso e com temperaturas mais altas (DIAS, 1991). Logo, representa um bom modelo para investigar a influência do clima sobre a distribuição da riqueza e da abundância de insetos ao longo do ano.

A vegetação do Cerrado também varia ao longo do ano (DIAS, 1991). O início das chuvas (outubro) é caracterizado por intensa frutificação e dispersão de sementes e também pela rebrota das plantas herbáceas; as chuvas de primavera (novembro e dezembro) pelo pico de crescimento vegetativo das plantas e o veranico (janeiro) por uma estagnação fenológica da vegetação. Já nas chuvas de verão (fevereiro a abril) ocorre uma retomada de renovação das folhas, seguido do inverno seco (maio a agosto), onde ocorre o pico de queda das folhas e o pico de floração. O final da seca (setembro, época mais quente do ano) é caracterizado pelo pico de frutificação e de emissão de novas folhas das árvores (DIAS, 1991). Todas essas mudanças fenológicas comumente estão associadas a mudanças nutricionais e de defesa dos insetos. Sabe-se que folhas novas e folhas velhas diferem quanto ao conteúdo de água, lignina, celulose, nitrogênio, tanino e dureza (PAIS & VARANDA, 2003).

Os insetos tendem a acompanhar as mudanças fenológicas, químicas e físicas da vegetação. De fato, são observados picos de abundância no período chuvoso para Insecta como um todo, assim como para Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera e cupins (PINHEIRO *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FRIZZAS, 2008). No entanto, as larvas de lepidópteros (que usam majoritariamente folhas como alimento), apresentam um padrão inverso, tendo picos populacionais na estação seca (MORAIS *et al.*, 1999), justamente quando as folhas estão mais velhas e ocorre o pico da abscisão foliar. Já os adultos de lepidópteros (que usam principalmente néctar das flores como alimento) não apresentam diferenças significativas nas abundâncias totais entre as estações secas e chuvosas (PINHEIRO *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FRIZZAS, 2008). Infelizmente, existem poucos

trabalhos que investigaram as variações temporais de Lepidoptera no Cerrado, o que dificulta a compreensão dos padrões de diversidade desse táxon ao longo do tempo.

Arctiinae é uma das subfamílias de Lepidoptera que apresenta maior riqueza de espécies. Ocorrem 10.945 espécies no mundo, 5.931 nos neotrópicos (HEPPNER, 1991) e cerca de 1.400 no Brasil (FERRO & DINIZ, 2010). No bioma Cerrado foram registradas 723 espécies (FERRO *et al.*, 2010). A subfamília Arctiinae representa um dos grupos de lepidópteros noturnos mais utilizados como bioindicadores no monitoramento de ecossistema porque responde rapidamente às mudanças ambientais, é usualmente abundante e facilmente amostrada com armadilhas luminosas (KITCHING *et al.*, 2000).

No presente estudo verificamos se existe diferença de riqueza e de abundância de mariposas Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) entre as estações chuvosa e seca em uma área de Cerrado. Especificamente, testamos duas hipóteses. A primeira é que a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos não irão diferir entre os períodos chuvosos e secos, já que outros estudos observaram um padrão disperso para lepidópteros adultos no Cerrado. A segunda hipótese é que as variáveis relacionadas com a umidade (precipitação e umidade relativa do ar) terão uma grande influência nos padrões de riqueza e abundância, pois, como já se sabe, a precipitação é o principal fator determinante da sazonalidade de insetos nos trópicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos dados das mariposas

Utilizamos os dados de riqueza e abundância de mariposas Arctiinae do projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD), mais especificamente da localidade sítio 13 do Parque Nacional das Emas (PNE). O PNE possui uma área de 132.941 ha e está localizado entre os municípios de Mineiros e Chapadão do Céu, no Estado de Goiás,

Centro-Oeste do Brasil (17°49'-18°28'S e 52°39'-53°10'W). A vegetação do Parque é composta por várias fitofisionomias de Cerrado. As fitofisionomias abertas (campo limpo, campo sujo e campo cerrado) ocupam 68,1% da área do parque, o cerrado *sensu stricto* ocupa 25,1%, os campos úmidos 4,9% e as matas ripárias e mesófilas 1,2% (FRANÇA *et al.*, 2007). A região possui o clima úmido tropical, apresentando verão chuvoso e inverno seco. A estação seca ocorre de junho a agosto e a estação chuvosa, de setembro a maio (RAMOS-NETO & PIVELLO, 2000). Anualmente, a pluviosidade varia de 1.200 a 2.000mm, sendo concentrada entre os meses de setembro e março (RAMOS-NETO & PIVELLO, 2000). No período de dezembro a fevereiro, a pluviosidade média mensal é de 283mm e a média mensal da temperatura é de 22,8°C. Já nos meses de junho a agosto a pluviosidade média mensal é de apenas 12mm e a temperatura média mensal é de 19°C (LOBATO *et al.*, 2002).

As mariposas Arctiinae foram amostradas duas vezes ao ano [uma amostragem na estação seca (junho a agosto) e outra na chuvosa (dezembro a fevereiro)], ininterruptamente entre os anos de 2010 e 2018. O tempo de coleta das amostragens variou de 9 a 15 dias, variando entre os anos. Foram realizadas tais coletas em 40 parcelas de 10x10m distribuídas em quatro formações vegetais que foram selecionadas de acordo com o maior aproveitamento para os trabalhos a serem desenvolvidos: Cerrado *sensu strictu* (10 parcelas), campo cerrado (14 parcelas), campo sujo (6 parcelas) e mata estacional semidecídua (10 parcelas). Apesar do número desigual das parcelas, todas tiveram o mesmo peso durante as análises, o que torna linear a utilização dos dados. As amostragens das mariposas foram realizadas de forma passiva durante todo o período noturno e ocorreram ao longo dos dias de campo, não todas ao mesmo tempo nas 40 parcelas. Foram utilizadas armadilhas luminosas do tipo Luiz de Queiroz equipadas com uma lâmpada negra Sylvania® de 15W. As armadilhas foram fixadas a aproximadamente 1,5m de altura, no centro de cada parcela (uma por parcela), sendo que em cada armadilha foi amarrada uma barraca de voal para que os indivíduos coletados ficassem presos até a manhã seguinte, quando eram sacrificados com frascos mortíferos contendo hidróxido de amônia.

A identificação das mariposas foi realizada através da Coleção Becker (Camacan, BA), da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás (Goiânia, GO) e através da literatura (HAMPSON, 1898, 1900, 1901, 1914; WATSON & GOODGER, 1986; PIÑAS-RUBIO *et al.* 2000; PIÑAS-RUBIO & MANZANO, 2003). Os indivíduos coletados estão depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Goiás.

Obtenção dos dados climáticos

Extraímos os valores de três parâmetros climáticos dos quais acreditamos serem os mais específicos para nossas análises (temperatura média mensal, precipitação total mensal e umidade do ar média mensal) do banco de dados “NASA Power” (<https://power.larc.nasa.gov/>), que disponibiliza registros meteorológicos globais de longo prazo para apoio de pesquisas sobre clima. Os dados climáticos utilizados foram das coordenadas de cada parcela onde houve coleta de mariposas. Usamos os parâmetros climáticos dos meses das amostragens das mariposas (algumas amostragens ocorreram durante o final de um mês e início de outro, fizemos as médias dos meses) e também do mês anterior de cada amostragem. A inclusão de dados do clima que antecederam às amostragens é importante, pois, pode haver um atraso entre a condição climática e a resposta dos indivíduos a esta condição, ou seja, os padrões de abundância e riqueza podem estar sendo influenciados pelas condições climáticas não atuais.

Análises dos dados

Para testar a hipótese de que a riqueza de espécies por estação e a abundância de indivíduos não seriam significativamente diferentes entre as duas estações do ano, realizamos testes de permutação (os dados não apresentaram distribuição normal mesmo após transformação) tanto para riqueza de espécies quanto para a abundância de indivíduos entre os períodos chuvoso e seco. Também fizemos uma análise de rarefação por indivíduos para

padronizar a riqueza das duas estações. Além disso, comparamos a equabilidade (medida através do índice de Simpson) entre as estações através de testes de permutação. Extrapolamos a riqueza da área de estudo por meio do estimador Chao2, escolhido pelo fato de ser amplamente utilizado e pela experiência da equipe na sua utilização. Já para avaliar a segunda hipótese (isto é, se as variáveis relacionadas com a umidade terão uma maior influência nos padrões de riqueza e abundância) fizemos duas regressões múltiplas, onde as variáveis dependentes foram abundância e riqueza, respectivamente. Realizamos as análises no programa PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Durante os nove anos de coleta foram amostrados 18.100 indivíduos distribuídos em 260 espécies (Tab. I). Contudo, estima-se a existência de, pelo menos, mais 36 espécies no Parque Nacional das Emas ($\text{Chao2} = 296,61 \pm 9,13$). No período chuvoso foram coletados 7.431 indivíduos, representando 180 espécies, enquanto que no período de seca foram coletados 10.669 indivíduos, representando 207 espécies (Tab. I). A abundância foi significativamente maior na estação seca do que na chuvosa (teste de permutação, $p < 0,001$). A abundância média anual foi de 1.185,4 indivíduos na estação seca e 825,6 na chuvosa. Contudo, a equabilidade das espécies foi significativamente maior na estação chuvosa (0,954) do que na seca (0,941) (teste de permutação, $p < 0,001$). Tanto a riqueza obtida pela rarefação (Fig. 1) quanto a riqueza observada não diferiram entre as estações do ano (teste de permutação, $p = 0,281$ para a riqueza observada). A riqueza média anual foi de 69,5 espécies na estação seca e 58 na chuvosa. Cinquenta e quatro espécies (20,76%) ocorreram apenas na estação chuvosa, 79 (30,50%) apenas na estação seca e 126 (48,46%) ocorreram em ambas estações (Tab. SI).

A abundância variou mais ao longo dos anos de amostragens do que a riqueza (Fig. 2). No geral, tanto a abundância quanto a riqueza foram maiores nas estações secas do que nas chuvosas (Fig. 2). Entretanto, no ano de 2011 observamos um padrão inverso e em 2014 a riqueza foi levemente menor na estação seca do que na chuvosa (Fig. 2).

A riqueza de espécies e a abundância das mariposas não apresentaram relação com nenhuma das variáveis climáticas avaliadas (temperatura média mensal, precipitação mensal e umidade relativa do ar média mensal) (Tab. II). De modo geral, a temperatura média, umidade relativa do ar média e a precipitação total foram maiores durante as estações chuvosas, sendo as diferenças mais expressivas na distribuição das chuvas (Fig. 3, Tab. SII). Exceções foram os anos de 2017 (onde a temperatura foi levemente maior na estação seca) e de 2011 (onde a umidade relativa do ar foi levemente menor na estação chuvosa) (Fig. 3, Tab. SII). A temperatura média mensal variou entre 18,5 e 24,7°C (média = 21,3°C) na estação seca e entre 23,3 e 24,3°C (média = 23,7°C) na estação chuvosa (Tab. SII). A umidade relativa do ar do mês das amostragens variou de 39,6 a 75,9% (média = 55,4%) na estação seca e de 69,8 a 86,4% (média = 79%) na estação chuvosa (Tab. SII). Já a precipitação mensal variou de 0 a 49mm (média = 16,8mm) na estação seca e de 89,6 a 277,4mm (média = 184,2mm) na estação chuvosa (Tab. SII).

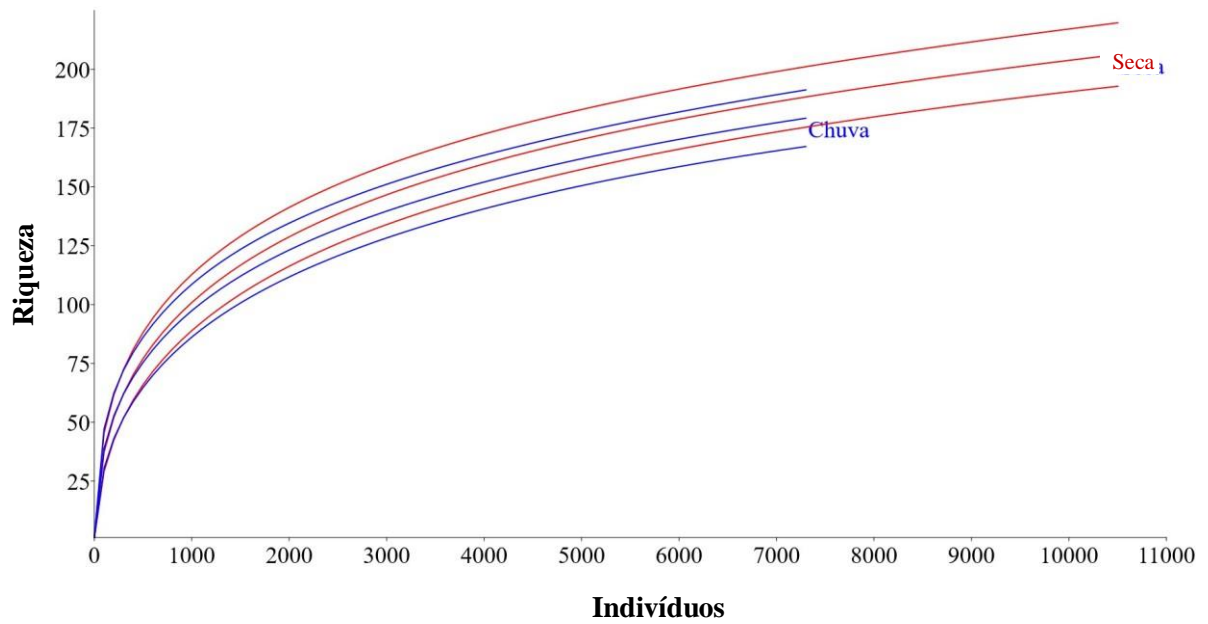


Figura 1. Riqueza (padronizada através de rarefação por indivíduos) de mariposas Arctiinae na estação seca e chuvosa. As linhas superiores e inferiores de cada estação representam o intervalo de confiança de 95%. Os indivíduos foram amostrados no Parque Nacional das Emas (GO, Brasil) entre os anos de 2010 e 2018.

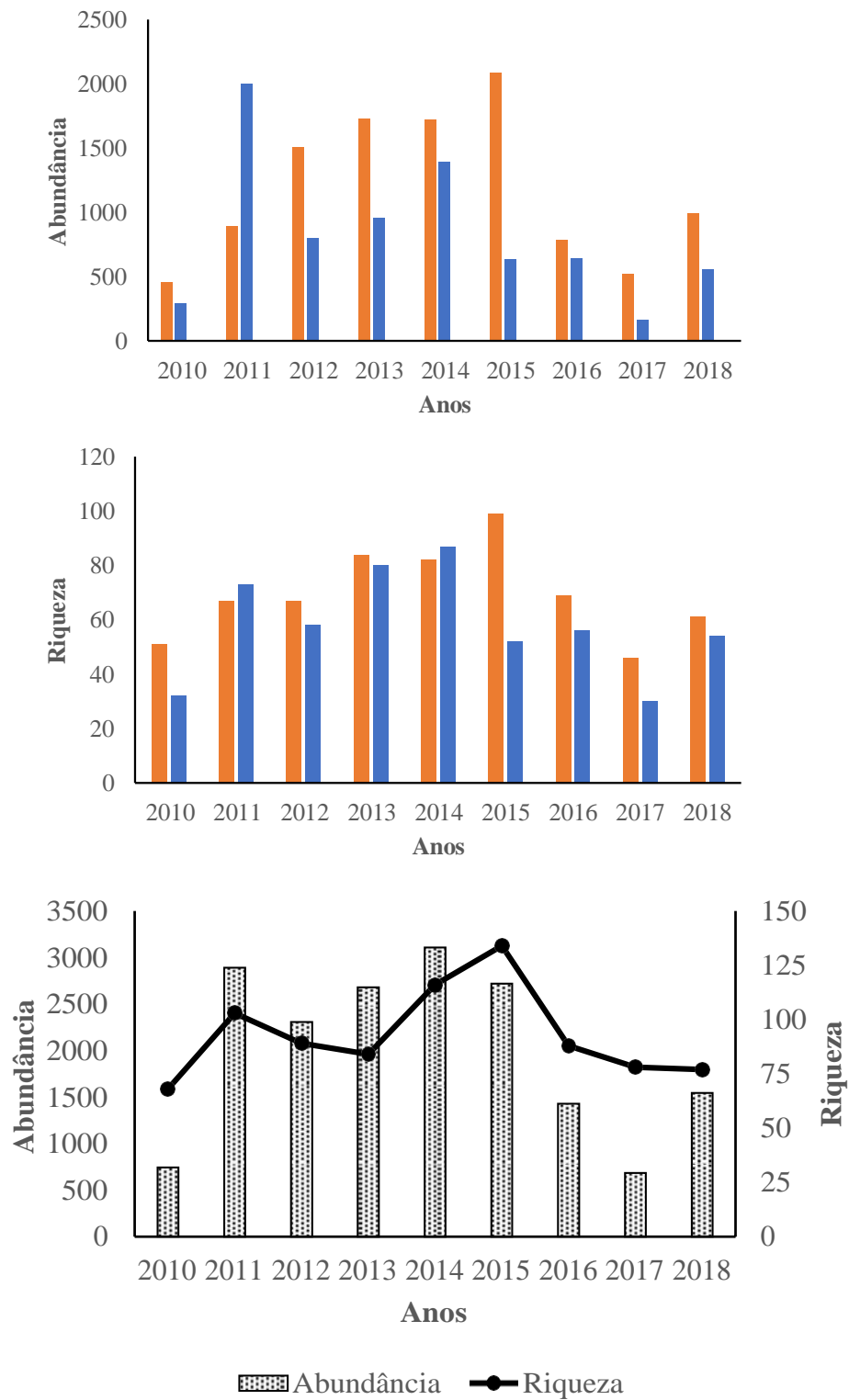


Figura 2. Abundância e riqueza observada de mariposas Arctiinae ao longo dos 9 anos de amostragens no Parque Nacional das Emas (GO, Brasil). Barras laranjas indicam as estações secas e barras azuis as estações chuvosas.



Figura 3. Temperatura média mensal, precipitação mensal e umidade relativa do ar média mensal dos períodos amostragem das mariposas Arctiinae no Parque Nacional das Emas (GO, Brasil). Barras laranjas indicam as estações secas e barras azuis as estações chuvosas.

Tabela 1. Abundância e riqueza de mariposas Arctiinae ao longo de 9 anos de amostragens no Parque Nacional das Emas (GO, Brasil).

Ano	Estação	Abundância	Riqueza
2010	Seca	454	51
2010	Chuva	290	32
2010	Ano	744	68
2011	Seca	890	67
2011	Chuva	1.999	73
2011	Ano	2.889	103
2012	Seca	1.504	67
2012	Chuva	802	58
2012	Ano	2.306	89
2013	Seca	1.724	84
2013	Chuva	956	80
2013	Ano	2.680	84
2014	Seca	1.718	82
2014	Chuva	1.389	87
2014	Ano	3.107	116
2015	Seca	2.083	99
2015	Chuva	634	52
2015	Ano	2.717	134
2016	Seca	784	69
2016	Chuva	644	56
2016	Ano	1.428	88
2017	Seca	523	46
2017	Chuva	161	30
2017	Ano	684	78
2018	Seca	989	61
2018	Chuva	556	54
2018	Ano	1.545	77
2010-2018	Seca	10.669	207
2010-2018	Chuva	7.431	180
2010-2018	Total	18.100	260

Tabela 2. Parâmetros das regressões múltiplas entre a abundância e a riqueza de mariposas Arctiinae e variáveis climáticas do período de amostragem. As variáveis climáticas do mês anterior das amostragens foram retiradas das análises devido à colinearidade.

	Abundância		Riqueza	
R ²	0,47		0,41	
F	1,35		0,94	
P	0,29		0,44	
	t	p	T	p
Temperatura média (°C)	0,02	0,98	-0,35	0,73
Umidade relativa do ar média (%)	0,64	0,53	-0,64	0,52
Precipitação total (mm)	-1,09	0,29	0,73	0,47

DISCUSSÃO

A fauna do Parque Nacional das Emas representa aproximadamente 35,3% das espécies registradas para o bioma Cerrado (MORENO & FERRO, 2016) e 18,7% das registradas para o Brasil (FERRO & DINIZ, 2010). Nosso estudo ampliou a lista existente para a área (MORENO & FERRO, 2016) de 149 para 260 espécies. Desse modo, o Parque Nacional das Emas é considerado hoje o sítio com maior diversidade de Arctiinae do Cerrado. Além disso, também está entre os sítios neotropicais mais diversos, logo após Itatiaia, Petrópolis e Angra dos Reis (362, 320 e 306 espécies, respectivamente, NASCIMENTO *et al.*, 2016), Reserva Biológica San Francisco (287 espécies, HILT & FIEDLER, 2005) e Joinville (274 espécies, FERRO *et al.*, 2012).

Nossa primeira hipótese de que não haveria diferença na riqueza e na abundância de mariposas entre as duas estações do Cerrado foi parcialmente corroborada. Nossos resultados mostram que, nos nove anos de coleta no Parque Nacional das Emas, não houve diferença na riqueza de espécies entre as estações. Contudo, a abundância foi significativamente distinta, sendo maior na estação seca. Quase metade das espécies ocorreu em ambas estações e 30% das espécies ocorreu somente na estação seca, indicando que esse grupo consegue ficar ativo ao longo do ano, inclusive no período climaticamente considerado desfavorável para a maioria dos insetos. SCHERRER *et al.* (2013) também observaram que a riqueza de Arctiinae não diferiu entre as estações, mas que a abundância foi maior no período de estiagem numa área de Cerrado (Reserva Ecológica do Jardim Botânico de Brasília).

Vários fatores podem explicar o fato das mariposas Arctiinae não diferirem quanto à riqueza nas duas estações do ano e apresentarem maior abundância na estação seca. No Cerrado, diferentes espécies de plantas apresentam distintas estratégias fenológicas (ex. brotação, produção de folhas, floração e frutificação) ao longo do ano (OLIVEIRA & FRIZZAS,

2008). Tais estratégias, particularmente a permanência de folhas maduras e de flores de plantas arbóreo-arbustivas ao longo do ano inteiro, permite a sobrevivência de lepidópteros imaturos (herbívoros) e adultos (nectarívoros) também durante a estação seca. Além disso, as larvas de Arctiinae, bem como os adultos, são em sua maioria polívoros, se alimentando de várias espécies lenhosas e herbáceas (BECK *et al.*, 2010). Logo, as mariposas Arctiinae podem manter a atividade mesmo durante períodos em que o recurso alimentar ótimo não esteja presente. Infelizmente, pouco se sabe sobre as plantas hospedeiras e flores utilizadas por Arctiinae nos neotrópicos, impossibilitando análises com diferentes grupos alimentares desse táxon.

Outro fator que poderia contribuir para a permanência dos indivíduos no período seco é a intensidade de competição interespecífica por recurso. No período chuvoso, a maioria das plantas aumenta a produção de folhas, flores e brotos, o que torna os recursos abundantes e de melhor qualidade para os insetos herbívoros e nectarívoros. Muitos insetos saem do período de diapausa logo após as primeiras chuvas e há picos de abundância de quase todas as ordens presentes na classe insecta na estação chuvosa (PINHEIRO *et al.*, 2002; OLIVEIRA & FRIZZAS, 2008). Logo, os Arctiinae que estão ativos durante a estação seca podem ser favorecidos pelo menor número de competidores, em especial himenópteros, coleópteros e hemípteros herbívoros e nectarívoros/polinívoros. Apesar da competição interespecífica ser considerada fraca e infrequente entre insetos herbívoros por alguns autores (ex. LAWTON & STRONG, 1981; JERMY, 1985), atualmente, em função das defesas induzidas, ela é considerada uma força seletiva importante entre insetos herbívoros (KAPLAN & DENNO, 2007), mesmo quando as espécies estão separadas espacial ou temporalmente.

A presença do maior número de indivíduos nos meses secos pode estar ainda associada à fuga de inimigos naturais. MORAIS *et al.* (1999), por exemplo, observaram o pico de abundância das larvas de lepidópteros na estação seca de uma área de Cerrado, sendo que a

maior porcentagem de larvas com parasitoides foi encontrada na estação chuvosa. Em relação à pressão de predadores visualmente orientados, a maioria das larvas de Arctiinae são aposemáticas, tóxicas e/ou com espinhos (SIMMONS, 2009). A maioria dos adultos de Arctiinae (alguns voam durante o dia) também possuem coloração de advertência e defesa química. Logo, tanto larvas quanto adultos podem se defender de predadores em ambas as estações do ano. Além dessas estratégias, os adultos de Arctiinae emitem sinais ultrassônicos na sua defesa contra morcegos (CONNER, 1999). Isso indica que essas mariposas podem utilizar várias estratégias de defesa para sobreviver ao longo do ano, mesmo em períodos onde a abundância de predadores é alta.

Um outro aspecto que pode ter contribuído para a abundância ser mais elevada na estação seca está relacionado com o viés amostral. Mariposas pausam o vôo durante chuvas e ventos intensos (Viviane Ferro, comunicação pessoal). Logo, as armadilhas poderiam coletar menos indivíduos na estação chuvosa, onde temporais são frequentes, pois os adultos voariam durante um menor período durante a noite.

Nossa segunda hipótese de que as variáveis relacionadas com a umidade (precipitação e umidade relativa do ar) teriam uma maior influência nos padrões de riqueza e abundância do que a temperatura não foi corroborada. Tanto a riqueza quanto a abundância não apresentaram relação com nenhuma das variáveis climáticas testadas. Esse resultado contraria outros trabalhos que observaram relação positiva entre a abundância de lepidópteros e a temperatura (RIBEIRO *et al.*, 2010; CHECA *et al.*, 2009; OLIVEIRA & FRIZZAS, 2008; HOLYOAK *et al.*, 1997; MORENO *et al.*, 2021). Uma possível explicação para esse resultado inesperado é que o tipo de dado climático utilizado pode não ter sido o adequado. Nós usamos os valores médios mensais, mas talvez medidas mais precisas, tal como média do período noturno dos dias das amostragens) fossem mais adequadas. Contudo, esse tipo de dado não é disponível para a área de estudo. Uma segunda explicação seria que outros fatores, não necessariamente relacionados com o clima

(ex. predação, parasitismo, fogo), estariam atuando em nosso sistema de estudo. Estes fatores serão investigados em futuros trabalhos.

Mesmo após 9 anos de amostragens intensivas (duas estações do ano, 28 dias por ano, 40 pontos amostrais), totalizando mais de 18 mil indivíduos coletados, apenas cerca de 88% das espécies estimadas pelo Chao2 foram registradas. Esse dado reforça o quão limitado é nosso conhecimento sobre a diversidade, especialmente se tratando de invertebrados. Estudos de longo prazo (tipo PELD) são extremamente importantes para conhecer a biodiversidade, monitorar as diferenças na estrutura das comunidades no tempo, analisar a estabilidade de comunidades frente a perturbações e prever as consequências das mudanças climáticas sobre as espécies e serviços ecossistêmicos (SCHOWALTER, 2006). Apesar disso, infelizmente, estudos desse tipo são raros.

Agradecimentos. Gostaríamos de agradecer as Dras. Helena Romanowski e Maria João Pereira pelas contribuições ao projeto e ao manuscrito. Agradecemos também a todas as pessoas envolvidas desde a coleta, identificação e catalogação dos indivíduos amostrados. Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos de amostragens financiadas pelo projeto PELD, sítio 13 (Parque Nacional das Emas) (CNPq, 558187/2009-9). Agradeço ao CNPq pelo auxílio financeiro da bolsa de mestrado acadêmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECK, J. ALTERMATT, F. HAGMANN, R. LANG, S. 2010. Seasonality in the altitude–diversity pattern of Alpine moths. *Basic and Applied Ecology*, 11: p.714-722.
- CHECA, M.F. BARRAGAN, A. RODRIGUEZ, J. & CHRISTMAN, M. 2009. Temporal abundance patterns of butterfly communities (Lepidoptera: Nymphalidae) in the Ecuadorian Amazonia and their relationship with climate. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 45(4): p.470-486.

- CONNER, W. E. 1999. 'Un chant d'appel amoureux': acoustic communication in moths. *Journal of Experimental Biology*, 202: p.1711-1723.
- DIAS, B.F.S. 1991. Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Funatura, Brasília. p.118.
- FERRO, V. G., MELO, A. S., & DINIZ, I. R. 2010. Richness of tiger moths (Lepidoptera: Arctiidae) in the Brazilian Cerrado: how much do we know? *Zoologia*, 27. P.725-731.
- FERRO, V.G., RESENDE, I.M.H. & DUARTE, M. 2012. The Arctiinae moths (Lepidoptera: Erebidae) of Santa Catarina state, Brazil. *Biota Neotrop.* 12(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n4/en/abstract?inventory+bn01312042012>.
- FERRO, V. G. & DINIZ, I. R. 2010. Riqueza e composição de mariposas Arctiidae (Lepidoptera) no Cerrado. Cerrado, Conhecimento científico quantitativo como subsídio para ações de conservação (ed. By I. R. DINIZ, J. MARINHO-FILHO, R. B. MACHADO & R. B. CAVALCANTI), Thesaurus, Brasília, DF. p. 255-313.
- FRANÇA, H. RAMOS-NETO, M.B. & SETZER, A. 2007. O fogo no Parque Nacional das Emas. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9: p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- HAMPSON, G.F. 1898. Catalogue of the Lepidoptera Phalaenae in the British Museum. Printed by order of the Trustees, London, ENG.
- HAMPSON, G.F. 1900. Catalogue of the Lepidoptera Phalaenae in the British Museum. Printed by order of the Trustees, London, ENG.
- HAMPSON, G.F. 1901. Catalogue of the Lepidoptera Phalaenae in the British Museum. Printed by order of the Trustees, London, ENG.
- HAMPSON, G. F. 1914. Catalogue of the Lepidoptera Phalaenae in the British Museum, Printed by order of the Trustees, Supplement 1, London, ENG.

- HEPPNER, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, 2: p.1-85.
- HILT, N. & FIEDLER, K. 2005. Diversity and composition of Arctiidae moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian Andes. *Diversity and Distributions* 11: p.387-398.
- HOLYOAK M., JAROSIK, V. & NOVAK, I. 1997. Weather-induced changes in moth activity bias measurement of long-term population dynamics from light trap samples. *Entomol. Exp. Appl.*, 83: p.329-335.
- JERMY, T. 1985. Is there interspecific competition between phytophagous insects? *Z. Zool. Syst. Evolutionsforsch.*, 23: p.275–285.
- KAPLAN, I & DENNO, R. F. 2007. Interspecific interactions in phytophagous insects revisited: a quantitative assessment of competition theory. *Ecology Letters* 10: 977-994.
- KISHIMOTO-YAMADA, K. & ITIOKA, T. 2015. How much have we learned about seasonality in tropical insect abundance since Wolda (1988)? *Entomological Science* 18: p. 407-419.
- KITCHING, R.L. ORR, A.G. THALIB, L. MITCHELL, H. HOPKINS, M.S. & GRAHAM, A.W. 2000. Moth assemblages as indicators of environmental quality in remnants of upland Australian rain forest. *Journal of Applied Ecology*, 37: p.284-297.
- LAWTON, J.H. & STRONG, D.R. 1981. Community patterns and competition in folivorous insects. *Am. Nat.*, 118: p.317–338.
- LOBATO, E. J. V. SACRAMENTO, G. L. ANDRADE, R. S. ALEIXO, V., & GONÇALVES, V. A. 2002. Atlas climatológica do Estado de Goiás. Editora UFG, Goiânia, p. 101.
- MORAIS, H. C., DINIZ, I. R., & SILVA, D. M. S. 1999. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. *Revista de Biologia Tropical*, 47: p:1025-1033.
- MORENO, C. & FERRO, V.G. 2016. Arctiinae moths (Lepidoptera, Erebidae) of the Emas National Park, Goiás, Brazil. *Biota Neotrop.* 16(2): p.1-9.

- MORENO, C. BARBOSA, A.S., FERRO, V.G. 2021. Abundance and richness of Arctiinae moths throughout the night in a Cerrado area. *Biota Neotropica* 21(2): e20201041. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1041>.
- NASCIMENTO, M.S., FERRO, V.G., MONTEIRO, R.F. 2016. Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Biota Neotropica*. 16(2): e20150112. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0112>.
- OLIVEIRA, C. M., & FRIZZAS, M. R. 2008. Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. Embrapa, Planaltina, p.26.
- PAIS, M. P. & VARANDA, E. M. 2003. Variation in plant defenses of *Didymopanax vinosum* (CHAM. & SCHLTDL.) Seem. (Apiaceae) across a vegetation gradient in a Brazilian cerrado. *Acta Bot. Bras.* 17 (3): p.395-403.
- PINÃS-RUBIO, F. RAB-GREEN, S., ONORE, G. & MANZANO, P.I. 2000. Mariposas Del Ecuador. Butterflies & moths of Ecuador. Family: Arctiidae, Subfamilias: Arctiinae y Pericopinae. Museo de Zoología, Centro de biodiversidad y ambient. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, EC.
- PINÃS-RUBIO, F. & MANZANO, P.I. 2003. Mariposas del Ecuador, Arctiidae, Subfamília: Ctenuchinae. *Compañia de Jesús*, Quito, EC.
- PINHEIRO, F., DINIZ, I. R., COELHO, D., & BANDEIRA, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology*, 27, 132-136.
- RAMOS-NETO, M.B. & PIVELLO, V.R. .2000. Lightning fires in a Brazilian savanna National Park: rethinking management strategies. *Environmental Management*, 26: p.675-684.
- RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN K.S. & FREITAS, A.V.L. 2010. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. *Biotropica* 42(6): p.710-716.

- SCHERRER, S., FERRO, V. G., RAMOS, M. N., & DINIZ, I. R. 2013. Species composition and temporal activity of Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) in two cerrado vegetation types. *Zoologia*, 30: p.200- 210.
- SCHOWALTER, D. T. 2006. *Insect Ecology an Ecosystem Approach*. Elsevier, San Diego, p. 574.
- SIMMONS, R. 2009. Adaptive coloration and mimicry. *Tiger Moths and Wolly Bears, Behavior, Ecology and Evolution of the Arctiidae* (ed. by W. E. CONNER), Oxford University Press, New York, USA. p.115-126.
- SILVA, N. A. P. D., FRIZZAS, M. R., & OLIVEIRA, C. M. D. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55: p.79-87.
- WATSON, A. & GOODGER, D.T. 1986. Catalogue of the Neotropical tiger-moths. *Occasional Papers on Systematic Entomology*, 1, p.1-70.
- WOLDA, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology*, 47: p.369-381.
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why? *Annual review of ecology and systematic*, 19: p.1-18.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tab. SI. Espécies de mariposas Arctiinae amostradas com armadilhas luminosas em 40 pontos do Parque Nacional das Emas (GO, Brasil) durante as estações secas e chuvosas dos anos de 2010 a 2018.

Espécies	Estação seca	Estação chuvosa
<i>Achroosia nuda</i> Hampson, 1900	7	0
<i>Aclytia flavigutta</i> (Walker, 1854)	53	25
<i>Aclytia heber</i> (Cramer, 1780)	80	120
<i>Aclytia terra</i> Schaus, 1896	1	0
<i>Aclytia</i> sp.1	11	0
<i>Aclytia</i> sp.2	0	1
<i>Aethria gracilis</i> (Moschler, 1877)	2	0
<i>Agaraea semivitrea</i> Rothschild, 1909	7	2
<i>Agaraea</i> sp.	6	4
<i>Agylla argentea</i> (Walker, 1863)	6	30
<i>Agylla argentifera</i> (WALKER, 1866)	0	2
<i>Agylla marcata</i> (SCHAUS, 1894)	3	11
<i>Agylla nivea</i> (WALKER, 1856)	1	43
<i>Agylla</i> sp.1	9	12
<i>Agylla</i> sp.3	0	3
<i>Agylla</i> sp.4	0	2

<i>Agylla</i> sp.5	0	4
<i>Agylla zucarina</i>	1	1
<i>Amaxia dyuna</i> SCHAUS, 1896	160	167
<i>Amaxia kennedyi</i> (ROTHSCHILD, 1909)	27	14
<i>Antona fallax</i> (BUTLER, 1877)	0	2
<i>Apistosia judas</i> HUBNER, [1819]	0	2
Arctiini sp.1	17	0
Arctiini sp.2	1	8
Arctiini sp.3	0	11
Arctiini sp.4	1	1
<i>Argyroeides braco</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1855])	1	0
<i>Autochloris enagrus</i> (CRAMER, 1780)	2	0
<i>Barsinella mirabilis</i> BUTLER, 1878	231	106
<i>Bertholdia detracta</i> SEITZ, 1921	1	0
<i>Biturix diversipes</i> (WALKER, 1855)	2	1
<i>Biturix rectilinea</i> (BURMEISTER, 1878)	0	1
<i>Biturix</i> sp.1	2	0
<i>Callisthenia plicata</i> (BUTLER, 1877)	3	5
<i>Calodesma collaris</i> (DRURY, 1782)	32	5
<i>Calodesma contracta</i> (WALKER, 1854)	0	1
<i>Calodesma dioptis</i> (FELDER, 1874)	2	1
<i>Carales arizonensis</i>	1	2
<i>Carales astur</i> (CRAMER, 1777)	1	3
<i>Cercopimorpha postflavia</i> ROTHSCCHILD, 1912	2	0

<i>Cisthene dives</i> (SCHAUS, 1896)	7	0
<i>Cisthene ruficollis</i> (SCHAUS, 1896)	3	4
<i>Cisthene</i> sp.1	105	46
<i>Cisthene</i> sp.2	0	4
<i>Cisthene</i> sp.3	1	3
<i>Cisthene subruba</i> (SCHAUS, 1905)	273	150
<i>Cisthene triplaga</i> (HAMPSON, 1905)	301	182
<i>Correbidia calopteridia</i> (BUTLER, 1878)	9	3
<i>Correbidia</i> sp.1	4	0
<i>Correbidia</i> sp.2	1	0
<i>Cosmosoma achemon</i> (FABRICIUS, 1781)	13	8
<i>Cosmosoma auge</i> (LINNAEUS, 1767)	6	0
<i>Cosmosoma durca</i> SCHAUS, 1896	0	3
<i>Cosmosoma nigriscens</i> ROTHSCHILD, 1911	1	0
<i>Cosmosoma rasera</i> JONES, 1914	7	5
<i>Cosmosoma theuthras restrictum</i> BUTLER, 1876	4	14
<i>Cosmosoma</i> sp.1	1	3
<i>Cosmosoma</i> sp.2	1	0
<i>Cosmosoma</i> sp.3	1	0
<i>Cosmosoma subflamma</i> (WALKER, 1854)	0	1
<i>Cosmosoma telephus</i> (WALKER, 1854)	6	1
<i>Cratoplastis barrosi</i> (ALMEIDA, 1968)	6	11
<i>Cresera affinis</i> (ROTHSCHILD, 1909)	2	10
<i>Cresera ilioides</i> (SCHAUS, 1905)	10	7

<i>Cresera optima</i> (BUTLER, 1877)	8	36
<i>Ctenuchina</i> sp.1	4	4
<i>Ctenuchina</i> sp.2	1	0
<i>Delphyre discalis</i> (DRUCE, 1905)	14	20
<i>Delphyre dizona</i> (DRUCE, 1898)	12	6
<i>Delphyre</i> sp.1	0	1
<i>Dipaenae incontenta</i> SCHAUS, 1905	1	0
<i>Dycladia lucetius</i> (STOLL, 1781)	561	314
<i>Dycladia lydia</i> DRUCE, 1900	0	1
<i>Dycladia</i> sp.1	16	0
<i>Dysschema boisduvalli</i> (VAN DER HOEVEN E DE VRIESE, 1840)	4	15
<i>Dysschema hypoxantha</i> HÜBNER, 1818	0	2
<i>Dysschema sacrificata</i> (HÜBNER, [1831])	0	6
<i>Dysschema tricolor</i> (SULZER, 1776)	0	1
<i>Ecdemus hypoleucus</i> HERRICH-SCHÄFFER, [1854]	1	0
<i>Echeta junio</i> (SCHAUS, 1892)	0	104
<i>Echeta</i> sp.1	2	106
<i>Elysius cingulata</i> (WALKER, 1856)	45	74
<i>Elysius conjunctus</i> ROTHSCHILD, 1910	1	0
<i>Elysius hermia</i> (CRAMER, 1777)	1	0
<i>Elysius joiceyi</i> TALBOT, 1928	0	553
<i>Emurena lurida</i> (FELDER, 1874)	0	1
<i>Epeiromulona hamata</i> FIELD, 1952	0	1

<i>Epeiromulona roseata</i>	0	1
<i>Epeiromulona</i> sp.	0	1
<i>Episcepsis endodasia</i> HAMPSON, 1898	0	1
<i>Episcepsis klagesi</i> ROTHSCHILD, 1911	3	0
<i>Episcepsis lenaeus</i> (CRAMER, 1780)	1	0
<i>Episcepsis thetis</i> (LINNAEUS, 1771)	27	20
<i>Ernassa sanguinolenta</i> (CRAMER, 1779)	0	1
<i>Erruca hanga</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1854])	0	1
<i>Eucereon albidia</i> ROTHSCHILD, 1912	10	0
<i>Eucereon arenosum</i> BUTLER, 1877	0	2
<i>Eucereon baleris</i>	3	0
<i>Eucereon cineta</i> SCHAUS, 1896	1	0
<i>Eucereon dorsipuncta</i> HAMPSON, 1905	12	0
<i>Eucereon pseudarchias</i> HAMPSON, 1898	4	0
<i>Eucereon setosum</i> (SEPP, 1848)	32	6
<i>Eucereon</i> sp.1	10	2
<i>Eucereon</i> sp.2	5	1
<i>Eucereon tarona</i> HAMPSON, 1898	0	1
<i>Euclera rubricincta</i> (BURMEISTER, 1878)	1	2
<i>Eupseudosoma grandis</i> ROTHSCHILD, 1909	12	0
<i>Eupseudosoma involuta</i> (SEPP, 1855)	5	0
<i>Eurota histrio</i> (GUÉRIN, 1843)	1	0
<i>Eurota nigricincta</i> HAMPSON, 1907	2	0
<i>Euthyone simplex</i> (WALKER, 1854)	60	1

<i>Euthyone</i> sp.1	0	1
<i>Halysidota cyclozonata</i> HAMPSON, 1901	0	3
<i>Halysidota sannionis</i> (ROTHSCHILD, 1909)	338	435
<i>Heliura rhodophila</i> (WALKER, 1856)	0	5
<i>Heliura</i> sp.1	0	1
<i>Heliura tetragramma</i> (WALKER, 1854)	120	206
<i>Hyaleucerea phaeosoma</i> HAMPSON, 1905	1	0
<i>Hyalurga fenestra</i> (LINNAEUS, 1758)	1	0
<i>Hyalurga partita</i> (WALKER, 1855)	2	0
<i>Hyda basilutea</i> (WALKER, 1854)	20	1
<i>Hyperandra appendiculata</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1856])	10	2
<i>Hypercompe mus</i> (OBERTHÜR, 1881)	0	2
<i>Hyperthaema ignifera</i> RAWLINS	44	41
<i>Hyperthaema</i> sp.1	8	43
<i>Hyperthaema</i> sp.2	1	9
<i>Hyponerita ishima</i> SCHAUS, 1833	16	17
<i>Hyponerita lavinia</i> (DRUCE, 1890)	54	82
<i>Idalus agricus</i> DYAR, 1910	8	3
<i>Idalus carinosa</i> (SCHAUS, 1905)	365	206
<i>Idalus citrina</i> DRUCE, 1890	359	77
<i>Idalus critheis</i> DRUCE, 1884	8	0
<i>Idalus dares</i> DRUCE, 1894	2	0
<i>Idalus herois</i> SCHAUS, 1889	0	1

<i>Idalus lineosus</i> WALKER, 1869	27	4
<i>Idalus</i> sp.1	1	0
<i>Idalus vitrea</i> (CRAMER, 1780)	1	0
<i>Illice calochroma</i> (SNELLEN, 1878)	0	2
<i>Illice croesus</i> HAMPSON, 1914	9	11
<i>Illice discistriga</i> DOGNIN, 1912	1	2
<i>Illice griseola</i> (ROTHSCHILD, 1913)	71	36
<i>Illice persimillis</i> HAMPSON, 1903	1	0
<i>Illice pygmaea</i> SCHAUS, 1905	1934	114
<i>Isanthreme</i> sp.	0	1
<i>Ischnognatha semiopalina</i> FELDER, 1874	0	1
<i>Lamprostola hercyna</i> (DRUCE, 1885)	40	5
<i>Lamprostola molybdipera</i>	183	3
<i>Lamprostola</i> sp.1	1	0
<i>Lepidokirbyia vittipes</i> (WALKER, 1855)	67	9
<i>Lepidoneiva erubescens</i> (BUTLER, 1876)	129	1084
<i>Leucanopsis rosetta</i> (SCHAUS, 1896)	0	13
<i>Leucanopsis squalida</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1855])	2	3
<i>Leucanopsis strigulosa</i> (WALKER, 1855)	28	353
<i>Leucotmemis kaietura</i>	0	1
Lithosiini NI2	4	8
Lithosiini NI3	27	7
Lithosiini NI4	10	1

Lithosiini NI5	7	0
Lithosiini NI6	13	0
Lithosiini NI8	21	10
Lithosiini NI9	21	0
Lithosiini sp.1	6	2
Lithosiini sp.10	4	0
Lithosiini sp.12	0	3
Lithosiini sp.14	1011	97
Lithosiinis p.15	0	1
Lithosiini sp.2	4	0
Lithosiini sp.3	4	0
Lithosiini sp.4	3	0
Lithosiini sp.5	3	0
Lithosiini sp.6	2	0
Lithosiini sp.7	77	0
Lithosiini sp.8	7	6
Lithosiini sp.9	4	0
<i>Lophocampa annulosa</i> (WALKER, 1855)	1	1
<i>Lophocampa atrimaculata</i> (HAMPSON, 1901)	1	1
<i>Lophocampa citrina</i> (SEPP, 1852)	608	115
<i>Macrocneme aurifera</i> HAMPSON, 1914	19	22
<i>Mazaeras francki</i> (SCHAUS, 1896)	0	1
<i>Melese dorothea</i> (Stoll, 1782)	48	5
<i>Melese incertus</i> (WALKER, 1855)	63	10

<i>Melese paranensis</i> DOGNIN, 1911	4	8
<i>Metagylla miroides</i>	2	16
<i>Metalobosia diaxantha</i> HAMPSON, 1914	1	1
<i>Metalobosia invarda</i> SCHAUS, 1905	11	0
<i>Metalobosia varda</i> (SCHAUS, 1896)	17	3
<i>Metamya aenetus</i> (SCHAUS, 1896)	0	2
<i>Napata leucotela</i> BUTLER, 1876	4	0
<i>Neritos atta</i> SCHAUS, 1920	87	33
<i>Neritos flavimargo</i> JOICEY E TALBOT, 1916	3	1
<i>Neritos hampsoni</i> ROTHSCHILD, 1909	38	8
<i>Neritos sanguipuncta</i> SCHAUS, 1901	1	0
<i>Nodozana bellicula</i> SCHAUS, 1905	4	14
<i>Nodozana coresa</i> (SCHAUS, 1896)	17	2
<i>Nodozana jucunda</i> JONES, 1914	298	108
<i>Nodozana rhodosticta</i> (BUTLER, 1878)	119	171
<i>Nodozana</i> sp.1	9	0
<i>Nyridela acroxantha</i> (PERTY, 1833)	3	2
<i>Nyridela chalciope</i> (HÜBNER, 1827)	4	0
<i>Odozana decepta</i> SCHAUS, 1911	4	0
<i>Odozana domina</i> (SCHAUS, 1896)	46	23
<i>Odozana margina</i> SCHAUS, 1896	0	3
<i>Odozana obscura</i> (SCHAUS, 1896)	340	124
<i>Ormetica</i> sp.1	0	1
<i>Parablavia sadima</i> (SCHAUS, 1896)	269	16

<i>Paracles fervida</i> (SCHAUS, 1901)	0	2
<i>Paracles fusca</i> (WALKER, 1856)	1	0
<i>Paracles phaeocera</i> (HAMPSON, 1905)	8	29
<i>Paracles</i> sp.1	22	6
<i>Paracles</i> sp.2	2	0
<i>Paracles</i> sp.3	1	0
<i>Pareuchaetes aurata</i> (BUTLER, 1875)	291	17
<i>Pelochyta arontes</i> (STOLL, 1782)	15	2
<i>Pelochyta lystra</i>	1	0
<i>Pheia albisigna</i> (WALKER, 1854)	13	69
<i>Pheia gaudens</i> (WALKER, 1856)	3	3
<i>Pheia haematosticta</i> JONES, 1908	2	43
<i>Pheia haemopera</i> SCHAUS, 1898	33	86
<i>Pheia picta</i> (WALKER, 1854)	1	0
<i>Pheia seraphina</i> (HERRICH-SCHÄFFER, 1854)	163	292
<i>Pheia</i> sp.1	0	2
<i>Philoros rubriceps</i> (WALKER, 1854)	14	12
<i>Phoenicoprocta baeri</i> ROTHSCHILD, 1911	4	251
<i>Phoenicoprocta</i> sp.1	1	14
<i>Poliopastea plumbea</i> HAMPSON, 1898	5	1
<i>Prepiella aurea</i> (BUTLER, 1878)	0	1
<i>Prepiella miniola</i> HAMPSON, 1900	1	0
<i>Progona pallida</i>	0	6
<i>Pryteria alboatra</i> (ROTHSCHILD, 1909)	0	1

<i>Pryteria</i> sp.1	1	0
<i>Pryteria unifascia</i> (DRUCE, 1899)	2	0
<i>Pseudalus limona</i> SCHAUS, 1896	6	298
<i>Pseudohyaleucerea vulnerata</i> (BUTLER, 1875)	3	1
<i>Pseudosphex discoplaga</i> (SCHAUS, 1905)	1	0
<i>Pseudosphex fulvisphex</i> (DRUCE, 1898)	5	0
<i>Pseudosphex nivaca</i> (JONES, 1914)	236	147
<i>Pseudosphex sodalis</i> DRAUDT, 1905	2	0
<i>Pseudosphex</i> sp.1	3	0
<i>Pseudosphex</i> sp.8	3	0
<i>Psychopasma erosa</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1858])	28	0
<i>Rhipha niveomaculata</i> (ROTHSCHILD, 1909)	2	1
<i>Rhipha pulcherrima</i> (ROTHSCHILD, 1935)	0	101
<i>Rhipha strigosa</i> (WALKER, 1854)	8	2
<i>Robinsonia dewitzi</i> GUNDLACH, 1881	1	1
<i>Saurita attenuata</i> HAMPSON, 1905	116	10
<i>Scaptius</i> sp.1	1	0
<i>Scaptius submarginalis</i> (ROTHSCHILD, 1909)	2	0
<i>Sphecosoma besasa</i> SCHAUS, 1924	2	0
<i>Sutonocrea lobifer</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1855])	0	1
<i>Sutonocrea reducta</i> (WALKER, 1856)	1	0
<i>Symphlebia abdominalis</i> (HERRICH-SCHÄFFER, [1855])	2	0

<i>Talara barema</i> SCHAUS, 1896	30	3
<i>Talara grisea</i> SCHAUS, 1896	101	18
<i>Talara leucophaea</i> DOGNIN, 1912	49	6
<i>Telioneura albapex</i> (DRUCE, 1898)	1	1
<i>Telioneura</i> sp.1	1	1
<i>Trichromia</i> sp.	3	0
<i>Utetheisa ornatrix</i> (LINNEAUS, 1758)	65	61
<i>Viviennea salma</i> (DRUCE, 1896)	8	8

Tab. III. Dados climáticos do período de amostragem das mariposas Arctiinae no Parque Nacional das Emas (GO, Brasil).

Ano	Estação	Temperatura (°C)	Umidade(%)	Precipitação(mm)
2010	Seca	20,26	59,21	6,49
2010	Chuva	23,45	82,28	245,72
2011	Seca	18,55	75,91	24,64
2011	Chuva	23,67	69,79	89,65
2012	Seca	19,63	58,84	30,58
2012	Chuva	24,27	78,02	154,96
2013	Seca	21,29	45,77	0,86
2013	Chuva	23,29	78,24	206,12
2014	Seca	21,93	53,17	0,02
2014	Chuva	23,75	79,90	182,90
2015	Seca	20,37	70,63	19,48
2015	Chuva	23,87	86,39	277,42
2016	Seca	22,75	50,02	49,08
2016	Chuva	23,45	80,52	196,21
2017	Seca	24,74	39,58	20,09
2017	Chuva	23,66	80,04	140,56
2018	Seca	21,97	45,51	0,006
2018	Chuva	24,28	76,35	164,25

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram registrados, ao longo de 9 anos de amostragens, 18.100 indivíduos de mariposas distribuídos em 260 espécies. Isso coloca o Parque Nacional das Emas como o sítio de maior diversidade de Arctiinae do Cerrado e um dos mais diversos do mundo.

No geral, tanto a abundância quanto a riqueza foram maiores nas estações secas do que nas chuvosas. Contudo, apenas a abundância diferiu significativamente entre as estações do ano. Quase metade das espécies ocorreu em ambas as estações e cerca de 30% ocorreu exclusivamente na estação seca. Esse resultado sugere que esse grupo de mariposas consegue ficar ativo ao longo do ano, incluindo o período seco, climaticamente considerado desfavorável para a maioria dos insetos. Possíveis fatores que influenciaram a capacidade da maioria das espécies de arctiíneos de ficar ativos (e mais abundantes) durante a estação seca seriam: (1) a polifagia, possibilitando o consumo de várias plantas ao longo do ano, (2) o escape temporal de parasitoides e competidores (que são mais ativos durante o período chuvoso) e (3) estratégias de defesa química, física e sonora contra predadores.

De modo geral, a temperatura média, umidade relativa do ar média e a precipitação total foram maiores durante as estações chuvosas, sendo as diferenças mais expressivas na distribuição das chuvas. Contudo, a riqueza de espécies e a abundância das mariposas não apresentaram relação com nenhuma das variáveis climáticas avaliadas, contrariando nossas expectativas. Possíveis explicações para esse resultado seriam (1) a inadequação dos dados climáticos utilizados ou (2) que, de fato, fatores não climáticos (não testados nesse trabalho) seriam mais importantes para o grupo estudado do que fatores relacionados com o clima.