

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA-INBIO
CURSO GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

História Natural da Lagarta Semiaquática *Paracles klagesi* (Rothschild) (Lepidoptera,
Erebidae, Arctiinae): Revelando sua Fenologia

Iasmim Pereira de Freitas

UBERLÂNDIA MG
DEZEMBRO, 2019

Iasmim Pereira de Freitas

História Natural da Lagarta Semiaquática *Paracles klagesi* (Rothschild) (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae): Revelando sua Fenologia

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a Vanessa Stefani Sul Moreira

Co-orientadora: Ma. Drielly da Silveira Queiroga

Uberlândia MG
Dezembro, 2019

Dedico esta pesquisa aos meus pais e familiares,
por acreditarem neste sonho junto a mim e
sempre me apoiarem.

Com amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha família por todo suporte fornecido a mim durante todos esses anos e por acreditarem que esse sonho seria possível. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela bolsa de iniciação científica fornecida durante todo o projeto.

A professora Vanessa Stefani e Drielly Queiroga por todo o comprometimento e conhecimentos imprescindíveis repassados durante a minha jornada que auxiliaram na minha formação como pesquisadora. Ao Kleber Del Claro por todas as portas abertas e oportunidades de crescimento profissional. A toda a equipe do Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações – LECI – e ao Laboratório de História Natural e Reprodução de Artrópodes – LHINRA – por todo o auxílio, suporte e aprendizado necessário para o desenvolvimento desta pesquisa e por sempre estarem dispostos a ajudar.

Obrigada a todas (os) amigas (os) que realizei na faculdade por fazerem essa jornada mais fácil, como vários momentos de alegrias que serão eternos. E por fim especialmente aos amigos e amores Hanna e Vinicius, vocês foram as companhias mais incríveis da minha vida, obrigado por todos os momentos.

Serei eternamente grata.

1. INTRODUÇÃO	2
2. MATERIAIS E MÉTODOS	4
2. 1 Área de estudo	4
2. 2 Flutuação Temporal de <i>Paracles klagesi</i>.....	5
2.2 Fenologia de <i>Paracles klagesi</i>.....	6
2.3 Análise estatísticas.....	6
3. RESULTADOS	7
3. 1 Flutuação Temporal de <i>Paracles klagesi</i>.....	7
3. 2 Fenologia de <i>Paracles klagesi</i>.....	8
4. DISCUSSÃO	9
5. CONCLUSÃO	10
6. REFERÊNCIAS	17

Este trabalho está formatado para submissão na revista Studies on Neotropical Fauna and Environment, deste modo, segue os seguintes padrões constados na normativas da revista disponíveis em :

<https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=nnfe20>

O trabalho para envio deve seguir as seguintes normativas:

- Coloque números de linha no envio de trabalhos
- Fonte: Calibri. 12 pt, padrão (exceto o nome da espécie em itálico).
Espaçamento duplo, alinhado à esquerda, números de página, exceto:
- Título: 14 pt, negrito, seguido por 1 linha em branco
- Autores: negrito, seguido por 1 linha em branco
- Afiliações: seguidas por 1 linha em branco
- Autor Correspondente: seguido por 1 linha em branco
- Resumo: seguido por 1 linha em branco
- Palavras-chave: seguidas por 2 linhas em branco
- Introdução: padrão, negrito
- Texto: alinhado à esquerda, travessão segundo e parágrafos subsequentes seguidos por 2 linhas em branco
- Materiais e Métodos: padrão, negrito
- Subtítulos: negrito e itálico
- Texto: nivelado à esquerda, travessão segundo e parágrafo subsequente; seguido por 2 linhas em branco

- Resultados: sempre separe com a discussão. Padrão, negrito
- Subtítulos: negrito e itálico
- Texto: nivelado à esquerda, travessão segundo e parágrafo subsequente; seguido por 2 linhas em branco
- Discussão: padrão, negrito (1 parágrafo), seguido por 1 linha em branco
- Agradecimentos: padrão, negrito, seguido de 1 linha em branco
- Financiamento: padrão, negrito, seguido por 1 linha em branco
- Declaração de divulgação: padrão, negrito, seguido por 2 linhas em branco
- Referências: padrão, negrito
- Recuo de texto suspenso seguido por quebra de página
- Tabelas: cada tabela seguida por quebra de página
- Legendas das figuras: seguidas de quebra de página

Referências bibliográfica seguem as diretrizes de National Library of Medicine

disponíveis em: https://www.tandf.co.uk//journals/authors/style/reference/tf_C.pdf

1 **História natural da lagarta semiaquática *Paracles klagesi* (Rothschild) (Lepidoptera,**
2 **Erebidae, Arctiinae): revelando sua fenologia**

3 **De-Freitas, I.^{1,2}*, Queiroga, D.^{3,4}, Stefani, V.²**

4

5 1. Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.

6 2. Laboratório de História Natural e Reprodutiva de Artrópodes (LHINRA), Uberlândia, MG Brasil.

7 3. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.

8 4. Laboratório de Ecologia Comportamental e de Interações (LECI), Uberlândia, MG, Brasil.

9 *Autor correspondente Iasmim Pereira de Freitas, e-mail: iasmimpf@gmail.com

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21 **História natural da lagarta semiaquática *Paracles klagesi* (Rothschild) (Lepidoptera,**
22 **Erebidae, Arctiinae): revelando sua fenologia**

23

24 **Resumo**

25

26

27 Investigamos a fenologia e a flutuação populacional anual de larvas de *P.*
28 *klagesi* uma mariposa semiaquática do Cerrado. Correlacionamos sua ocorrência com
29 fatores abióticos e delimitamos também, aspectos de sua história natural. Todas as
30 fenofases de *P. klagesi* estão presentes durante o ano, tendo algumas, o pico bem
31 definido. A variável precipitação foi correlacionada negativamente com a abundância
32 das larvas, sendo esta uma resposta imediata, já as pupas, foram negativamente
33 correlacionadas com a temperatura, sendo esta resposta tardia. Demonstramos como
34 essa espécie singular da fauna brasileira pode estar ameaçada pelas mudanças
35 climáticas do planeta, e como nosso estudo é um precursor para fornecer novas
36 informações sobre a biologia dos lepidópteros semiaquáticos.

37

38 **Palavras-chave:** Flutuação populacional, biologia, sazonalidade, entomologia, ecologia.

39

40 **Introdução**

41

42 Estudos de história natural são fontes importantes de informações que
43 contemplam aspectos de variações de abundância, tamanho de indivíduos ao longo da
44 vida, tipos de recursos explorados e como esses fatores estão associados a variações
45 ambientais (Kohler 2002). Uma variação ambiental importante a ser investigada é a
46 variação climática que pode influenciar na disponibilidade do recurso (Rossa-Feres et
47 al. 2000), afetando o tempo de desenvolvimento do indivíduo (Vlijm and Kessler-
48 Geschiere 1967) e as atividades de forrageamento (Messas et al. 2017; Seress et al.
49 2018) (Crouch and Lubin 2000). Assim, estudos envolvendo história natural devem
50 investigar variações sazonais para entender como essas populações são afetadas ao
51 longo do tempo. Esse ajuste temporal entre os diferentes estágios do ciclo de vida das
52 espécies, sendo regulada principalmente pela temperatura e a precipitação é o
53 objeto do estudo da fenologia (Forrest and Miller-Rushing 2010). Na sua forma mais
54 singular, a fenologia é apenas a dimensão climática *versus* biológica da história natural.
55 Para Lepidópteros, o termo fenologia é usado para fornecer informações como: ciclo
56 de vida dos indivíduos (Harinath et al. 2016), como os indivíduos são afetados por
57 variações ambientais (Roy and Sparks 2000), variação de período de desenvolvimento
58 (Despland 2018).

59 A ordem Lepidoptera abrange as borboletas e mariposas, sendo uma das mais
60 conhecidas no mundo, possuem extraordinária exuberância, diversidade e
61 importância, tanto econômica quanto ecológica (Emmel and Scoble 1994). Possui cerca
62 de 157.578 espécies descritas em todo o mundo (Zhang 2011). Arctiinae é uma das
63 subfamílias que compõe a família de mariposas Erebidae (Lafontaine and Schmidt

64 2010; Zahiri et al. 2011), possui 11.000 espécies descritas (Jacobson and Weller 2002),
65 sendo 2.000 representantes estimados para o Brasil (Brown Jr and Freitas 1999) e
66 deste, 723 apenas para o bioma Cerrado (Savana Brasileira) (Ferro and Diniz 2007). O
67 gênero *Paracles* Walker, 1855 é um curioso representante da família Erebididae, pois
68 possuem representantes que se adaptaram em ambientes aquáticos (e.g. Bentancur-
69 Viglione 2018; De-Freitas et al. 2019; Drechsel 2014; Ferro and Diniz 2007).

70 O Brasil possui duas espécies de lepidópteros aquáticos pertencente ao gênero
71 *Paracles* (*P. laboulbeni* Bar, 1873 e *P. klagesi* Rothschild, 1910). Para a espécie *P.*
72 *laboulbeni*, que teve aspectos de sua biologia descritos por Adis 1983. Assim como *P.*
73 *klagesi* (Fig.1) que teve sua primeira ocorrência relatada no estado do Maranhão,
74 43°01'52.2"W, 05°03'03.3"S (Meneses et al. 2013), também foi observada em lagos de
75 Vereda no Cerrado próximo da cidade de Uberlândia (Observação pessoal 2016)
76 (Estado de Minas Gerais, 48°14'02"W, 18°54'52"S).



77 **Fig.1:** A - Foto de larva de *Paracles klagesi* em laboratório; B - Foto da pupa de *P. klagesi* em
78 ambiente natural.

79

80

81 Em estudos realizados com larvas de lepidópteros no Cerrado, mostraram que
82 durante a estação seca existem várias espécies de plantas com suas folhas maduras
83 fornecendo recursos valiosos durante esse período de escassez (Ribeiro and Walter
84 2008). Sendo assim, a abundância larval tende a diminuir durante a estação chuvosa
85 (Morais et al. 1999). Em contrapartida no início das primeiras chuvas, as formas
86 adultas emergem se beneficiado com aumento de recursos alimentares para sua fase
87 adulta (Oliveira and Frizzas 2008). Esse padrão fenológico também foi observado para
88 os insetos aquáticos presentes em ambientes lóticos (Bispo et al. 2001, 2006; Bispo
89 and Oliveira 1998; Righi-Cavallaro et al. 2010), uma vez que, na estação chuvosa,
90 formas larvais não possuem adaptações morfológicas para resistir a força da água e
91 aos distúrbios causados pela chuva (Bispo et al. 2001; Bispo and Oliveira 1998).

92 Estudos de flutuação temporal sobre lepidópteros aquáticos são escassos (*e.g.*
93 Li et al. 2017). Normalmente, lepidópteros aquáticos estão inseridos como objeto de
94 pesquisa em estudos aquáticos gerais e em comparação as principais ordens com
95 imaturos aquáticos (*e.g.* Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera) (Sonoda
96 2010). Nesse contexto, conhecer a fenologia e aspectos da flutuação populacional
97 desses organismos é de grande importância para conhecer o seu papel no ambiente
98 em que vivem (Del-Claro et al. 2013).

99 Dessa forma, o presente estudo possui o objetivo de investigar a fenologia e a
100 flutuação populacional anual de larvas de *Paracles klagesi* em um riacho do Cerrado.
101 Nossa hipótese é que *P. klagesi* estará presente durante todo o ano, entretanto, com
102 uma abundância menor nos períodos mais chuvosos do ano, corroborando com os

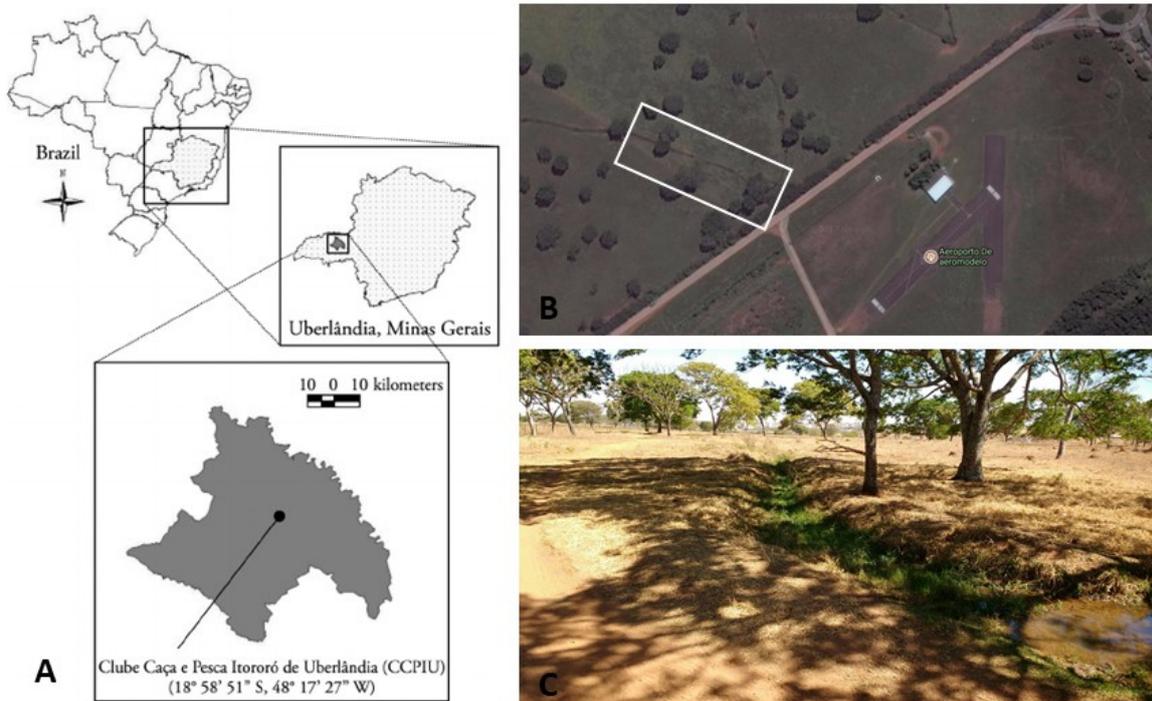
103 estudos de realizados com lepidópteros terrestres no Cerrado (Diniz et al. 2012;
104 Morais et al. 1999; Oliveira and Frizzas 2008; Sousa-Lopes et al. 2016).

105

106 **MATERIAIS E MÉTODOS**

107 ***Área de estudo***

108 As coletas foram realizadas em um riacho lótico perene, localizado em um
109 pasto, ao lado da reserva do Clube Caça e Pesca Itororó Uberlândia (CCPIU) no estado
110 de Minas Gerais, região sudeste do Brasil (18°58'43"S 48°17'49"W) (Fig.2 A e B). O
111 pasto é predominantemente composto de gramíneas, principalmente *Brachiaria* sp.
112 com algumas árvores de até 3,5 metros que ocorrem isoladamente (Fig. 2 D). Segundo
113 Köppen (1936), o clima da região é tropical do tipo Aw (tropical úmido savânico),
114 possuindo duas estações bem delimitadas, sendo uma delas quente e chuvosa e outra
115 quente e seca. A estação quente e chuvosa perdura nos meses de outubro a abril,
116 chegando a concentrar 75% da pluviosidade anual da região, já a quente e seca é
117 vigente nos meses de maio a setembro.



118 **Fig.2:** Representação do local de coleta. A- mapa, ressaltando o clube caça e
 119 pesca Itororó de Uberlândia vista área do riacho destacando o local de coleta (Pinese
 120 et al. 2015) ; B- Imagem Google Maps demarcando o local de coleta; C-foto do local de
 121 coleta, destacando o bioma cerrado.

122

123

124 ***Flutuação Temporal de Paracles klagesi***

125 Para investigar a abundância das larvas de *P. klagesi*, foram realizadas duas
126 capturas por mês entre os meses de agosto de 2017 e julho de 2018, totalizando 24
127 coletas. Foram demarcados 15 transectos de um metro, espaçados dois metros entre
128 si ao longo do riacho. Para encontrar a presença das larvas no ambiente estudado cada
129 transecto passava por dois processos de inspeção: 1) procura visual - na lâmina d'água
130 e presença das mesmas por entre a vegetação; 2) procura manual - que consistiu em
131 entrar no riacho e fixar um puçá de água (com entrenós de 5mm e aro de 60 cm) e
132 realização da agitação das macrófitas com a rede de aquário (com entrenós de 5mm e
133 aro de 60 cm). O objetivo dessa técnica é fazer com que os indivíduos presos ou que
134 estão se alimentando nas plantas, se soltem e sejam levados pela corrente em direção
135 ao puçá possibilitando sua coleta.

136 Quando localizadas pela procura visual e/ou manual as larvas foram coletadas e
137 colocadas em potes plásticos transparentes de 500ml, com água do próprio riacho,
138 com o auxílio de um paquímetro foi medido o comprimento total em milímetros
139 (cápsula cefálica+ corpo). Após as mensurações cada larva foi solta em seus
140 respectivos transectos de captura. Foram realizadas médias mensais com os dados
141 pluviométricos (mm), dados de temperatura atmosférica (°C) foram cedidos pelo
142 Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

143

144 ***Fenologia de Paracles klagesi***

145 A fenologia da população foi determinada a partir dos dados do comprimento
146 larval total (capsula cefálica + corpo) e foram utilizados para determinar classes de

147 tamanho. Medidas da capsula cefálica das larvas não foram utilizadas pela dificuldade
148 de quantificação, pois as larvas coletadas se movimentavam impossibilitando as
149 medidas, como as mesmas eram devolvidas ao seu ambiente natural, não tínhamos
150 disponível suas exúvias. Cada classe de tamanho tem como objetivo de representar
151 intervalos de desenvolvimento devido à dificuldade de determinar os instares. Nesse
152 sentido, foram determinadas quatro classes de tamanho: Classe I= ≤ 20 mm; Classe II=
153 21-40 mm; Classe III= 41-60 mm; Classe IV= ≥ 61 mm estabelecidas *à posteriori* a partir
154 da amplitude de comprimento encontrada na população.

155

156 ***Análises estatísticas***

157 Utilizamos as classes de tamanho para simular as fenofases de *P. klagesi* e
158 testamos seu padrão através de uma análise circular com o teste de Rayleigh
159 (Morellato et al. 2010) - para determinar se houve picos de larvas de diferentes classes
160 de tamanho ao longo do tempo. Para isso, a abundância de cada uma das classes de
161 tamanho foi anotada por coleta e relacionada ao mês de captura. Nesse gráfico
162 circular cada mês corresponde a um ângulo de 30°, e o vetor médio aponta para a
163 direção (mês) onde os dados estão possivelmente mais concentrados. O comprimento
164 do vetor médio revela a magnitude da concentração (variando de 0 a 1) (Villanueva-
165 Bonilla and Vasconcellos-Neto 2016). As análises foram realizadas utilizando o
166 software Oriana (v. 4.0.2).

167 A influência da precipitação e da temperatura atmosférica sobre a flutuação
168 temporal das larvas de *P. klagesi* foi analisada pelo teste de correlação de Pearson,
169 conjuntamente com uma análise de defasagem temporal (*Time-lag*) (Lund 2007), no
170 software Rstudio (v. 3.5.2). Foi testada a correlação entre a temperatura e precipitação

171 com a abundância populacional de cada classe de tamanho. Foram realizadas quatro
172 análises levando em conta diferentes tempos de resposta da abundância à alteração
173 na temperatura atmosférica e pluviosidade: tempo zero (0); tempo de resposta de um
174 mês (1); dois meses (2); e após três meses (3).

175

176 **Resultados**

177 ***Flutuação Temporal de *Paracles klagesi****

178 Foram capturados ao todo 181 indivíduos, sendo 162 larvas e 19 pupas.
179 Estatisticamente há uma clara tendência no aumento de número de larvas de *P.*
180 *klagesi* durante a estação seca e aumento dos números de pupas no final da estação
181 seca nos meses de (agosto e setembro), e no início da estação chuvosa (outubro) (Fig.3
182 e 4). A correlação de Person com *defasagem de resposta* (time-lag) mostrou
183 correlação negativa entre abundância de larvas e precipitação para o tempo presente
184 (0) ($r = -0,796$; $p = 0,001$; $df = 10$), e para pupas e temperatura com intervalo de resposta
185 de três meses (3) ($r = -0,7849$; $p = >0,001$; $df = 10$) (Tabela 1). Desse modo, as variáveis
186 abióticas são inversamente proporcionais a abundância das larvas e pupas de *P.*
187 *klagesi*, pois os mesmos, exibem durante a estação chuvosa a diminuição do número
188 dos seus indivíduos. O teste de Rayleigh demonstrou o pico de abundância desses
189 indivíduos em julho ($r = -0,341$; $p = 0,0001$) (Fig.4 A)

190

191

192

193 **Tabela 1:** Análise estatística correlação de Person entre as variáveis da abundância de lagarta

194 *Paracles klagesi* (agosto de 2017 a julho de 2018) e fator ambiental (precipitação e

195 temperatura atmosférica). Tempo de resposta: (0) presente, (1), (2) e (3) mês de atraso.

Time-lag		Temperatura		Precipitação	
		R	p	r	p
Larvas	0	-0,329	0,295	-0,796	0,001*
	1	-0,242	0,448	-0,553	0,061
	2	-0,151	0,638	-0,195	0,543
	3	-0,206	0,519	0,272	0,391
Pupas	0	-0,500	0,097	-0,194	0,545
	1	0,156	0,627	-0,561	0,057
	2	-0,497	0,099	-0,480	0,114
	3	-0,849	0,001*	-0,438	0,154

196

197 * = $p < 0.0001$

198



199

200 **Fig.3:** Abundância relativa dos estágios de desenvolvimento de *P. klagesi* em relação à média
 201 da temperatura atmosférica e precipitação mensal. Abundância total de indivíduos coletados
 202 no campo separados por larvas e pupas em relação aos dados abióticos observados no campo
 203 média da temperatura mensal e média da precipitação mensal.

204

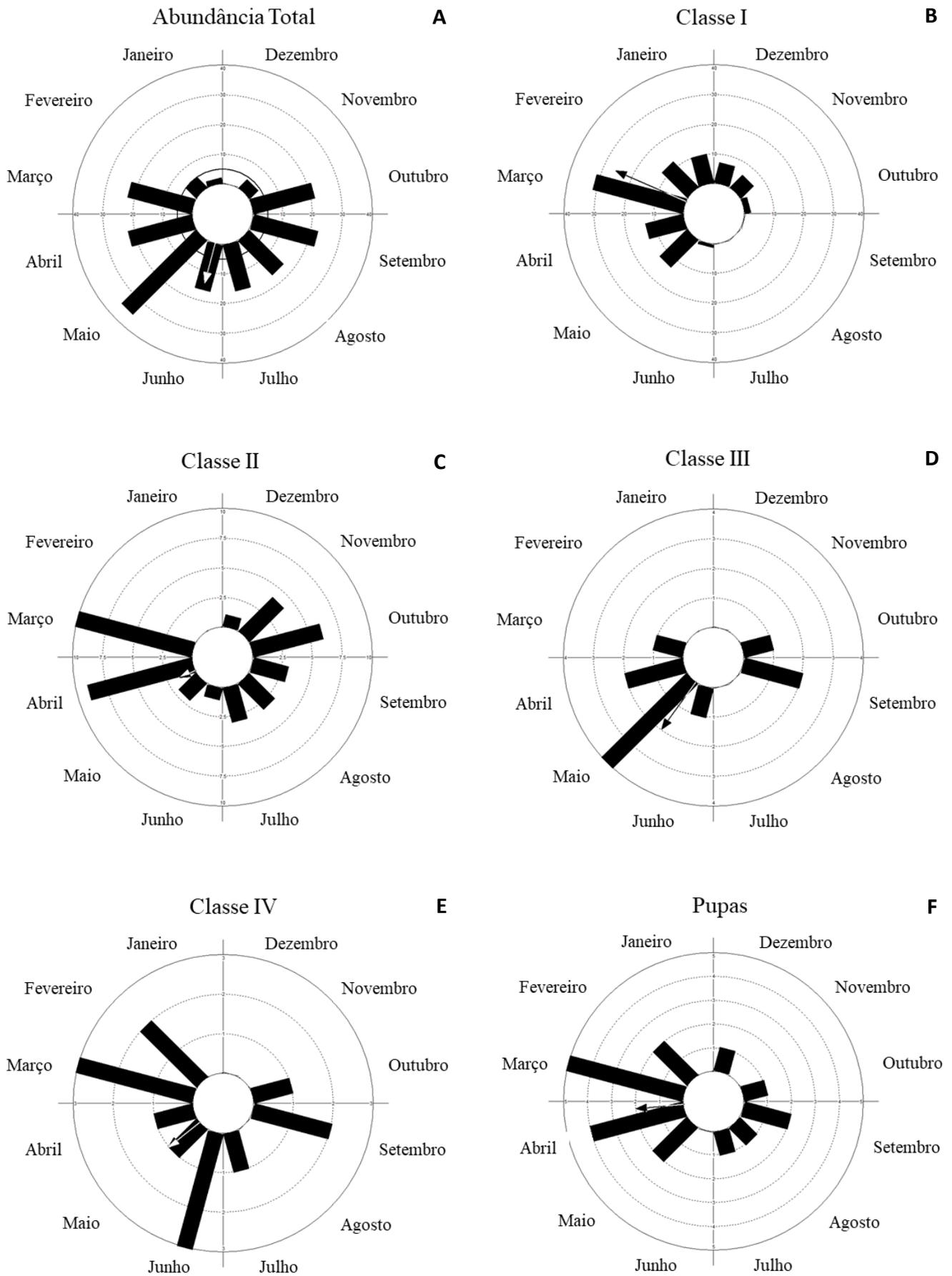
205 ***Fenologia de Paracles klagesi***

206 O teste de Rayleigh foi significativo para as Classes I, III e Pupas, indicando um
 207 pico de abundância para cada uma das fenofases (Fig. 4 B, D e F). Essas fenofases
 208 demonstraram picos de abundância bem definidos (comprimento do vetor r maior),
 209 sendo eles: Classe I tem seu pico no mês de outubro ($r= 0.640$); a Classe III no mês de
 210 agosto ($r= 0.448$); a Pupa no mês de setembro ($r= 0.396$) (Tabela 2) (Fig. 4 B, C e F;
 211 Tabela 2). Para a Classe II e Classe IV, os picos de abundância foram em setembro e
 212 agosto respectivamente, não houve significância para essas duas classes (Fig. 4 C e E;
 213 Tabela 2).

214

215 **Tabela 2:** Análise circular das fenofases de *Paracles klagesi*.

	Fenofases				
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Pupas
Número de registros	95	42	11	14	19
Média do vetor (μ)	293.705°	244.334°	215.601°	231.206°	264.541°
Mês	Outubro	Setembro	Agosto	Agosto	Setembro
Média do vetor (r)	0.640	0.143	0.488	0.334	0.396
Intervalo de confiança	282.606°	159.001°	165.874°	158.324°	220.407°
de 95% para μ	304.805°	329.666°	280.949°	304.088°	308.676°
Teste Rayleigh (z)	38.916	0.857	2.616	1.563	2.975
Teste Rayleigh (p)	< 1E-12	0.427	0.07	0.212	0.049



216 **Fig. 4:** Análise circular da variação anual das fenofases das larvas de *Paracles klagesi*. Seta
 217 indica o ângulo médio ou a direção dos dados.

219 Foi encontrado a presença das larvas de *P. klagesi* ao longo de quase todos os
220 meses estudados, entretanto as larvas apresentaram uma abundância menor nos
221 períodos mais chuvosos do ano confirmando nossa hipótese. Nossos resultados estão
222 em concordância com o padrão de maior abundância das larvas na estação seca
223 encontrado para lepidópteros (mariposas) terrestres no Cerrado (Diniz et al. 2012;
224 Morais et al. 1999; de Sousa-Lopes et al. 2016). A diminuição das larvas na estação
225 chuvosa, período de tempo onde o Cerrado possui maior disponibilidade de recursos
226 florais (*e.g.* néctar) (Borges and Prado 2014), pode indicar a presença de indivíduos na
227 fase adulta no ambiente natural, ou seja, período reprodutivo. Isso é corroborado pela
228 análise circular das fenofases, quando observamos ao final do período seco há um pico
229 de abundância para as Pupas. Entretanto, existe a presença de indivíduos na fase larval
230 em quase todo o ano, indicando que *P. klagesi* se reproduz em diferentes épocas do
231 ano, sendo assim, considerada uma espécie polivoltina.

232 As larvas semiaquáticas de *P. klagesi* exibem um padrão diferente dos demais
233 insetos aquáticos, os quais, apresentam uma íntima correlação com a temperatura
234 (Oliveira et al. 1997; Sweeney 1984; Sweeney et al. 1992; Ward and Stanford 1982).
235 Em nossos resultados não houve relação significativa da temperatura para a ocorrência
236 das larvas de *P. klagesi*. Essa relação dos insetos aquáticos com a temperatura é
237 explicada, pois a temperatura dificulta a dissolução de gases como o oxigênio na água,
238 prejudicando sua respiração (Maier 2018). Dessa maneira, podemos afirmar que *P.*
239 *klagesi*, por ser uma espécie semiaquática e por apresentar respiração traqueal (Mey
240 and Speidel 2008; Meneses et al. 2013), não é diretamente relacionada com a
241 quantidade de O₂ dissolvido na água. Sendo assim, altas temperaturas podem ter

242 impacto negativo para *P. klagesi*, uma vez que os impossibilita de chegar a fase adulta.
243 Enquanto o tempo de resposta de 3 meses para a relação larvas e temperatura, pode
244 ser explicado pelo tempo de desenvolvimento da fase de pupa até essa fase adulta de
245 seu ciclo de vida.

246 Diversos estudos já corroboram a influência de variáveis climáticas sobre a
247 fenologia de diversas espécies, principalmente os insetos (Parmesan et al. 1999;
248 eñuelas et al. 2002; Hallmann et al. 2017; Vilela et al. 2018; P Sánchez-Bayo and
249 Wyckhuys 2019). O Cerrado sofre há muito tempo frequentes ações antrópicas (*e.g.*
250 desmatamento, queimadas, uso indevido do solo), as quais estão diretamente
251 relacionadas com a diminuição da biodiversidade (ICMBIO n.d.) e distúrbios climáticos
252 (*e.g.* mudanças na temperatura e precipitação) (IPCC). Atualmente a precipitação
253 média para o período chuvoso no Cerrado está entre 1000 mm a 1400 mm (Bombardi
254 & Carvalho, 2008), no entanto, por razões antrópicas a situação climática mundial está
255 mudando, tais mudanças também poderão afetar ambientes como riachos e córregos
256 (Meyer et al. 1999; Mustonen et al. 2018; Patrick et al. 2019). Previsões para 2040
257 acerca dessas mudanças para o Cerrado indicam que não apenas a temperatura irá
258 subir pela maior concentração de CO₂ na atmosfera, mas também que a precipitação
259 irá aumentar significativamente, aproximadamente 80 mm durante a estação chuvosa
260 (Bombardi and Carvalho 2008). Implicações que podem afetar diretamente a espécie,
261 tendo isto em vista, mais estudos que descrevam a história natural, dieta e
262 comportamento de *P. Klagesi* são necessários para saber como esta espécie de
263 mariposa poderá responder a estas mudanças.

264 **Conclusão**

265 *P. klagesi* ainda faz parte de uma fauna pouco estudada entre os lepidópteros.
266 Esta mariposa semiaquática é endêmica da savana que possui maior biodiversidade do
267 planeta, mas que se encontra gravemente ameaçada por ação antrópica. Este estudo,
268 corrobora que *P. klagesi* pode ser suscetível a distúrbios no ambiente, como as
269 mudanças climáticas que o planeta vem sofrendo. Diante dos dados aqui obtidos, é de
270 extrema importância entender como *P. klagesi* responde a mudanças ambientais, uma
271 vez que o cerrado tem sido diretamente e constantemente impactado por ações
272 antrópicas, e mudanças climáticas globais.

273

274 **Agradecimentos**

275 Ao Fernando Ancco Valdivia e Matheus Vinicius pela companhia e auxílio no
276 campo.

277 **Financiamento**

278 Financiando pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
279 Tecnológico).

280 **Referências Bibliográficas**

281 Adis, Joachim. 1983. "Eco-Entomological Observations from the Amazon. IV.
282 Occurrence and Feeding Habits of the Aquatic Caterpillar *Palustra Laboulbeni* Bar,
283 1873 (Arctiidae: Lepidoptera) in the Vicinity of Manaus, Brazil." *Acta Amazonica*
284 13(1): 31–36.

285 Bentancur-Viglione, Enrique Morelli; Andrea Diez; Gabriela. 2018. "DESCRIPCIÓN DE LA
286 LARVA DE *PARACLES AZOLLAE* (BERG, 1877) (LEPIDOPTERA: EREBIIDAE)." *Boletín*

- 287 *de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 27(2).
- 288 Bispo, P. C., L. G. Oliveira, L. M. Bini, and K. G. Sousa. 2006. "Ephemeroptera,
289 Plecoptera and Trichoptera Assemblages from Riffles in Mountain Streams of
290 Central Brazil: Environmental Factors Influencing the Distribution and Abundance
291 of Immatures." *Brazilian Journal of Biology*.
- 292 Bispo, P C, and L G Oliveira. 1998. "Distribuição Espacial de Insetos Aquáticos
293 (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) Em Córregos de Cerrado Do Parque
294 Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás." *Oecologia Brasiliensis*.
- 295 Bispo, P C, L G Oliveira, V. L. Crisci, and M. M. Silva. 2001. "A Pluviosidade Como Fator
296 de Alteração Da Entomofauna Ventônica (Ephemeroptera, Plecoptera e
297 Trichoptera) Em Córregos Do Planalto Central Do Brasil." *Acta Limnologica*
298 *Brasiliensia* 13(2): 1–9.
- 299 Bombardi, Rodrigo José, and Leila Maria Véspoli Carvalho. 2008. "Variability of the
300 Monsoon Regime over the Brazilian Savanna: The Present Climate and Projections
301 for a 2xCO₂ Scenario Using the MIROC Model." *Revista Brasileira de*
302 *Meteorologia*.
- 303 Borges, Mariana Prado, and Carlos Henrique Britto de Assis Prado. 2014.
304 "Relationships between Leaf Deciduousness and Flowering Traits of Woody
305 Species in the Brazilian Neotropical Savanna." *Flora: Morphology, Distribution,*
306 *Functional Ecology of Plants* 209(1): 73–80.
- 307 Brown Jr, K S, and A V L Freitas. 1999. "Lepidoptera." *Biodiversidade do Estado de São*
308 *Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX* 5: 225–43.

- 309 Crouch, T E, and Y Lubin. 2000. "Effects of Climate and Prey Availability on Foraging in
310 a Social Spider, *Stegodyphus Mimosarum* (Araneae, Eresidae)." *The Journal of*
311 *Arachnology* 28(2): 158–69.
- 312 De-Freitas, Iasmim, Julia De Agostini, and Vanessa Stefani. 2019. "The Aquatic
313 Lepidopterans: A Mysterious and Unknown Fauna." In *Aquatic Insects*, Springer
314 International Publishing, 341–47.
- 315 Del-Claro, Kleber et al. 2013. "The Importance of Natural History Studies for a Better
316 Comprehension of Animal-Plant Interaction Networks." *Bioscience Journal*.
- 317 Despland, Emma. 2018. "Effects of Phenological Synchronization on Caterpillar Early-
318 Instar Survival under a Changing Climate1." *Canadian Journal of Forest Research*
319 48(3): 247–54.
- 320 Diniz, Ivone R. et al. 2012. "Shelter-Building Caterpillars in the Cerrado: Seasonal
321 Variation in Relative Abundance, Parasitism, and the Influence of Extra-Floral
322 Nectaries." *Arthropod-Plant Interactions* 6(4): 583–89.
- 323 Drechsel, S. 2014. "PARAGUAY BIODIVERSITY Aquatic Habit of Larval Instars of *Paracles*
324 *Palustris* (Joergensen , 1935) (Lepidoptera : Erebiidae : Arctiinae)." *Paraguay*
325 *Biodiversidad* 1(18): 89–94.
- 326 Emmel, Thomas C., and N. J. Scoble. 1994. "The Lepidoptera. Form, Function and
327 Diversity." *The Florida Entomologist*.
- 328 Ferro, Viviane G., and Ivone R. Diniz. 2007. "Composição de Espécies de Arctiidae
329 (Insecta, Lepidoptera) Em Áreas de Cerrado." *Revista Brasileira de Zoologia*.
- 330 Forrest, Jessica, and Abraham J Miller-Rushing. 2010. "Toward a Synthetic

331 Understanding of the Role of Phenology in Ecology and Evolution.”

332 Hallmann, Caspar A. et al. 2017. “More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total
333 Flying Insect Biomass in Protected Areas.” *PLoS ONE* 12(10).

334 Harinath, P, K Suryanarayana, B Sreekanth, and S P Venkata Ramana. 2016. “Life
335 History, Phenology, Host Plant Selection and Utilization in the Lemon Pancy
336 *Junonia Lemonias* in the Eastern Ghats of Southern Andhra Pradesh.”

337 ICMBIO. “ICMBIO - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação Da Biodiversidade Do
338 Cerrado e Caatinga - Biodiversidade.”
339 <http://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/ameacas.html>
340 (October 6, 2019).

341 Jacobson, Nancy L. (Nancy Louise), and Susan J. Weller. 2002. *A Cladistic Study of the*
342 *Arctiidae (Lepidoptera) Using Characters of Immatures and Adults*. Entomological
343 Society of America. [https://www.nhbs.com/a-cladistic-study-of-the-arctiidae-](https://www.nhbs.com/a-cladistic-study-of-the-arctiidae-lepidoptera-by-using-characters-of-immatures-and-adults-book)
344 *lepidoptera-by-using-characters-of-immatures-and-adults-book* (October 15,
345 2019).

346 Kohler, Robert E. 2002. *Landscapes and Labscapes: Exploring the Lab-Field Border in*
347 *Biology*. University of Chicago Press.

348 Köppen, W. 1936. “Das Geographische System Der Klimate.” *Handbuch der*
349 *Klimatologie* (c): 7–30.

350 Lafontaine, J. Donald, and B. Christian Schmidt. 2010. “Annotated Check List of the
351 Noctuoidea (Insecta, Lepidoptera) of North America North of Mexico.” *ZooKeys*.

352 Li, Ni et al. 2017. “Seasonal Dynamics and Spatial Distribution Pattern of *Parapoynx*

353 Crisonalis (Lepidoptera: Crambidae) on Water Chestnuts” ed. Yulin Gao. *PLoS ONE*
354 12(9): e0184149. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0184149> (December
355 13, 2019).

356 Lund, Robert. 2007. “Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples.”
357 *Journal of the American Statistical Association* 102(479): 1079–1079.
358 [https://books.google.com.br/books?hl=pt-](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sfFdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=time+lag+analysis&ots=ItEHv3pKwv&sig=Ful_59GGZUMDeKTErQhA7uMEKQ8#v=onepage&q=time%20lag%20analysis&f=false)
359 [BR&lr=&id=sfFdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=time+lag+analysis&ots=ItEHv3p](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sfFdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=time+lag+analysis&ots=ItEHv3pKwv&sig=Ful_59GGZUMDeKTErQhA7uMEKQ8#v=onepage&q=time%20lag%20analysis&f=false)
360 [Kwv&sig=Ful_59GGZUMDeKTErQhA7uMEKQ8#v=onepage&q=time lag](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sfFdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=time+lag+analysis&ots=ItEHv3pKwv&sig=Ful_59GGZUMDeKTErQhA7uMEKQ8#v=onepage&q=time%20lag%20analysis&f=false)
361 [analysis&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=sfFdDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=time+lag+analysis&ots=ItEHv3pKwv&sig=Ful_59GGZUMDeKTErQhA7uMEKQ8#v=onepage&q=time%20lag%20analysis&f=false) (August 28, 2019).

362 Maier, M H. 2018. “Considerações Sobre Características Limnológicas de Ambientes
363 Lóticos.” *Boletim do Instituto de Pesca* 5(5 (1-2)): 75–90.

364 Meneses, Aurélio R., Marcus Vinícius O. Bevilaqua, Neusa Hamada, and Ranyse B.
365 Querino. 2013. “The Aquatic Habit and Host Plants of *Paracles Klagesi* (Rothschild)
366 (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae) in Brazil.” *Revista Brasileira de Entomologia*.

367 Messas, Yuri Fanchini, Herbert Silva Souza, Marcelo O Gonzaga, and Joao Vasconcellos-
368 Neto. 2017. “Population Dynamics of the Bark-Dwelling Spider *Eustala Perfida*
369 Mello-Leitão, 1947 (Araneidae).” *Journal of Natural History* 51(45–46): 2661–79.
370 <http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=tnah20>
371 (August 28, 2019).

372 Mey, Wolfram, and Wolfgang Speidel. 2008. “Global Diversity of Butterflies
373 (Lepidoptera) in Freshwater.” *Hydrobiologia*.

374 Meyer, Judy L., Michael J. Sale, Patrick J. Mulholland, and N. LeRoy Poff. 1999.

375 "IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON AQUATIC ECOSYSTEM FUNCTIONING AND
376 HEALTH." *Journal of the American Water Resources Association*.

377 Morais, Helena C., Ivone R. Diniz, and Delano M S Silva. 1999. "Caterpillar Seasonality
378 in a Central Brazilian Cerrado." *Revista de Biologia Tropical*.

379 Morellato, L Patricia C, L F Alberti, and Irene L Hudson. 2010. "Applications of Circular
380 Statistics in Plant Phenology: A Case Studies Approach." In *Phenological Research*,
381 Springer, 339–59.

382 Mustonen, Kaisa Riikka et al. 2018. "Thermal and Hydrologic Responses to Climate
383 Change Predict Marked Alterations in Boreal Stream Invertebrate Assemblages."
384 *Global Change Biology* 24(6): 2434–46.

385 OLIVEIRA, C. M. de; FRIZZAS, M. R. 2008. "Insetos de Cerrado: Distribuição Estacional e
386 Abundância. - Portal Embrapa." *Embrapa Cerrados*.
387 [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/571883/insetos-de-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/571883/insetos-de-cerrado-distribuicao-estacional-e-abundancia)
388 [cerrado-distribuicao-estacional-e-abundancia](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/571883/insetos-de-cerrado-distribuicao-estacional-e-abundancia) (August 28, 2019).

389 Oliveira, Leandro Gonçalves, Pitágoras da Conceição Bispo, and Nívia Custódio de Sá.
390 1997. "Ecologia de Comunidades de Insetos Bentônicos (Ephemeroptera,
391 Plecoptera e Trichoptera), Em Córregos Do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás,
392 Brasil."

393 Parmesan, Camille et al. 1999. "Poleward Shifts in Geographical Ranges of Butterfly
394 Species Associated with Regional Warming." *Nature* 399(6736): 579–83.

395 Patrick, C. J. et al. 2019. "Precipitation and Temperature Drive Continental-Scale
396 Patterns in Stream Invertebrate Production." *Science Advances* 5(4).

- 397 Peñuelas, Josep, Iolanda Filella, and Pere Comas. 2002. "Changed Plant and Animal Life
398 Cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean Region." *Global Change Biology*
399 8(6): 531–44.
- 400 Pinese, Olívia Penatti, José Fernando Pinese, and Kleber Del Claro. 2015. "Estrutura e
401 Biodiversidade de Comunidades Zooplancônicas Em Habitats de Água Doce de
402 Uma Região de Vereda, Minas Gerais, Brasil." *Acta Limnologica Brasiliensia* 27(3):
403 275–88.
- 404 Ribeiro, J F, and Bruno M. T. Walter. 2008. "As Principais Fitofisionomias Do Bioma
405 Cerrado." In *Cerrado: Ecologia e Flora*,.
- 406 Righi-Cavallaro, Karina Ocampo, Kennedy Francis Roche, Otávio Froehlich, and Marcel
407 Rodrigo Cavallaro. 2010. "Structure of Macroinvertebrate Communities in Riffles
408 of a Neotropical Karst Stream in the Wet and Dry Seasons." *Acta Limnologica*
409 *Brasiliensia*.
- 410 Rossa-Feres, D de C, G Q Romero, E Gonçalves-de-Freitas, and R J F Feres. 2000.
411 "Reproductive Behavior and Seasonal Occurrence of *Psecas Viridipurpureus*
412 (*Salticidae, Araneae*)." *Revista brasileira de biologia* 60(2): 221–28.
- 413 Roy, D. B., and T. H. Sparks. 2000. "Phenology of British Butterflies and Climate
414 Change." *Global Change Biology* 6(4): 407–16.
- 415 Sánchez-Bayo, Francisco, and Kris A.G. Wyckhuys. 2019. "Worldwide Decline of the
416 Entomofauna: A Review of Its Drivers." *Biological Conservation* 232: 8–27.
417 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020> (October 6, 2019).
- 418 Seress, Gábor et al. 2018. "Impact of Urbanization on Abundance and Phenology of

419 Caterpillars and Consequences for Breeding in an Insectivorous Bird.” *Ecological*
420 *Applications* 28(5): 1143–56.

421 Sonoda, Kathia Cristhina. 2010. “Variação Temporal Da Fauna de Insetos Aquáticos Do
422 Córrego Sarandi, DF.” *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 291.
423 <http://www.cpac.embrapa.br> (August 28, 2019).

424 de Sousa-Lopes, Bruno, Alexandra Bächtold, and Kleber Del-Claro. 2016. “Biology,
425 Natural History and Temporal Fluctuation of the Geometrid *Oospila Pallidaria*
426 Associated with Host Plant Phenology.” *Studies on Neotropical Fauna and*
427 *Environment* 51(2): 135–43.

428 Sweeney, Bernard W., John K. Jackson, J. Denis Newbold, and David H. Funk. 1992.
429 “Climate Change and the Life Histories and Biogeography of Aquatic Insects in
430 Eastern North America.” In *Global Climate Change and Freshwater Ecosystems*,
431 Springer New York, 143–76.

432 Sweeney, Bernard W. 1984. “Factors Influencing Life-History Patterns of Aquatic
433 Insects.” *The ecology of aquatic insects*.

434 Vilela, Andréa Andrade, Vergilio Torezan Silingardi Del Claro, Helena Maura Torezan-
435 Silingardi, and Kleber Del-Claro. 2018. “Climate Changes Affecting Biotic
436 Interactions, Phenology, and Reproductive Success in a Savanna Community over
437 a 10-Year Period.” *Arthropod-Plant Interactions* 12(2): 215–27.

438 Villanueva-Bonilla, German Antonio, and João Vasconcellos-Neto. 2016. “Population
439 Dynamics and Phenology of the Wall Crab Spider *Selenops Cocheleti* Simon, 1880
440 (Araneae: Selenopidae) in Southeastern Brazil.” *Studies on Neotropical Fauna and*

441 *Environment* 51(3): 215–30.

442 Vlijm, L, and Annette M Kessler-Geschiere. 1967. "The Phenology and Habitat of
443 *Pardosa Monticola*, *P. Nigriceps* and *P. Pullata* (Araneae, Lycosidae)." *The Journal*
444 *of Animal Ecology*: 31–56.

445 Ward, J V, and J A Stanford. 1982. "Thermal Responses in the Evolutionary Ecology of
446 Aquatic Insects." *Annual Review of Entomology*.

447 Zahiri, Reza et al. 2011. "A New Molecular Phylogeny Offers Hope for a Stable Family
448 Level Classification of the Noctuoidea (Lepidoptera)." *Zoologica Scripta*.

449 Zhang, Zhi Qiang. 2011. "Animal Biodiversity: An Introduction to Higher-Level
450 Classification and Taxonomic Richness." *Zootaxa*.

451