

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE NOVA XAVANTINA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

BETHÂNIA OLIVEIRA DE RESENDE

FLUTUAÇÕES SAZONAIS NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
ODONATA

NOVA XAVANTINA - MT

2018

BETHÂNIA OLIVEIRA DE RESENDE

FLUTUAÇÕES SAZONAIS NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
ODONATA

Dissertação, apresentada a Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte dos requisitos do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dra. Helena Soares Ramos Cabette

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Juen

Nova Xavantina
Mato Grosso, Brasil
Abril, 2018

1 BETHÂNIA OLIVEIRA DE RESENDE

2
3
4
5 FLUTUAÇÕES SAZONAIS NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ODONATA

6
7
8 Essa dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre
9 em Ecologia e Conservação.

10
11 Nova Xavantina, 27 de abril de 2018.

12
13 **Banca examinadora**

14
15
16
17

Prof^a Soares Ramos Cabette
18 Universidade do Estado de Mato Grosso
19 (Orientadora)

20
21
22
23

Dr. Divino Vicente Silvério
24 Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM
25 (Membro interno)

26
27
28
29

Dra. Yulie Shimano Feitoza
30 Museu Paraense Emílio Goeldi
31 (Membro externo)

32
33
34 Prof^a.Dr^o Joana Darc Batista
35 Universidade do Estado de Mato Grosso
36 (Suplente interno)

37
38
39 Dr. Leandro Maracahipes dos Santos
40 Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM
41 (Suplente externo)

42
43
44 Nova Xavantina, MT
45 Abril, 2018
46

Agradecimentos

47
48
49

50 Agradeço a UNEMAT e o PPG-EC por todo suporte para desenvolver meu trabalho e
51 contribuição na minha formação acadêmica. A CAPES pelo financiamento da bolsa para que
52 eu pudesse concluir meu mestrado. Por fim, ao projeto PELD/CNPQ (proc. 558069/2009-6 e
53 403725/2012-7) e FAPEMAT (proc. 164131/2013 e 164131/2013) pelo financiamento das
54 coletas de dados.

55 A minha orientadora Helena, que esteve me acompanhando desde a graduação e que mesmo
56 aposentada, e com alguns problemas de saúde não mediu esforços para contribuir com meu
57 trabalho e minha formação. Muito obrigada por seus ensinamentos, incentivos, puxões de
58 orelhas e por confiar a mim, a realização de muitas ideias suas. Seu jeito de ver as pessoas,
59 através da alma, não apenas me ensinou conhecimentos científicos, mas a enxergar a beleza
60 das pessoas e da vida. Você sempre será meu exemplo!

61 Ao meu coorientador Leandro Juen, nem sei como agradece-lo por todo apoio e ajuda.
62 Mesmo distante e com uma vida cheia de compromissos nunca mediu esforços para ler e
63 contribuir com este trabalho, muitas vezes até mesmo sem ter tempo disponível para isso,
64 sempre arrumava um jeitinho mesmo quando falava: “minha vida está um caos essa semana
65 fiota, mas vou tentar ler!”, e no outro dia o arquivo já estava na minha caixa de e-mail.
66 Muito obrigada!

67 À banca da qualificação e da defesa (Joana, Divino e Yulie), por disponibilizarem seu tempo
68 para contribuir com meu trabalho.

69 Ao Leandro Brasil e Divino Silvério por todas as sugestões e ajudas nas análises estatísticas.

70 Ao pessoal do laboratório de Entomologia de Nova Xavantina – LENX, por todo suporte nas
71 coletas de campo e por não serem apenas uma equipe de laboratório, mas muitas vezes uma
72 família. Obrigada pelos momentos de descontrações, risadas, estresses também e por tudo
73 mais que uma família passa. Vocês são incríveis!

74 Gostaria também de fazer um agradecimento especial a Nubia, que mesmo com toda
75 correria do dia-a-dia (que não são poucas), sempre esteve pronta a me ajudar por todos os
76 meios (whatsapp, skype, ligações) e até mesmo em outro país (quando estava na Suíça).
77 Tudo seria muito mais difícil sem a sua ajuda diária!

78

79 Também gostaria de fazer um agradecimento especial ao Victor Rennan, meu
80 namorado/esposo, por todos esses anos de companheirismo e por todo apoio. Obrigada por
81 suportar meus momentos de estresse, desespero e muitas vezes de angústia, e por tornar tudo
82 isso mais leve e tranquilo. Agradeço imensamente por ser meu parceiro científico e por me
83 ajudar muitas vezes a pensar meu trabalho e realizar minhas análises estatísticas mesmo
84 quando não tinha tempo. Obrigada meu príncipe!

85 Agradeço também aos meus amigos e meu pai, que me ajudaram a revisar as armadilhas de
86 emergência durante intermináveis revisões de campo. Gostaria de fazer um agradecimento
87 em especial ao Paulo, meu parceiro de coleta, que por incontáveis vezes se disponibilizou
88 para ir comigo a campo, muitas vezes quando eu mesma não podia ir, foram vários fins de
89 semanas e finais de tarde, mas ele sempre estava lá feliz e animado para ir para campo.
90 Obrigada Paulo e como já dizia a raposa ao pequeno príncipe: “Você é eternamente
91 responsável pelo que cativas!”

92 Agradeço a minha turma de mestrado 2016/1, por todos os momentos de desesperos
93 compartilhados, risadas e esperança que conseguiríamos terminar essa fase de nossas vidas.
94 Vocês são demais!

95 Agradeço também aos meus amigos, Douglas, Gessica e Rayan que apesar de muitas vezes
96 não poderem estar presentes, sempre me apoiaram e incentivaram para concluir esta etapa. A
97 Cleide, por toda amizade ao longo desses dois anos de mestrado, e por ser meu apoio em
98 todas as horas de desespero. Obrigada princesa!

99 Agradeço a minha família por todo o apoio e carinho, me confortando e acreditando no meu
100 potencial. Obrigada por todas as palavras de incentivo e toda torcida para que eu concluísse
101 esse mestrado. Agradeço também a Dalva (minha sogra linda) por todo o apoio e ajuda para
102 confeccionar minhas armadilhas de emergência, foram muitos reparos e trabalho, mas você
103 sempre estava disposta a me ajudar. Amo vocês!

104 A Deus por ter colocado todas essas pessoas especiais no meu caminho, pois sem elas nada
105 disso seria possível.

106 Por fim, agradeço a todos que contribuíram com este trabalho, mas não foram citados acima.

107

Sumário

108		
109		
110	Introdução	1
111	Material e Métodos	3
112	<i>Método de Varredura de Áreas Fixas</i>	4
113	<i>Armadilha de emergência</i>	5
114	<i>Variáveis climatológicas</i>	7
115	<i>Análise de dados</i>	7
116	Resultados.....	9
117	<i>Padrão geral da comunidade</i>	9
118	<i>Variações estacionais e climáticas regionais</i>	9
119	<i>Registros de emergência</i>	15
120	Discussão	18
121	<i>Variações estacionais e climáticas regionais</i>	18
122	<i>Registros de emergência</i>	20
123	Considerações Finais	22
124	Referências Bibliográficas.....	23
125	Apêndices	26
126		
127		

Resumo

128
129
130

131 Variações espaciais e temporais do ambiente podem afetar a estrutura da comunidade de
132 Odonata. Assim, estudos de variações espaciais e temporais na diversidade de espécies são
133 indicadores de mudanças no ambiente e, portanto, fundamentais para o estabelecimento de
134 políticas de conservação e manutenção de ecossistemas aquáticos. Nosso objetivo foi avaliar
135 o efeito das variações sazonais da precipitação e da temperatura na estrutura da comunidade
136 e na frequência de emergência de Anisoptera e Zygoptera. A hipótese testada foi que tanto a
137 estrutura da comunidade quanto a frequência dos registros de emergência seriam afetadas
138 por variações sazonais regionais e climáticas. O estudo foi realizado nos córregos Bacaba e
139 Salgadinho, no município de Nova Xavantina-MT, localizado ao sul da Transição Cerrado-
140 Amazônia. Realizamos a coleta de indivíduos imaturos para descrição da estrutura da
141 comunidade durante seis anos, quatro vezes ao ano. As coletas foram realizadas pelo
142 Método de Varredura em Áreas fixas do leito do córrego. No caso de emergência, usamos
143 um novo método de armadilha de emergência, que testamos e avaliamos no campo durante
144 um ano. A estrutura da comunidade da subordem Anisoptera foi afetada pelas variações
145 sazonais da precipitação, enquanto para Zygoptera apenas a composição foi influenciada por
146 essa sazonalidade. No entanto, observamos uma relação significativa entre a estrutura da
147 comunidade de Anisoptera e Zygoptera e as variáveis climáticas. Considerando a
148 emergência dos indivíduos Odonata, observamos um aumento na emergência nos períodos
149 chuvoso e seco. A estrutura da comunidade de ambas as subordens pode ser afetada pela
150 homogeneização e carreamento do substrato causada por mudanças sazonais na precipitação,
151 e a temperatura pode afetar o ciclo de vida dos indivíduos. Mudanças na estrutura da
152 comunidade foram evidenciadas por registros contínuos de precipitação e temperatura, em
153 vez de registros discretos. Assim, como resultado desse efeito temporal sobre os Odonata
154 imaturos, os programas de monitoramento da biodiversidade devem levar em conta as
155 variações sazonais nas atividades de conservação, a fim de apresentar a estrutura real das
156 comunidades entre as diferentes estações do ano. Portanto, ao realizar trabalhos em
157 condições de tempo ou recursos limitados, recomendamos a coleta de imaturos durante a
158 estação seca, uma vez que a estrutura da comunidade de Odonata contempla a
159 biodiversidade existente em todos os demais períodos do ano.

160 Palavras-chave: Sazonalidade temporal, Libélulas, Transição Cerrado-Amazônia, Variáveis
161 climatológicas.

Abstract

162
163
164

165 Spatial and temporal variations of the environment may affect the structure of the Odonata
166 community. Thus, studies of spatial and temporal variations in species diversity are
167 indicators of changes in the environment and are therefore fundamental for establishing
168 policies for the conservation and maintenance of aquatic ecosystems. Our objective was to
169 evaluate the effect of precipitation and temperature seasonal variations in the community
170 structure and frequency of emergency of Anisoptera and Zygoptera. The hypothesis tested
171 was that both community structure and frequency of emergency records would be affected
172 by regional seasonal and climatic variations. The study was carried out in Bacaba and
173 Salgadinho streams, in the municipality of Nova Xavantina-MT, located south of the
174 Cerrado-Amazonia Transition. We carried out the collection of immature individuals for
175 community structure description during six years, four times per year. Those collections
176 where done by Scanning Fixed Areas of the stream bed. In the case of emergency, we used a
177 new emergency trap method, which we tested and evaluated in the field during a year. The
178 community structure of the Anisoptera suborder was affected by precipitation seasonal
179 variations, whereas for Zygoptera only the composition was influenced by that seasonality.
180 However, we observed a significant relationship between the community structure of
181 Anisoptera and Zygoptera and climatic variables. Considering the emergency of the Odonata
182 individuals, we observed an increase in emergency during rainy and dry periods.
183 Community structure of both suborders may be affected by the homogenization and
184 substrate washing caused by seasonal changes in precipitation, temperature may affect the
185 life cycle of the individuals. Changes in the community structure were evidenced by
186 continues records of precipitation and temperature instead of discreet records. Thus, as a
187 result of this temporal effect on immature Odonata, biodiversity monitoring programs
188 should take into account seasonal variations in conservation activities in order to present the
189 real structure of communities between different seasons of the year. Therefore, when
190 carrying out work under conditions that have limited time or resources, we recommend
191 collecting the immatures during the dry season, since at that time the structure of the
192 community of Odonata contemplates the biodiversity existing in all other periods of the
193 year.

194 Keywords: Seasonality, Dragonflies, Cerrado-Amazônia Transition, Climatological
195 variables.

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206 A formatação desta dissertação intitulada: “Flutuações sazonais na estrutura da comunidade de

207 Odonata” seguiu as normas da Revista Neotropical Entomology.

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

Introdução

221
222

223 As mudanças climáticas sazonais e a precipitação acumulada ao longo de cada período
224 do ano, proporcionam mudanças na vazão e na disponibilidade de substrato, levando a uma
225 homogeneização sazonal das condições físicas dos riachos. Períodos mais intensos de chuva
226 podem promover o carreamento dos macroinvertebrados (Bispo *et al* 2006), e as variações
227 na temperatura do ar e da água podem afetar a condução de calor e/ou consumo de oxigênio
228 (Verberk *et al* 2011), resultando em mudanças severas nos nichos ontogenéticos (Valente-
229 Neto *et al* 2016), especialmente na sua fase larval e período de emergência.

230 Dentre os organismos afetados por essas variações, estão as espécies da ordem
231 Odonata, que em função de mudanças na temperatura e aumento de precipitação podem
232 acelerar a taxas de emergência no início das chuvas. Durante o processo de emergência os
233 indivíduos se fixam na vegetação marginal com o intuito de realizar a transição da fase
234 larval aquática para a fase adulta alada (Corbet 1999). Nos ambientes neotropicais esta
235 ordem é representada pelas subordens Anisoptera e Zygoptera (Miguel *et al* 2017a). Os
236 membros imaturos de Anisoptera são mais robustos e apresentam estruturas respiratórias nas
237 pirâmides anais nas extremidades dos abdomens, enquanto que os Zygoptera possuem os
238 corpos delgados, com presença de lamelas caudais (Corbet 1999).

239 A biomassa de larvas de Odonata geralmente diminui nos períodos mais frios e secos,
240 possivelmente devido ao aumento da emergência de adultos no início das chuvas (Fulan &
241 Henry 2008), possibilitando a ocorrência de um sincronismo entre aumento da temperatura e
242 número de emergências (Trapero-Quintana & Reyes-Tur 2011). Em situações de
243 temperaturas mais altas os números de gerações por ano são modificados, apresentando uma
244 aceleração na emergência das espécies com ciclos de vida multivoltinos, enquanto que em
245 períodos mais frios esse processo é mais lento nas que apresentam ciclo de vida univoltino
246 (Zeuss *et al* 2017). De acordo com revisões feitas por Corbet (1999), há uma variação no
247 número de gerações entre as subordens Anisoptera e Zygoptera em regiões de clima tropical
248 e temperado. Em regiões tropicais o número de gerações/ano pode variar de duas gerações
249 em um ano (bivoltino) a uma geração a cada quatro anos (semi-voltino), sendo raras aquelas
250 com três gerações/ano (multivoltino).

251 Estudos recentes mostraram que mudanças espaciais e temporais, tais como alteração
252 da vegetação ripária, qualidade da água e interferência da atividade humana, afetam a
253 estrutura da comunidade de Odonata (Miguel *et al* 2017b, Brasil *et al* 2017, Oliveira Júnior
254 *et al* 2017). Além disso, suas subordens respondem de forma diferente as modificações do

255 ambiente e as variações sazonais, o que pode estar relacionado a suas diferenças
256 morfológicas e características ecofisiológicas (Carvalho *et al* 2013; De Marco *et al* 2015;
257 Mendes *et al* 2015). Desse modo, estudos que compreendem a interação da diversidade de
258 espécies e efeito espaço-temporal são fundamentais para estabelecer políticas para
259 conservação e manutenção da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos (Bae *et al* 2016). A
260 maioria dos estudos com Odonata na região de transição Cerrado-Amazônia contemplam
261 apenas a escala espacial (Carvalho *et al* 2013, Juen *et al* 2014, Brasil *et al* 2017, Oliveira
262 Júnior *et al* 2017, Monteiro Júnior *et al* 2016), sendo necessárias séries históricas para
263 discutir a escala temporal.

264 Assim, nosso objetivo foi avaliar o efeito das variações estacionais e climáticas
265 regionais sobre a estrutura da comunidade dos Anisoptera e Zygoptera em córrego da
266 Transição Cerrado – Amazônia testando as seguintes hipóteses: (i) as variações estacionais
267 e climáticas regionais afetará a estrutura da comunidade de imaturos de Odonata, onde
268 predizemos que (i₁) abundância e riqueza de ambas as subordens diminuirá no início do
269 período de chuva (precipitação), pois nesta época os níveis de precipitação, temperatura do
270 ar e da água aumentam, ocasionando, dessa forma, carreamento dos indivíduos pelo fluxo
271 d'água, além de maiores taxas de emergência (i₂) abundância e riqueza aumentará no
272 período de seca (estiagem), devido tal período apresentar condições climáticas mais estáveis
273 e com menor velocidade no fluxo d'água, evitando o carreamento dos indivíduos; (i₃) a
274 composição de ambas as subordens mudará entre os períodos do ano, em função da
275 alterações no substrato do córrego ao longo do ano, principalmente em períodos com maior
276 precipitação. Avaliamos ainda os registros de emergências ao longo dos períodos do ano,
277 com a hipótese de que: (ii) o número dos registros de emergência será diferente entre os
278 períodos do ano, onde esperamos que (ii₁) períodos de seca e início de chuva apresentará
279 maior quantidade de registros de emergências, enquanto (ii₂) períodos de chuva e vazante
280 terá menores quantidades de registros de emergências, indicando que os organismos buscam
281 fugir da pressão exercida pelo fluxo d'água, acelerando a emergência no início da chuva.

282

283

284

285

286

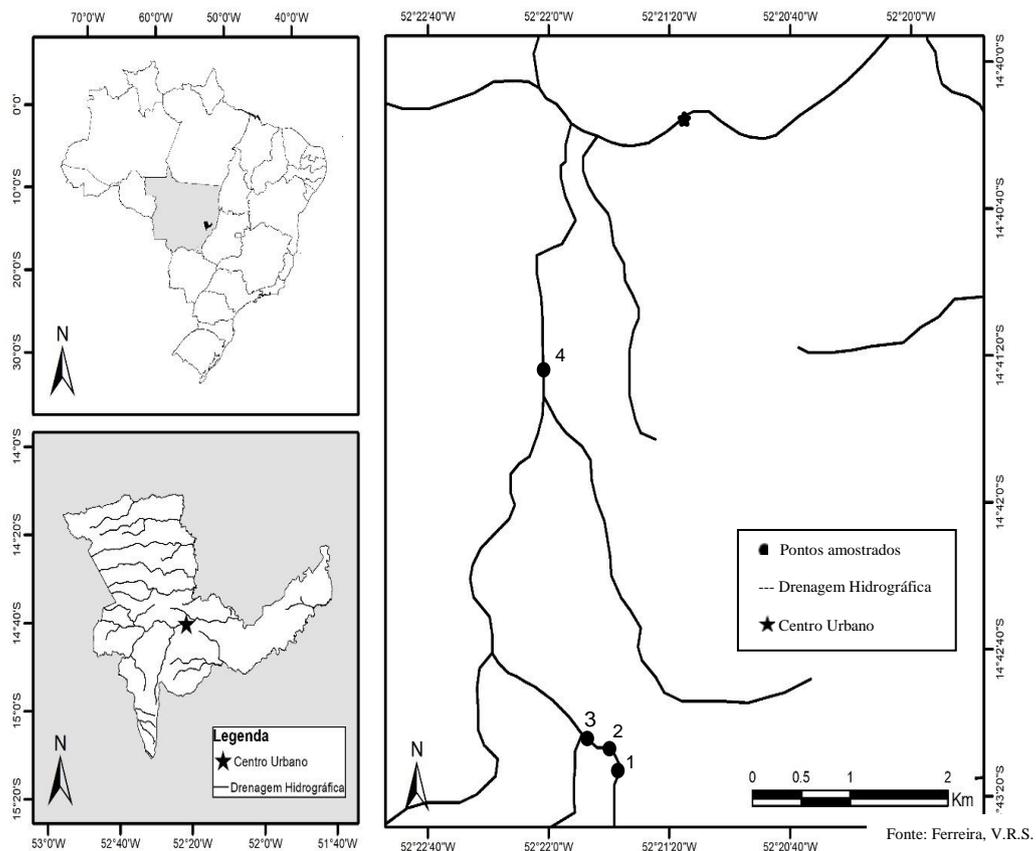
Material e Métodos

287
288289 *Área de estudo*

290 Realizamos o estudo em quatro pontos de amostragem sendo três no Córrego Bacaba
291 (P.1 a P.3) e um no Córrego Salgadinho (P.4), todos localizado no município de Nova
292 Xavantina-MT, área mais ao sul da Transição Cerrado - Amazônia (Fig 1). Dentro do
293 Córrego Bacaba, a área mais próxima à nascente (P.1) apresenta locais com declividade
294 acentuada, substrato rochoso e relevo mais acentuado; a porção intermediária (P.2) possui
295 mata de galeria preservada, contudo o canal apresenta uma barragem para captação de água
296 potável; e a região mais próxima à foz (P.3) é afetada por ações antropogênicas diretas,
297 como entrada de gado, e indiretas, como pontos com erosão, apresentando porções
298 intermitentes na época de seca. A largura do canal e temperatura da água são afetadas pela
299 sazonalidade, ocorrendo um aumento da largura do canal no período chuvoso e diminuição
300 da temperatura da água na vazante, porém a profundidade apresenta-se constante entre os
301 períodos (Giehl *et al* 2015).

302 O Córrego Salgadinho, que tem como afluente o C. Bacaba é por sua vez afluente
303 direto do Rio das Mortes, apresenta trechos longos com topografia acidentada, solos bem
304 drenados e uma mata de galeria não inundável. A área amostrada (P.4) possui mata de
305 galeria presente em alguns trechos, porém sofre alteração pela entrada de gado que usa o
306 córrego como bebedouro, causando pisoteio no leito.

307 A região apresenta clima caracterizado como Aw de Köppen (Peel *et al* 2007), com
308 médias de precipitação anual de 1.200 mm e de temperatura do ar entre 19,6°C a 34,1°C
309 (INMET 2018).



310
 311 Fig 1 Pontos de amostragem no município de Nova Xavantina/MT. Ponto próximo a
 312 nascente (1), intermediário (2) e próximo a foz (3) do Córrego Bacaba, e Córrego
 313 Salgadinho (4).

314 *Método de Varredura de Áreas Fixas*

315 Amostramos os imaturos ao longo de seis anos, de junho de 2011 a abril de 2017, em
 316 quatro períodos do ano: início de chuva (outubro - dezembro), chuva (janeiro - março),
 317 vazante (abril - junho) e seca (julho - setembro), no Córrego Bacaba (P.1, P.2 e P.3).
 318 Realizamos as coletas seguindo o método de varreduras em áreas fixas de 100 m de margem
 319 dos córregos (Mendes *et al* 2015), tomando-se três subamostras de substrato a cada 5 m,
 320 com coador de 18 cm de diâmetro e malha de 250 μ m.

321 Conservamos o material triado em álcool etílico a 85% e identificamos ao nível de
 322 gênero com chaves dicotômicas de Costa *et al* (2004) e de Neiss & Hamada (2014). O
 323 estudo a nível de gênero para imaturos de Odonata é o mais recorrente na literatura, devido à
 324 dificuldade alcançar o nível específico, dado a grande variação morfológica das larvas, em
 325 função dos seus diferentes estádios de desenvolvimento (Corbet 1999). Além disso, estudos
 326 de congruência de respostas entre espécies e gêneros de insetos aquáticos, demonstraram
 327 que utilizar identificação até gênero já é adequada para estudos de monitoramento ambiental

328 (Giehl *et al* 2014, Valente-Neto *et al* 2016, Mendes *et al* 2017). Os espécimes estão
329 depositados na Coleção Zoobotânica “James Alexander Ratter” (CZNX), no *Campus* de
330 Nova Xavantina, Universidade do Estado de Mato Grosso.

331 *Armadilha de emergência*

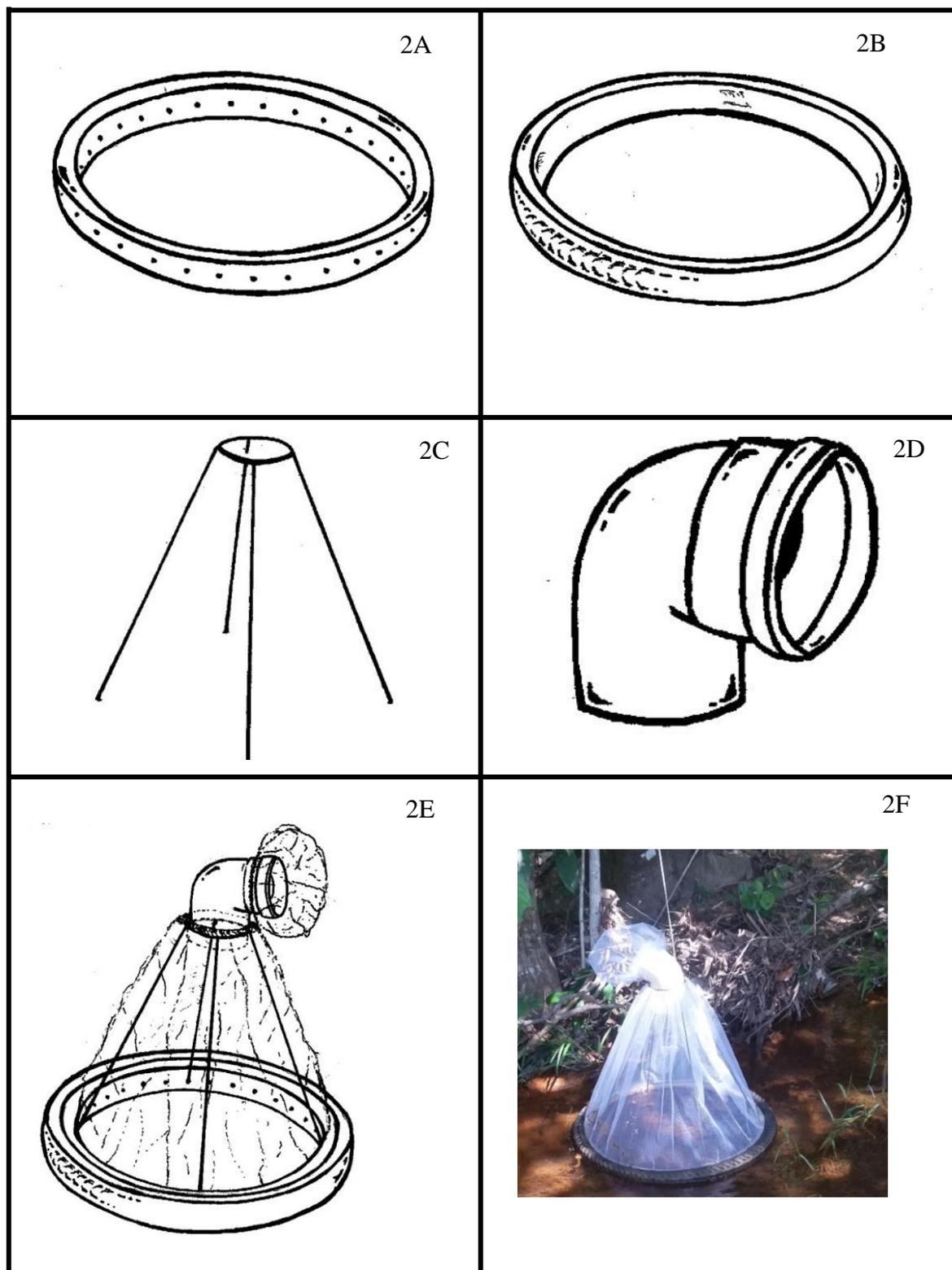
332 Buscando uma maior amplitude de detecção da variação sazonal na comunidade de
333 Odonata, desenvolvemos uma nova metodologia para a obtenção de adultos emergidos e
334 suas exúvias (cutícula do exoesqueleto quitinoso dos artrópodes que é abandonada no
335 processo da ecdise ou muda). Realizamos os registros de emergência através de oito
336 armadilhas no Córrego Bacaba (P.1 e P.2), com duas revisões semanais ao longo de um ano
337 e no Córrego Salgadinho (P.4), quatro armadilhas com duas revisões semanais ao longo de
338 três meses.

339 A estrutura da armadilha consistiu em uma base constituída por aro de bicicleta 26”
340 (Fig 2A), com câmara de ar e pneu (Fig 2B). A câmara de ar é fundamental para flutuação
341 da armadilha e o pneu para proteger a câmara contra galhos e possíveis organismos que
342 possam danificá-la. Sobre a base estrutural da armadilha fixamos quatro hastes de ferro de
343 50 cm (Fig 2C), formando uma estrutura em forma de cone. Tendo no ápice um aro, com
344 100 mm de diâmetro, revestido com tecido de tule grosso (para servir como suporte para as
345 exúvias subirem para realizar a emergência). Na parte superior da armadilha, colocamos um
346 cano em formato de joelho de 100 mm de diâmetro encaixado no aro (Fig 2D), com sua
347 abertura para o exterior recoberto com uma touca de tela fina (para armazenar os adultos que
348 emergissem, permitindo o amadurecimento da cutícula dos tenerais) (Fig 2E).

349 Inicialmente construímos a armadilha com 15 cm a mais na altura e tela fina de voal,
350 mas durante as elevações e repentinas mudanças de fluxo na época de chuva, mesmo
351 ancoradas na margem por cordões, eram tombadas pela velocidade e volume de água.
352 Assim, corrigimos a estrutura com diminuição da altura e com uso de tela mais aberta (tela
353 de mosquiteiro), o que solucionou os problemas de instabilidade. Posteriormente,
354 ancorávamos cada armadilha, com cordão de nylon, na vegetação próxima a margem (2F).

355 A distância uniforme de distribuição no gradiente do riacho era de aproximadamente
356 10m entre as armadilhas no início do experimento, porém alteramos essa distância durante o
357 auge da seca, reposicionando em locais com poças restantes, durante a intermitência do
358 riacho.

359



360
 361 Fig 2 Estrutura da armadilha de emergência. Aro de bicicleta 26” (2A), pneu de bicicleta
 362 para aro 26” (2B), suporte de ferro com hastes de 50 cm (2C), conexão de PVC “joelho” 100
 363 mm (2D), armadilha completa coberta com tela de mosquiteiro grossa e touca (2E) e
 364 armadilha em campo ancorada a margem com cordão de nylon (2F).

365 *Variáveis climatológicas*

366 Utilizamos os dados das variáveis climatológicas: precipitação, temperatura e
367 umidade extraídos da Estação Meteorológica nº 83319 (INMET, 2018). Para cada variável
368 ambiental consideramos três medidas: as do mês da coleta, do mês anterior, e de três meses
369 antes da coleta. Verificamos a correlação entre as variáveis climatológicas por meio de uma
370 correlação de Pearson, e incluímos no modelo somente variáveis com menos que 70% de
371 correlação.

372

373 *Análise de dados*

374 Para visualizar a variação da ocorrência entre os gêneros ao longo dos seis anos,
375 plotamos as abundâncias em gráficos com definição de quartis de >75% a <25%, seguindo o
376 modelo de Siqueira *et al* (2012). E com intuito de demonstrar a ocorrência individual de
377 cada gênero em cada período ao longo dos anos usamos análises de ordenamentos seguindo
378 o modelo de Landeiro *et al* (2010).

379 Para testar as predições (i_1) e (i_2), relacionadas a abundância e riqueza entre os
380 períodos do ano, realizamos uma Análise de Variância One-Way (ANOVA). Em casos onde
381 os dados não atenderam o pressuposto de normalidade utilizamos transformações
382 logarítmicas na base natural. Posteriormente, fizemos um teste de Tukey para mostrar quais
383 períodos do ano diferiam entre si. Utilizamos também um modelo linear generalizado
384 (GLM), com distribuição poisson, para verificar avaliar a relação entre a abundância e
385 riqueza dos gêneros (variáveis respostas) de Anisoptera e Zygoptera e a precipitação e
386 temperatura do ar (variáveis preditoras). Primeiro realizamos uma seleção de modelos
387 utilizando a função dredge do pacote MuMIn, e considerando como melhor modelo aquele
388 com menor critério de informação de akaike corrigido (AICc). Para auxiliar na interpretação
389 dos resultados do melhor modelo, criamos um gráfico preditivo das variáveis respostas
390 (abundância ou riqueza de Anisoptera e Zygoptera) em função das variáveis preditoras
391 selecionadas.

392 Buscando avaliar a predição (i_3), mensuramos o quanto da variação na composição
393 de gêneros das subordens Anisoptera e Zygoptera foram explicadas pelas variações
394 temporais (Autocorrelação temporal). Inicialmente calculamos os *Principal Coordinates of*
395 *Neighbour Matrices* (PCNM) com base nos anos e períodos de coleta: Anos 2011 (1), 2012
396 (2), 2013 (3), 2014 (4), 2015 (5) e 2016 (6) e períodos do ano: janeiro, fevereiro e março
397 (chuva ou período 1), abril, maio e junho (vazante ou período 2), julho, agosto e setembro

398 (seca ou período 3) e outubro, novembro e dezembro (início de chuvas ou período 4).
399 Utilizando os dois vetores temporais, anos e períodos, calculamos os PCNMs utilizando a
400 função *pcnm* do pacote *vegan* (Oksanen *et al* 2017). Posteriormente, para cada grupo
401 taxonômico (Anisoptera e Zygoptera) fizemos uma seleção de modelos utilizando a função
402 *forward.sel* do pacote *packfor* para selecionar apenas os PCNMs que eram relacionados com
403 as matrizes de composição de gêneros. Neste passo foram selecionados o PCNM 12 como
404 preditor temporal da composição de gêneros de Anisoptera e os PCNM 1, PCNM 3 e PCNM
405 12 como preditores temporais da composição de espécies de Zygoptera. Ainda baseado
406 nesta predição, testamos o quanto da variação na composição dos dois grupos eram
407 explicadas por esses preditores temporais (representam autocorrelação temporal), para isso
408 aplicamos um Teste de Mantel para cada conjunto de dados (Zygoptera e Anisoptera) com
409 seus respectivos preditores temporais. A análise foi executada com a função *mantel* do
410 pacote *vegan* (Oksanen *et al* 2017). Para o Mantel utilizamos distância euclidiana sobre as
411 matrizes temporais (PCNMs) e distância Bray-Curtis nas matrizes de composição de gêneros
412 das diferentes subordens. A distância euclidiana e Bray-Curtis foram feitas com a função
413 *vegdist* do pacote *vegan* (Oksanen *et al* 2017).

414 Posteriormente, testando a predição sobre mudança de composição entre os períodos
415 do ano (i_3), realizamos uma análise multivariada da variância permutacional (PerMANOVA,
416 Anderson 2001), utilizando 999 permutações aleatórias com matriz de Bray-Curtis, e
417 verificamos quais períodos apresentaram diferença na composição por meio do teste a
418 posteriori “Pairwise tests”. Após esse procedimento, utilizamos uma análise de
419 homogeneidade de dispersões multivariadas (PERMIDISP) (Anderson *et al* 2006) para
420 testar se as dispersões dentro de cada período diferiam entre os períodos dos anos.

421 Por fim, para testar nossas predições (ii_1) e (ii_2), que corresponde a quantidade de
422 registros de emergência entre os períodos do ano, fizemos uma tabela com o número de
423 emergência em cada período. E por fim, elaboramos um gráfico com a função *ggplot2* do
424 programa R, relacionando a quantidade de precipitação ao longo do período amostrado com
425 o número de registros de emergências nos meses.

426

427

428

429

430

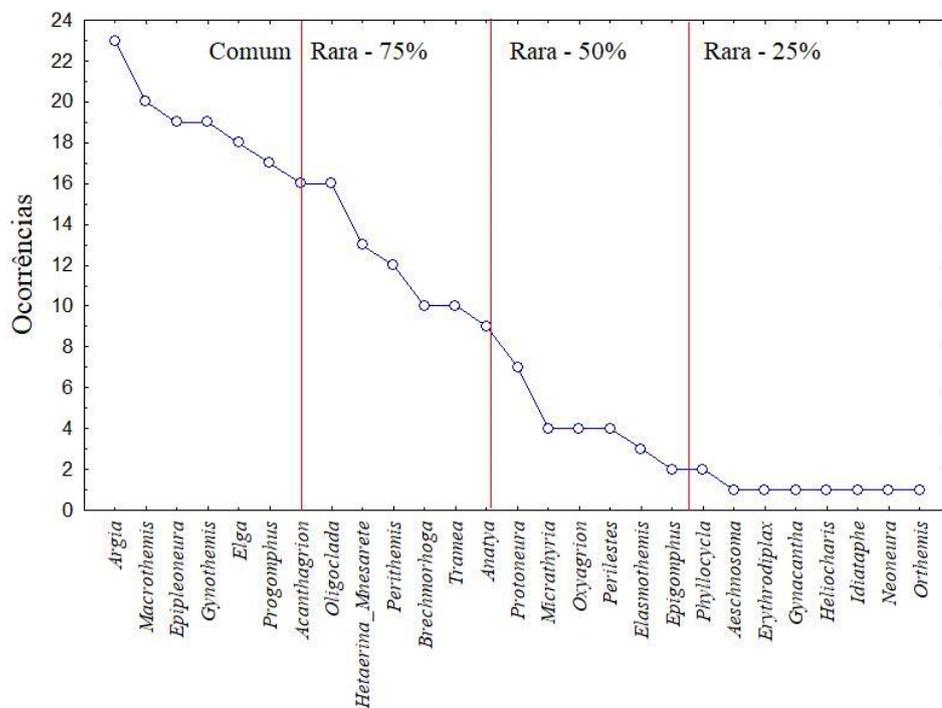
431

Resultados

432
433
434

435 *Padrão geral da comunidade*

436 Coletamos 1.598 espécimes imaturos de Odonata (Anisoptera= 956 e Zygoptera=
437 642), distribuídos em 27 gêneros e nove famílias. Os gêneros mais representativos foram
438 *Argia* (n=253), seguido de *Elga* (n=198) e *Epipleoneura* (n= 152) (Apêndice 1).
439 Registramos o gênero *Argia* em todas coletas realizadas, seguido de *Macrothemis*, que teve
440 ocorrência em 87% das coletas. Por outro lado, os gêneros *Phyllocycla*, *Aeschnosoma*,
441 *Erythrodiplax*, *Gynacantha*, *Heliocharis*, *Idiataphe*, *Neoneura* e *Orthemis* foram raros e
442 ocorreram em apenas uma das coletas (8%; Fig 3).



443

444 Fig 3 Ocorrência dos gêneros de Odonata coletados em quatro períodos de cada ano, entre
445 2011 a 2017, no Córrego Bacaba, Nova Xavantina – MT.

446 *Variações estacionais e climáticas regionais*

447 Ao avaliarmos os períodos dos anos, a estrutura da comunidade de Anisoptera foi
448 afetada pela variação ao longo do ano, porém não apresentou efeito sobre a abundância e
449 riqueza de Zygoptera (Tabela 1). Assim, apesar do esperado pelas nossas previsões (i_1) e
450 (i_2), apenas Anisoptera apresentou diferença na abundância e riqueza entre os períodos. Em
451 época de maior precipitação (período de chuva), o número de indivíduos dessa subordem
452 diminuiu, enquanto que em períodos de início de chuva aumentou, havendo um acréscimo

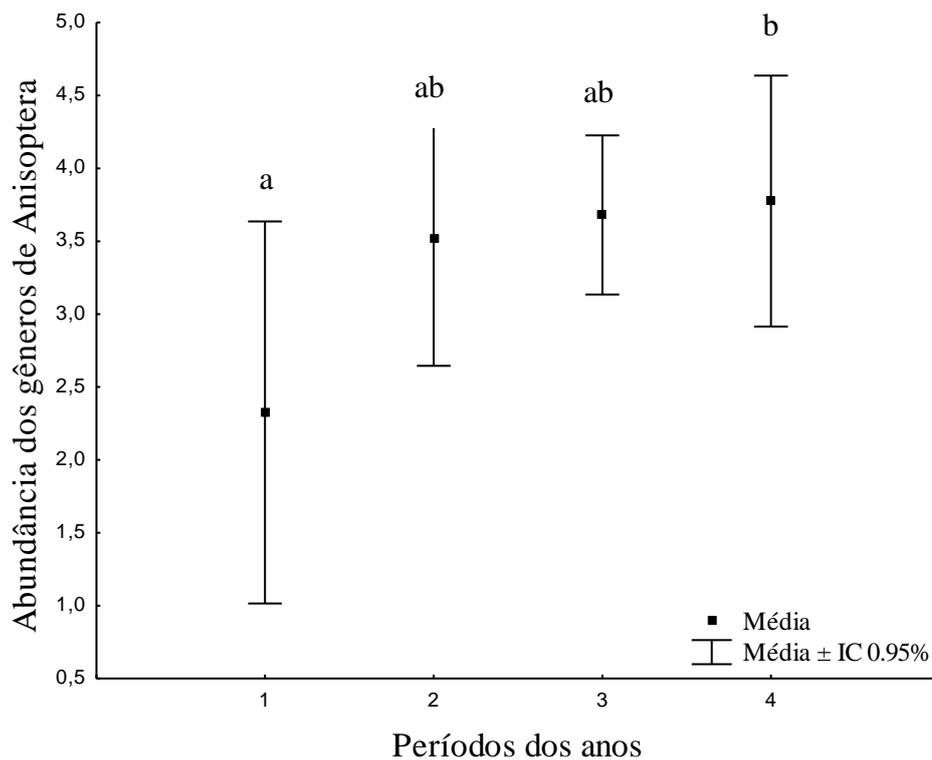
453 médio de 41 indivíduos nesse período. Entretanto, analisando a riqueza, na chuva ocorreu
 454 um decréscimo, e em períodos de seca um aumento, correspondendo um aumento médio de
 455 três gêneros nesse período (Figs 4 e 5). Ao avaliar a comunidade de Zygoptera, notamos que
 456 a abundância e riqueza foram similares entre os períodos (Tabela 1).

457 Contraopondo esses resultados, a abundância de ambas as subordens e riqueza de
 458 Anisoptera foram afetadas pela variação na precipitação e temperatura ao longo do ano,
 459 enquanto que ao categorizarmos em períodos do ano, apenas a abundância e riqueza de
 460 Anisoptera são afetadas. Em períodos com maior precipitação, ocorre um decréscimo da
 461 abundância das subordens de Odonata, e na riqueza de Anisoptera. Já o aumento da
 462 temperatura, influência de forma oposta as subordens, ocorrendo um aumento na abundância
 463 de Anisoptera e diminuição de Zygoptera em maiores temperaturas. Considerando a riqueza,
 464 evidenciamos que a de Anisoptera diminui em períodos com maior precipitação, mas não foi
 465 afetada pela temperatura. Já a riqueza de Zygoptera não foi afetada por nenhuma das
 466 variáveis analisadas (Fig 6; Apêndices 2 e 3).

467 Tabela 1 Abundância e riqueza dos gêneros das subordens de Odonata em relação aos
 468 períodos do ano.

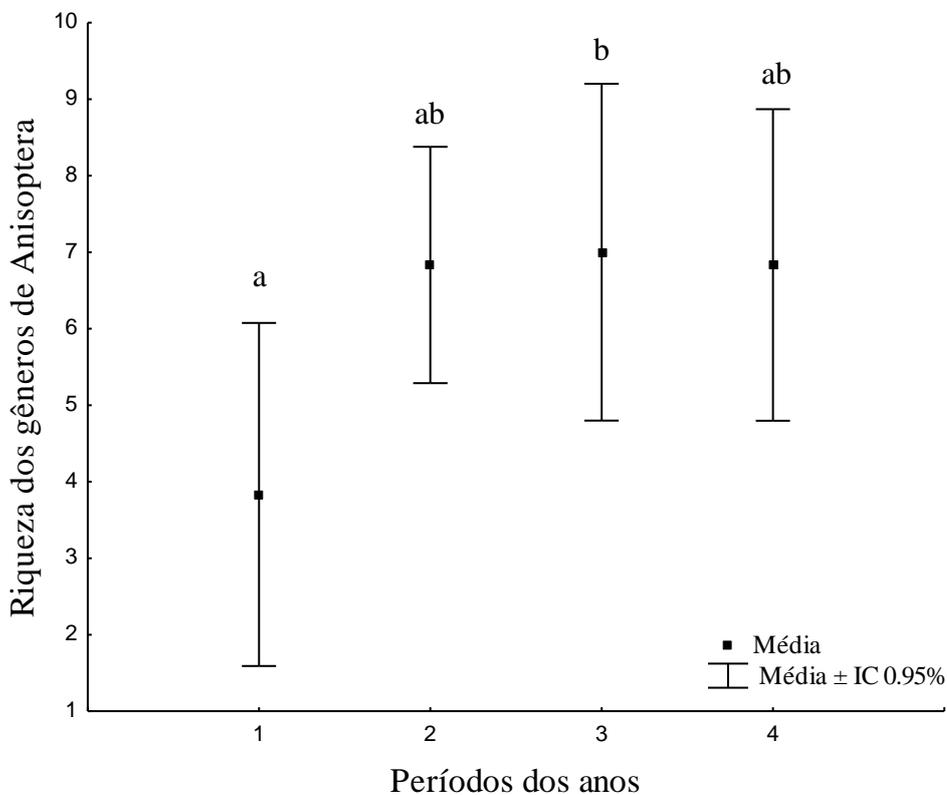
Grupos	Variáveis respostas	F	Gl	p-valor
Anisoptera	Abundância	3.420	3	0.037*
Zygoptera	Abundância	2.659	3	0.076
Anisoptera	Riqueza	3.770	3	0.027*
Zygoptera	Riqueza	1.472	3	0.252

469



470

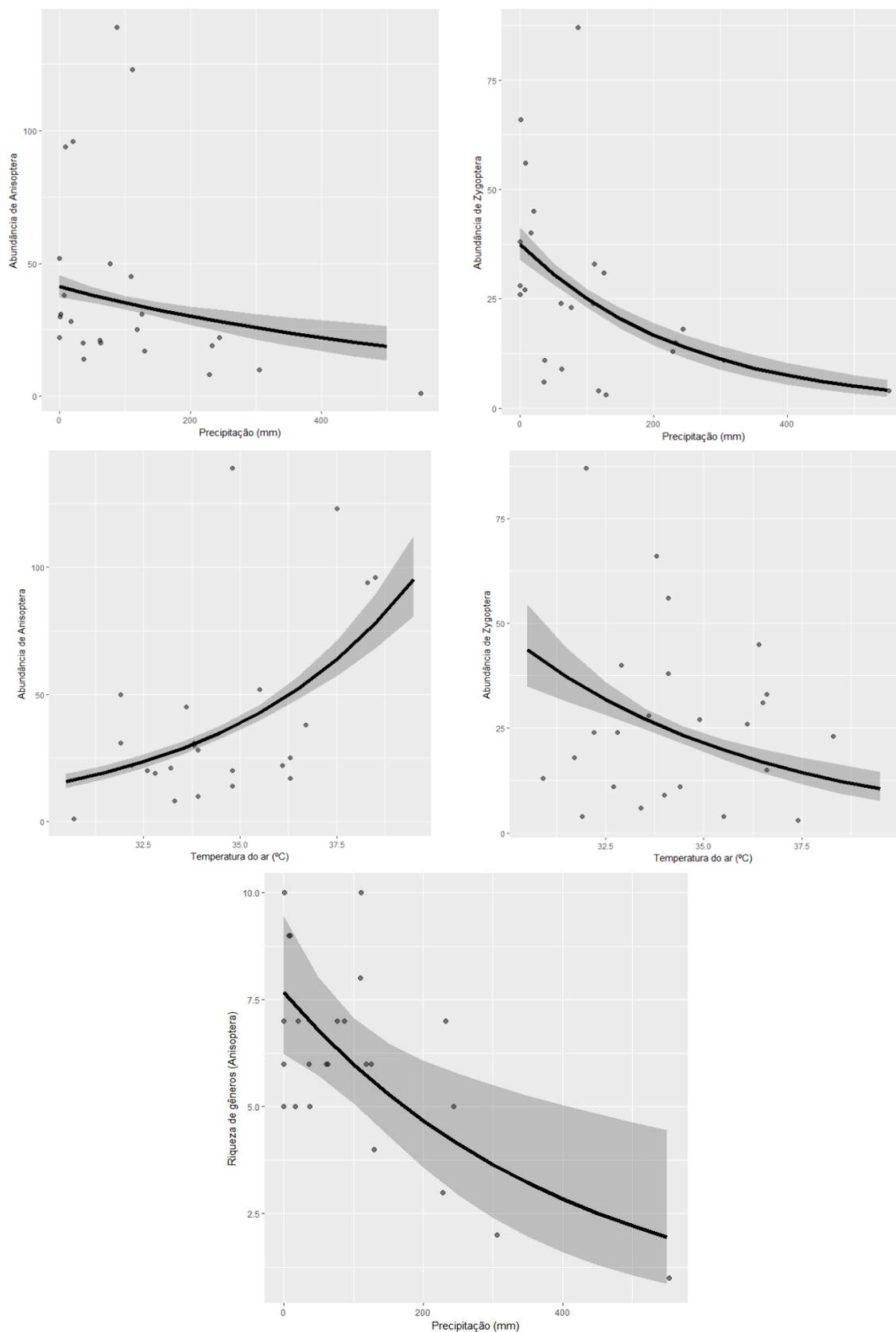
471 Fig 4 Variação da Abundância geral dos Anisoptera entre os períodos do ano: chuva (1),
 472 vazante (2), seca (3) e início de chuva (4).



473

474 Fig 5 Riqueza de gêneros de Anisoptera entre os períodos do ano: chuva (1), vazante (2)
 475 seca (3) e início de chuva (4).

476



477 Fig 6 Relação entre as variáveis predictoras (temperatura e precipitação) e as variáveis
 478 respostas (abundância e riqueza) através de gráfico preditivo do modelo GLM.

479 Seguindo a lógica de nossas predições, ao avaliarmos o efeito dos preditores
 480 temporais (PCNMs) sobre a composição, observamos que 28% da variação na composição
 481 dos gêneros de Odonata é explicada por preditores temporais (Tabela 2), indicando que a
 482 variação temporal é importante para estruturar a comunidade. A partir disso, como previa
 483 nossa predição (i₃) ocorreu uma mudança na composição de ambas as subordens entre os
 484 períodos do ano (Tabela 3; Apêndices 4, 5 e 6). Porém, ao analisarmos as dispersões
 485 multivariadas dentro de cada período do ano, evidenciamos uma homogeneidade na
 486 composição dentro de cada período ao longo dos seis anos (Fig 7). Essa homogeneização na
 487 composição dentro dos períodos, demonstra uma especificidade de alguns gêneros com
 488 determinadas épocas do ano, como por exemplo, *Gynacantha*, *Idiataphe*, *Orthemis* e
 489 *Phyllocyla* que ocorreram especificamente na vazante, *Aeschnosoma*, *Erythrodiplax* e
 490 *Heliocharis* no período de início de chuva e *Neoneura*, apenas na seca (Figs 8 e 9).

491 Tabela 2 Variações na composição de gêneros de imaturos de Odonata e suas subordens ao
 492 longo dos seis anos avaliados.

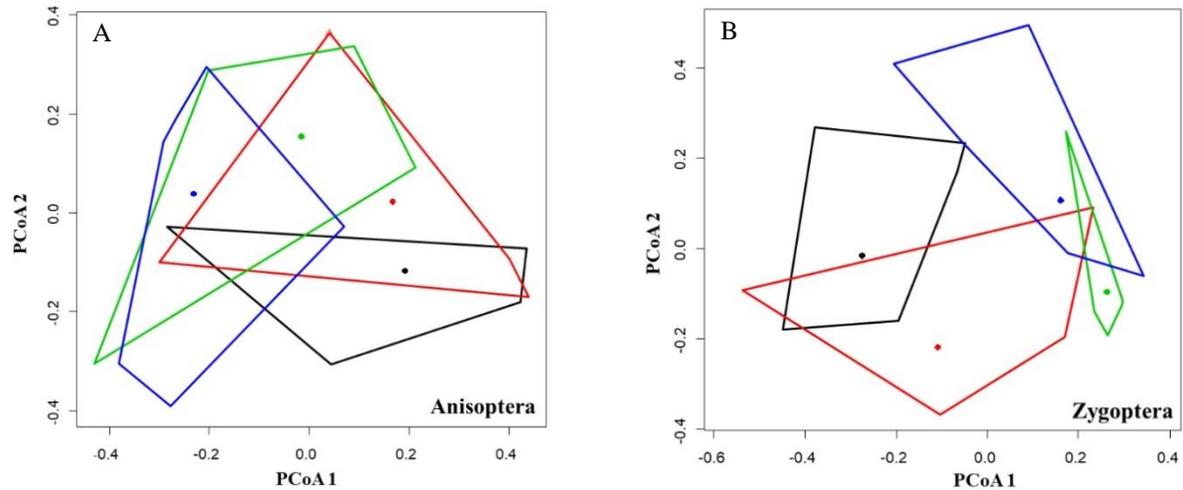
Grupo	Mantel	p-valors
Anisoptera	0.130	0.033
Zygoptera	0.150	0.012

496
 497 Tabela 3 Variações na composição de gêneros de imaturos de Odonata e suas subordens
 498 entre os períodos do ano: chuva (ch), vazante (v), seca (s) e início de chuva (ic). Os valores
 499 de significância entre os períodos do ano estão apresentados no material suplementar.

Grupos	Pseudo-F	R²	P	Períodos
Anisoptera	2.852	0.114	0.004	[ch≠ic][v≠ic]
Zygoptera	3.811	0.147	0.003	[ch≠s][ch≠v][v≠s][v≠ic]

501

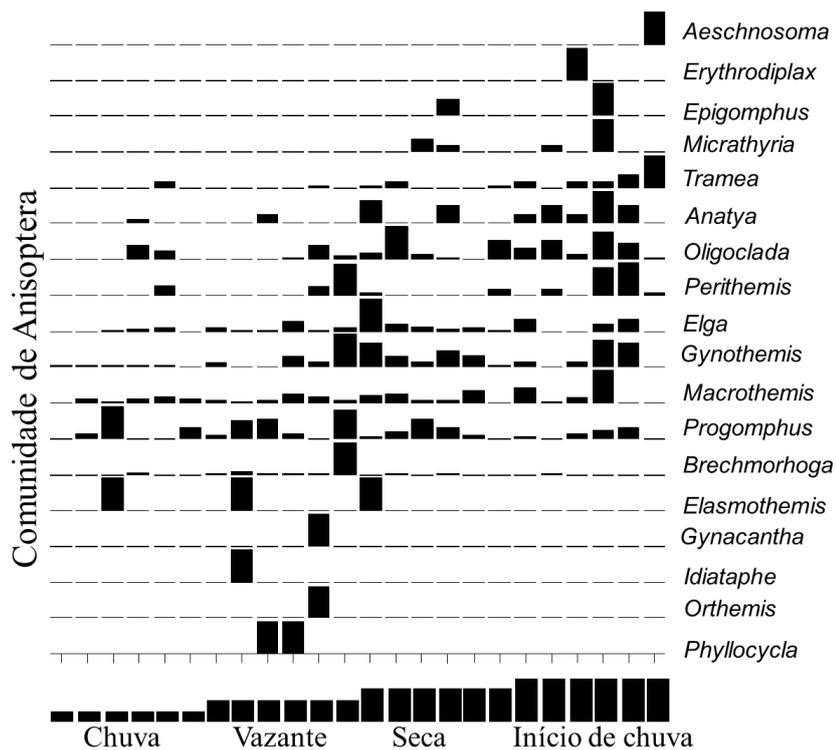
502



503

504 Fig 7 Dispersões multivariadas dos períodos dos anos - chuva (preto), vazante (vermelho),
 505 seca (verde) e início de chuva (azul) para subordens de Odonata: (A) Anisoptera e (B)
 506 Zygoptera.

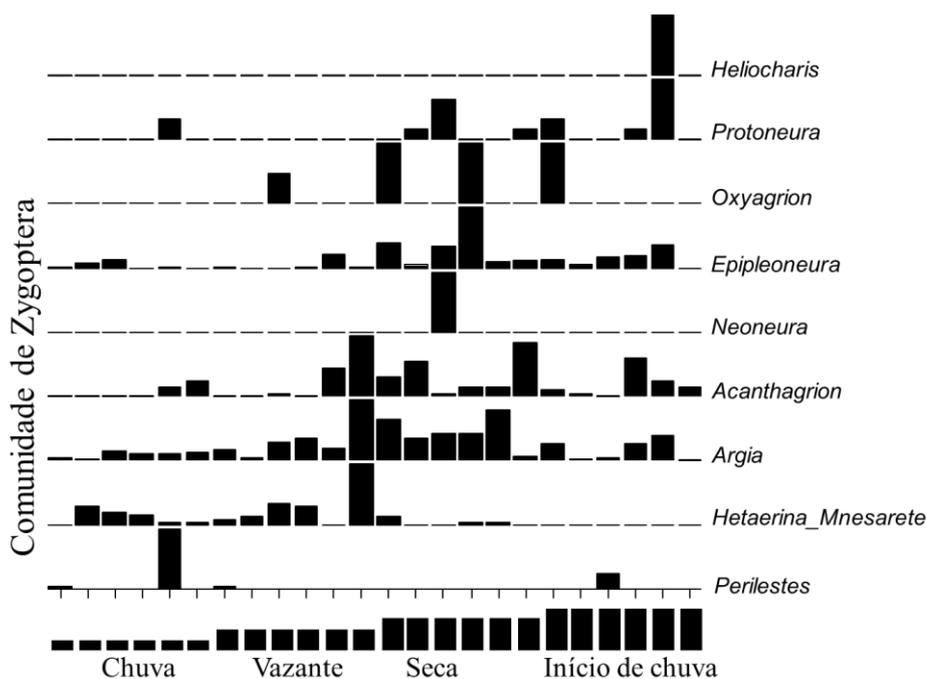
507



508

509 Fig 8 Distribuição dos gêneros de Anisoptera entre os períodos do ano no Córrego Bacaba,
 510 ao longo dos seis anos, Nova Xavantina - MT.

511



512
 513 Fig 9 Distribuição dos gêneros de Zygoptera entre os períodos do ano no Córrego Bacaba,
 514 ao longo dos seis anos, Nova Xavantina - MT.

515

516 *Registros de emergência*

517 Registramos 48 ocorrências de emergências nas armadilhas (Tabela 4). A partir
 518 disso, como previa nossa predição (ii₁) e (ii₂), sobre a quantidade de registros de emergência
 519 entre os períodos do ano, no período de início das chuvas (n=37) e seca (n=7) capturamos a
 520 maior quantidade de emergências, enquanto no período chuvoso encontramos apenas um
 521 (01) registro, sugerindo uma relação entre quantidade de precipitação e número de registros
 522 de emergência (Fig 10). Desse modo, alguns gêneros foram registrados em períodos
 523 específicos do ano, por exemplo, *Dythemis*, *Neoneura*, *Oligoclada*, *Phyllocycla*, *Protoneura*
 524 e *Tramea* foram encontrados somente nos períodos de início de chuva, *Elga* na época de
 525 seca e *Hetaerina* na vazante. Já o gênero *Acanthagrion* emergiu em todos os períodos do
 526 ano, com maior emergência no início de chuva.

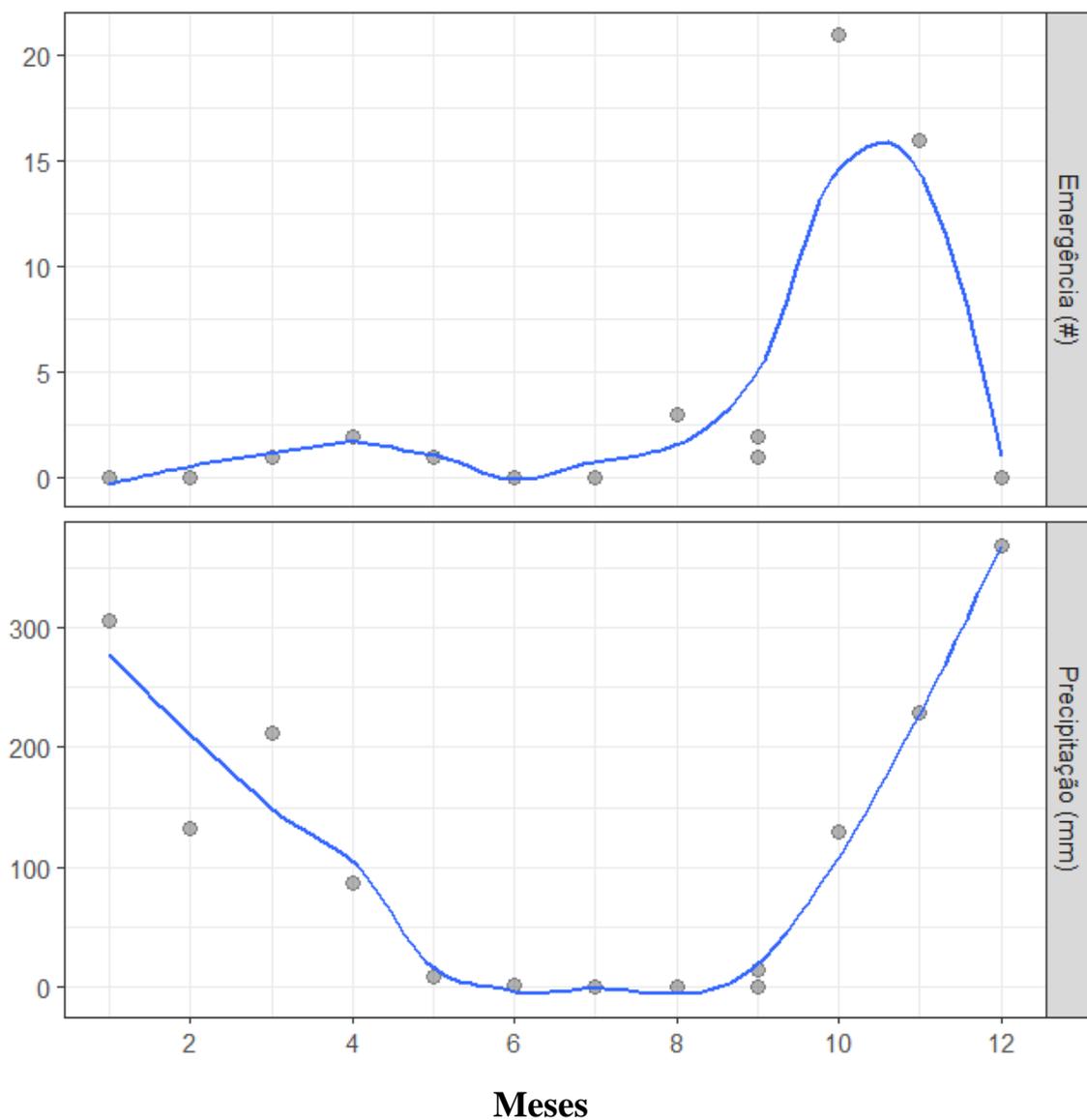
527 Em relação a amostragem da fauna bentônica (pelo método de varredura em áreas
 528 fixas), encontramos que o gênero *Neoneura* ocorreu apenas no período da seca, entretanto
 529 nas armadilhas de emergência registramos uma grande quantidade de emergência desse
 530 gênero no período de início de chuvas (n=22), o que nos leva a indicar que este gênero pode
 531 não estar ocorrendo na chuva e na vazante devido à grande quantidade de emergência em
 532 período anterior, podendo indicar um único ciclo de vida anual.

533 Tabela 4 Registros de emergências dos gêneros de Odonata entre os períodos do ano,
 534 Córrego Bacaba, Nova Xavantina - MT.

Gêneros	Chuva	Vazante	Seca	Início de chuva
ANISOPTERA				
<i>Dythemis</i>	0	0	0	1
<i>Elga</i>	0	0	1	0
<i>Oligoclada</i>	0	0	0	1
<i>Perithemis</i>	0	0	1	3
<i>Phyllocycla</i>	0	0	0	1
<i>Tramea</i>	0	0	0	1
ZYGOPTERA				
<i>Acanthagrion</i>	1	1	3	7
<i>Argia</i>	0	1	1	0
<i>Hetaerina</i>	0	1	0	0
<i>Neoneura</i>	0	0	0	22
<i>Protoneura</i>	0	0	0	1

535

536



537

Meses

538 Fig 10 Relação entre quantidade de precipitação e número de registros de emergências do
 539 Córrego Bacaba e Salgadinho, Nova Xavantina – MT.

540

541

542

543

544

545

Discussão

546
547548 *Variações estacionais e climáticas regionais*

549 Considerando a categorização em períodos do ano (trimestral: chuva, vazante, seca e
550 início de chuva), a abundância e riqueza de Anisoptera respondeu a categorização trimestral
551 baseadas nas principais características estacionais de cada período, no entanto o mesmo já
552 não ocorreu para Zygoptera, confirmando parcialmente nossas previsões (i_1) e (i_2). Em
553 contrapartida, analisando o efeito de fatores climáticos tanto abundância de Anisoptera e
554 Zygoptera, como a riqueza de Anisoptera responderam as variações climatológicas de
555 precipitação e temperatura, indicando que Zygoptera (dados de abundância) são sensíveis a
556 essas variações. Tal resultado indica, que a classificação em categorias elaborada através da
557 observação de características climáticas ao longo do ano não reflete bem a abundância e
558 riqueza de Zygoptera, uma vez que os períodos do ano de vazante e início de chuva na
559 realidade são caracteristicamente variáveis conforme o ano, de forma que a chuva se estende
560 na vazante e a seca no início de chuva de forma diferente ao longo do tempo.

561 Em períodos com maior incidência de chuva, a abundância e riqueza de Anisoptera
562 apresenta um decréscimo. Ao longo do ano, no período chuvoso, ocorre aumento dos níveis
563 de precipitação, o qual pode promover o carreamento dos substratos, ocasionando uma
564 homogeneização ambiental (Gonçalves & Aranha 2004, Bispo *et al* 2006). Assim, em
565 resposta às flutuações hidrológicas, ocorre o arrasto de folhas, galhos, areia do fundo dos
566 riachos, substrato que frequentemente são usados pelas libélulas, promovendo o carreamento
567 dos organismos juntamente com o substrato em direção a jusante (Gonçalves & Aranha
568 2004, Suhaila *et al* 2017). No entanto, tal efeito teria que afetar organismos das duas
569 subordens, entretanto variações ecofisiológicas (Mendes *et al* 2015, De Marco *et al* 2015)
570 entre estes dois grupos de insetos parece indicar maior sincronismo de emergência para
571 Anisoptera que para Zygoptera.

572 Em relação ao efeito da temperatura sobre ambas as subordens, nota-se que quando
573 ocorre um aumento da temperatura do ar, diminui a abundância de Zygoptera e aumenta
574 para os Anisoptera, refletindo o mesmo padrão encontrado para os adultos de Odonata. Tal
575 padrão nas larvas, pode ter relação com o processo de oviposição dos adultos, uma vez que
576 em temperaturas maiores as fêmeas de Anisoptera estão mais ativas no ambiente,
577 consequentemente aumentando sua oviposição, já para Zygoptera o efeito inverso em altas
578 temperaturas a abundância de adultos de Zygoptera diminui e isso reflete nos imaturos (May
579 *et al* 1976, 1979, 1991).

580 A alta emergência das larvas em períodos com maiores precipitações e temperatura
581 (Salvarina *et al* 2017, Trapero-Quintana & Reyes-Tur 2017), também pode estar
582 promovendo a diminuição da abundância, uma vez que, no início do período chuvoso alguns
583 gêneros apresentam sincronismo de emergência, buscando escapar das flutuações
584 hidrológicas (Hayden & Clifford 1974, Gibbs & Mingo 1986). Além disso, a limitação de
585 recursos em períodos com maior precipitação pode acelerar os estádios e conseqüentemente
586 a emergência em períodos anteriores a chuva (Verheyen *et al* 2018).

587 Analisando a riqueza, apenas precipitação afeta negativamente Anisoptera, e não
588 Zygoptera por ambas, indicando que outros fatores estão exercendo efeito sobre esse padrão
589 da comunidade. Acreditamos que, como Zygoptera vive mais próximo ao corpo d' água (no
590 interior da mata ciliar) seu comportamento reprodutivo pode ser menos afetado nas épocas
591 de transição entre precipitação e seca. Enquanto, Anisoptera que vive mais em áreas abertas,
592 apresenta padrão mais definido em respostas as variações de época do ano alterando
593 inclusive na riqueza entre períodos (Juen *et al* 2014).

594 Considerando a composição, ambas as subordens foram afetadas pelos períodos do
595 ano, confirmando nossa predição (i₃), e demonstrando que há substituição de espécies ao
596 longo do ano de acordo com as variações sazonais. As libélulas são um componente
597 importante na avaliação da composição ecológica em ambientes aquáticos, uma vez que sua
598 composição pode sofrer mudanças sazonais (Moore 2001). A comunidade de
599 macroinvertebrados, incluindo a ordem Odonata, em geral, é influenciada por diversos
600 fatores, que incluem regime hidrológico, fatores físico-químicos, recursos alimentares e
601 heterogeneidade do habitat (Rempel *et al* 2000). Contudo, ao longo do ano, esses fatores
602 sofrem efeitos de variações sazonais, podendo, dessa forma, ocasionar mudanças na
603 composição de espécies, principalmente em função de suas diferentes estratégias de vida e
604 requerimentos ecológicos (Miguel *et al* 2017b).

605 Os gêneros de Odonata apresentam uma ampla diversidade morfológica, que permite o
606 grupo habitar os mais diversos microhabitat (Corbet 1999), e a variação destes,
607 principalmente nos períodos chuvosos, pode promover mudanças da comunidade entre
608 períodos do ano. Na época de chuva, em função do aumento da vazão, ocorre uma
609 homogeneização do leito em resposta ao carreamento do substrato, afetando os gêneros que
610 necessitam de determinado microhabitat para se estabelecer (Gonçalves & Aranha 2004,
611 Bispo *et al* 2006), levando a uma substituição dos gêneros, principalmente entre os períodos

612 de seca e chuva. O efeito que existe não é primariamente pela sazonalidade temporal, mas
613 pela climatológica bem marcada da precipitação e variação na temperatura do ar.

614 Assim acreditamos que, os Anisoptera com ciclos mais longos e maiores requisitos
615 alimentares apresentam um maior sincronismo, migrando do meio aquático para o
616 terrestres, muito rico em entomofauna (presas) durante o início das chuvas na região de
617 Transição, enquanto os Zygoptera, mais restritos à mata ciliar e com ciclos múltiplos de vida
618 ao longo do ano, possuem dissincronia, evitando a competição, de forma que embora não
619 mostre fortes variações de abundância e riqueza, apresentam variações significantes na
620 composição de espécies ao longo do ano.

621 *Registros de emergência*

622 A quantidade de registros de emergência, foi maior no período de início de chuva e
623 seca, e teve um decréscimo na época de chuva e vazante, confirmando nossas predições (ii₁)
624 e (ii₂). Entretanto, apesar da maioria dos gêneros de Odonata apresentarem maiores registros
625 de emergência no período de início de chuva, evidenciando um padrão de sincronismo de
626 emergência em determinado período do ano, observamos também gêneros com padrão
627 bivoltino (*Argia e Perithemis*) que emergiram em apenas dois períodos do ano, ou até
628 mesmo multivoltino (*Acanthagrion*), emergindo em todos os períodos. Em estudos
629 realizados na região de Cuba foram encontrados uma assincronia e heterogeneidade nos
630 períodos de emergência de Odonata no sistema estudado de água doce, contrapondo nossos
631 resultados (Trapero-Quintana & Reyes-Tur 2011, 2017).

632 O padrão de sincronismo de emergência no período de início de chuva pode estar
633 relacionado a quantidade de precipitação, apresentando maior quantidade de emergência em
634 períodos com maior precipitação (Salvarina *et al* 2017, Trapero-Quintana & Reyes-Tur
635 2017), uma vez que, a sincronia entre emergências e inundações sazonais permite aos
636 organismos escapar de flutuações hidrológicas (Hayden & Clifford 1974, Gibbs & Mingo
637 1986). Além da precipitação, a limitação de recursos no período de chuva, pode acelerar o
638 crescimento em períodos que antecedem a chuva e promover um sincronismo de
639 emergência, principalmente para gêneros com ciclo de vida univoltino, desse modo,
640 aceleração do crescimento em períodos que antecedem a chuva, previne a limitação de
641 recursos no período de chuva (timing), principalmente para gêneros com ciclo de vida
642 univoltino (Verheyen *et al* 2018).

643 Avaliando o gênero *Neoneura*, observamos que na amostragem pelo método de
644 varredura em áreas fixas ocorreu apenas uma captura na seca, já nas armadilhas de

645 emergência encontramos um grande número de registros de emergência no início de chuva,
646 o que nos indica um sincronismo nesse período e ciclo de vida univoltino. Este gênero é
647 mais característico de ambientes lênticos (Cariço *et al* 2009), o que nos mostra que sua
648 única coleta no período de seca pode estar associada as poças formadas pela intermitência
649 do riacho.

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

Considerações Finais

673
674
675

676 A riqueza de Zygoptera foi similar entre os períodos do ano, porém ocorre uma
677 mudança na composição. A abundância desta subordem foi fortemente influenciada pela
678 precipitação e pela temperatura do ar. Em relação a Anisoptera, a estrutura da comunidade é
679 afetada pelos períodos do ano, e quando avaliamos variáveis climatológicas percebemos que
680 temperatura e precipitação afetam a abundância, porém apenas a precipitação exerce um
681 efeito sobre a riqueza dessa subordem. A partir disso, tais resultados demonstram que a
682 categorização em períodos do ano não reflete bem a abundância e riqueza de Zygoptera.
683 Ainda considerando a composição observamos que os gêneros de ambas as subordens
684 permanecem o mesmo dentro de cada período ao longo dos seis anos, mudando somente ao
685 comparar os períodos. Tais mudanças ao longo do ano também podem influenciar a
686 emergência de Odonata, que mostraram um sincronismo de emergência em períodos de
687 início de chuva e seca.

688 Levando em consideração tais resultados, indicamos que programas de
689 monitoramento da biodiversidade devem levar em consideração as variações sazonais ao
690 projetar atividades com cunho conservacionista, a fim de apresentar o padrão real das
691 comunidades entre diferentes épocas do ano. Além de que, ao realizar trabalhos em
692 condições que apresentem limitação de tempo ou de recurso recomendamos serem feitas
693 coletas dos imaturos no período de seca, uma vez que, nessa época a estrutura da
694 comunidade de Odonata contempla a biodiversidade existente em todos os outros períodos
695 do ano.

696

697

698

699

700

701

702

Referências Bibliográficas

- 703
704
705
- 706 Anderson MJ (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.
707 *Austral Ecol* 26:32-46
- 708 Anderson MJ, Ellingsen KE, Mcardle BH (2006) Multivariate dispersion as a measure of
709 beta diversity. *Ecol Lett* 9: 683-693
- 710 Bae M, Chun JH, Chon T, Park Y (2016) Spatio-Temporal Variability in Benthic
711 Macroinvertebrate Communities in Headwater Streams in South Korea. *Water* 8:1-15
- 712 Bispo PC, Oliveira LG, Bini LM, Sousa KG (2006) Ephemeroptera, Plecoptera and
713 Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil:
714 environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Braz J*
715 *Biol* 66:611–622
- 716 Brasil LS, Oliveira-Junior JMB, Calvão LB, Carvalho FG, Monteiro Júnior CS, Dias-Silva
717 K, Juen L (2017) Spatial, biogeographic and environmental predictors of diversity in
718 Amazonian Zygoptera. *Insect Conserv Divers* doi: 10.1111/icad.12262
- 719 Carriço C, Santos TC, Costa JM, Trapero-Quintana AD (2009) Ocorrência de *Neoneura*
720 *maria* (Scudder, 1866) (Odonata: Protoneuridae) para a Província de Santiago de Cuba.
721 *Biota Neotrop* 9:261-263
- 722 Carvalho FG, Pinto NS, Oliveira-Júnior JMB, Juen L (2013) Effects of marginal vegetation
723 removal on Odonata communities. *Acta Limnol Bras* 25:10-18
- 724 Costa JM, Souza LOI, Oldrini BB (2004) Chave para identificação das famílias e gêneros
725 das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos
726 (Insecta, Odonata). *Publ Avul do Mus Nac* 99:1-44
- 727 Connell JH (1978) Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science* 199: 1302-
728 1310
- 729 Corbet PS (1999) *Dragonflies: behavior and ecology*. Cornell University Press, New York, p
730 864
- 731 De Marco P, Batista JD, Cabette HSR (2015) Community assembly of adult odonates in
732 tropical streams: An ecophysiological hypothesis. *PLoS ONE* 10:
733 doi.org/10.1371/journal.pone.0123023
- 734 Fulan JA, Henry R (2008) Variação anual da biomassa de *Telebasis* (ODONATA:
735 *Coenagrionidae*), junto à *Eichhornia azurea* (SW.) kunth, na Lagoa do Camargo (lateral
736 ao Rio Paranapanema, São Paulo). *Estud Biol* 30:117-123
- 737 Gibbs KE, Mingo TM (1986) The life history, nymphal growth rates, and feeding habits of
738 *Siphonisca aerodroma* Needham (Ephemeroptera: Siphonuridae) in Maine. *Can J Zool*
739 64:427–430
- 740 Giehl NFS, Dias-Silva K, Juen L, Batista JD, Cabette HSR (2014) Taxonomic and
741 Numerical Resolutions of *Nepomorpha* (Insecta: Heteroptera) in Cerrado Streams. *PloS*
742 *One* 9: e103623
- 743 Giehl NFS, Fonseca PVB, Dias-silva K, Brasil LS, Cabette HSR (2015) Efeito de fatores
744 abióticos sobre *Brachymetra albinervis albinervis* (Heteroptera: Gerridae). *Iheringia*
745 *Série Zool* 105:411-415

- 746 Gonçalves FB, Aranha JMR (2004) Ocupação espaço-temporal pelos macroinvertebrados
747 bentônicos na bacia do rio Ribeirão Paranaguá, PR (Brasil). *Acta Biol Paran* 33:181-
748 191
- 749 Hayden W, Clifford HF (1974) Seasonal movements of the mayfly *Leptophlebia cupida*
750 (Say) in a brown-water stream of Alberta, Canada. *Am Midl Nat* 91:90–102
- 751 INMET (2018) Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil. <http://www.inmet.gov.br/portal/>
752 Acessado 13 Abr 2018
- 753 Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlenn D, Minchin PR,
754 O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Henry M, Stevens H, Szoecs E, Wagner H
755 (2017) *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-5.
756 <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- 757 Salvarina I, Gravier D, Rothhaupt KO (2017) Seasonal insect emergence from three
758 different temperate lakes. *Limnologica* 62:47–56
- 759 Juen L, Oliveira Júnior JMB, Shimano Y, Mendes TP, Cabette HSR (2014) Composição e
760 riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um
761 ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta Amazon* 44:175-184
- 762 Landeiro VL, Hamada N, Godoy BS, Melo AS (2010) Effects of litter patch area on
763 macroinvertebrate assemblage structure and leaf breakdown in Central Amazonian
764 streams. *Hydrobiologia* 649:355–363
- 765 May ML (1976) Thermoregulation and Adaptation to Temperature in Dragonflies (Odonata:
766 Anisoptera). *Ecological Monographs* 46:1–32
- 767 May ML (1979) Insect Thermoregulation. *Annual Review of Entomology* 24:313–349
- 768 May ML (1991) Thermal adaptations of dragonflies, revisited. *Advances in Odonatology* 5:
769 71–88
- 770 Mendes TP, Cabette HSR, Juen L (2015) Setting boundaries: Environmental and spatial
771 effects on Odonata larvae distribution (Insecta). *An Acad Bras Cienc* 87:239-248
- 772 Mendes TP, Oliveira Júnior JMB, Cabette HSR, Batista JD, Juen L (2017) Congruence and
773 the Biomonitoring of Aquatic Ecosystems: Are Odonate Larvae or Adults the Most
774 Effective for the Evaluation of Impacts. *Neotrop Entomol* 46: 631-641
- 775 Miguel TB, Calvão LB, Vital MVC, Juen L (2017a) A scientometric study of the order
776 Odonata with special attention to Brazil. *Int J Odonatol* 20:27-42
- 777 Miguel TB, Oliveira Júnior JMB, Ligeiro R, Juen L (2017b) Odonata (Insecta) as a tool for
778 the biomonitoring of environmental quality. *Ecol Indic* 81:555-566
- 779 Monteiro Júnior CS, Esposito MC, Juen L (2016) Are the adult odonate species found in a
780 protected area different from those present in the surrounding zone? A case study from
781 eastern Amazonia. *J Insect Conserv* 20: 643–652
- 782 Moore NW (2001) Changes in the dragonfly communities at the twenty ponds at
783 Woodwalton Fen, Cambridgeshire, United Kingdom, since the study of 1962–1988.
784 *Odonatologica* 30: 289–298
- 785 Neiss UG, Hamada N (2014) Ordem Odonata. In: Hamada N, Nessimian JG, Querino RB
786 (eds) *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*.
787 Instituto de Pesquisa da Amazônia - INPA, Manaus, pp 217-284
- 788 Oliveira Júnior JMB, De Marco Junior P, Dias-Silva K, Leitão RP, Leal CG, Pompeu PS,

- 789 Gardner TA, Hughes RM, Juen L (2017) Effects of human disturbance and riparian
790 conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams.
791 *Limnologica* 66: 31-39
- 792 Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA (2007) Updated world map of the Koppen-Geiger
793 climate classification. *Hydrol Earth Syst Sci Updat* 11:1633-1644
- 794 Rempel LL, Richardson JS, Healey MC (2000) Macroinvertebrate community structure
795 along gradients of hydraulic and sedimentary conditions in a large gravel-bed river.
796 *Freshw Biol* 45:57-73
- 797 Siqueira T, Bini LM, Roque FO, Couceiro SRM, Trivinho-Strixino S, Cottenie K (2012)
798 Common and rare species respond to similar niche processes in macroinvertebrate
799 metacommunities. *Ecography* 35:183-192
- 800 Suhaila AH, Che Salmah MR, Nurul Huda A (2016) Composition and distribution of
801 Odonata larvae and its relationship with physicochemical water quality in
802 Northern Peninsular Malaysia. *Malays J Sci* 35:213-225
- 803 Trapero-Quintana A, Reyes-Tur B (2011) patrones de emergencia de odonata en Las
804 Cuabas, Santiago De Cuba. *La SEA* 46:273-280
- 805 Trapero-Quintana A, Reyes-Tur B (2017) Patrones de emergencia de Odonata (Insecta)
806 en un hábitat lótico de Cuba oriental. *Rev Biol Trop* 65:807-818
807
- 808 Valente-Neto F, Roque FO, Rodrigues ME, Juen L, Swan CM (2016) Toward a practical use
809 of Neotropical odonates as bioindicators: Testing congruence across taxonomic
810 resolution and life stages. *Ecol Indic* 61:952-959
811
- 812 Verheyen J, Temmerman K, De Block M, Stoks R (2018) Voltinism- associated differences
813 in winter survival across latitudes: integrating growth, physiology, and food intake.
814 *Oecol* 186:1-11
815
- 816 Verberk WCEP, Bilton DT, Calosi P, Spicer JJ (2011) Oxygen supply in aquatic ectotherms:
817 Partial pressure and solubility together explain biodiversity and size patterns. *Concepts*
818 *& Synthesis* 92:1565-1572
- 819 Zeuss D, Brunzel S, Brandl R (2017) Environmental drivers of voltinism and body size in
820 insect assemblages across Europe. *Global Ecol Biogeogr* 26: 154-165
821
822
823
824
825
826
827
828

Apêndices

829
830
831
832 Apêndice 1 – Abundância dos gêneros de Odonata entre os períodos dos anos, Córrego
833 Bacaba, Nova Xavantina – MT.
834

835	Subordem/Gêneros	Chuva	Vazante	Seca	Início de chuva
836	Anisoptera				
	<i>Aeschnosoma</i>	0	0	0	1
837	<i>Anatya</i>	1	2	9	19
838	<i>Brechmorhoga</i>	3	73	3	1
	<i>Elasmothemis</i>	1	1	1	0
839	<i>Elga</i>	10	36	95	57
840	<i>Epigomphus</i>	0	0	1	2
841	<i>Erythrodiplax</i>	0	0	0	1
	<i>Gynacantha</i>	0	1	0	0
842	<i>Gynothemis</i>	5	26	35	31
843	<i>Idiataphe</i>	0	1	0	0
	<i>Macrothemis</i>	19	23	32	51
844	<i>Micrathyria</i>	0	0	3	6
845	<i>Oligoclada</i>	13	11	38	48
846	<i>Orthemis</i>	0	7	0	0
	<i>Perithemis</i>	11	49	11	76
847	<i>Phyllocycla</i>	0	4	0	0
848	<i>Progomphus</i>	27	42	24	15
849	<i>Tramea</i>	2	1	4	23
	Zygoptera				
850	<i>Acanthagrion</i>	8	29	41	23
851	<i>Argia</i>	22	81	109	41
	<i>Epipleoneura</i>	11	13	87	41
852	<i>Heliocharis</i>	0	0	0	2
853	<i>Hetaerina_Mnesarete</i>	22	54	6	0
854	<i>Neoneura</i>	0	0	1	0
	<i>Oxyagrion</i>	0	1	4	2
855	<i>Perilestes</i>	21	1	0	5
856	<i>Protoneura</i>	2	0	6	9

857

858

859

860 Apêndice 2 – Seleção das variáveis climatológicas relacionadas com a abundância e riqueza das subordens de Odonata. Prec_ant= precipitação
 861 no mês anterior a coleta, prec_col= precipitação no mês de coleta, prec_tres= precipitação três meses antes da coleta, temp_ant=temperatura do
 862 mês anterior a coleta temp_col=temperatura no mês de coleta, temp_tres= temperatura três meses antes da coleta.
 863 .0

Abundância de Anisoptera												
x	Intercepto	Prec_ant	Prec_col	Prec_tres	Temp_ant	Temp_col	Temp_tres	df	logLik	AICc	Delta	weight
19	-3.181365		-0.0016			0.20016		3	-261.79	530.785	0	0.42867
23	-2.831629		-0.0014	-0.0004		0.19085		4	-261.27	532.648	1.86236	0.16894
55	-1.5193		-0.0012	-0.0008		0.19664	-0.043362	5	-259.81	532.952	2.16641	0.14511
51	-2.885393		-0.0015			0.20623	-0.014852	4	-261.52	533.155	2.36956	0.13109
20	-3.342762	0.00022	-0.0017			0.20422		4	-261.56	533.231	2.44579	0.12619
1	3.68470							1	-381.97	766.126	235.341	0.0
Abundância de Zygoptera												
40	9.206235	-0.0009	-0.0026	-0.0017			-0.158161	5	-167.49	348.318	0	0.35473
47	8.64241		-0.0029	-0.0021	0.05191		-0.195657	5	-167.89	349.121	0.803	0.23742
39	9.404488		-0.0029	-0.0022			-0.164975	4	-169.59	349.282	0.96393	0.21907
48	8.807214	-0.0007	-0.0027	-0.0018	0.03152		-0.178895	6	-167.01	350.961	2.64289	0.09462
56	8.513035	-0.0009	-0.0025	-0.0017		0.02413	-0.163065	6	-167.01	350.971	2.65273	0.09416
1	3.28653							1	-232.44	467.065	118.747	0.0
Riqueza de Anisoptera												
3	2.037214		-0.0025					2	-48.961	102.493	0	0.4252
35	0.8355578		-0.0024				0.0347686	3	-48.649	104.498	2.004	0.15606
11	1.0404146		-0.0024		0.02859			3	-48.728	104.655	2.162	0.14423
7	2.0646254		-0.0022	-0.0005				3	-48.728	104.656	2.162	0.14419
19	1.2063403		-0.0023			0.02345		3	-48.829	104.858	2.365	0.13033
1	1.81238							1	-53.912	110.005	7.512	0.0
Riqueza de Zygoptera												
1	1.299283							1	-42.147	86.4749	0	0.3239
2	1.4633182	-0.0013						2	-41.151	86.8726	0.39763	0.2655
3	1.3919231		-0.0009					2	-41.628	87.8267	1.35173	0.16477
5	1.3707749			-0.0007				2	-41.809	88.1893	1.71437	0.13745
33	0.4695898						0.024168	2	-42.046	88.6644	2.18945	0.10839

864 Apêndice 3 – Relação das variáveis climatológicas (após seleção das variáveis) com a
 865 abundância e riqueza das subordens de Odonata. Prec_ant= precipitação no mês anterior
 866 a coleta, prec_col= precipitação no mês de coleta, prec_tres=precipitação três meses
 867 antes da coleta, temp_col=temperatura no mês de coleta e temp_tres= temperatura três
 868 meses antes da coleta.

869

Abundância de Anisoptera					
Coefficientes	Estimate	SE	Z	p	R ²
Intercepto	-3.181365	0.63265	-5.029	<0.0001	0.375
prec_col	-0.001567	0.00041	-3.8	0.00015	-
temp_col	0.200157	0.01745	11.467	<0.0001	-
Abundância de Zygoptera					
Intercepto	9.206235	1.03183	8.922	<0.0001	0.264
prec_ant	-0.000908	0.00045	-2.03	0.04234	-
prec_col	-0.002602	0.0005	-5.232	<0.0001	-
prec_tres	-0.001741	0.00052	-3.324	0.00089	-
temp_tres	-0.158161	0.02966	-5.332	<0.0001	-
Riqueza de Anisoptera					
Intercepto	2.037214	0.1062	19.183	<0.0001	0.456
prec_col	-0.002479	0.00087	-2.857	0.00427	-

870

871 Apêndice 4 – Diferença na composição de gêneros de imaturos de Odonata entre os
 872 períodos do ano, analisando todos os períodos do ano (PERMANOVA) e os pares entre
 873 os quatro períodos do ano (PERMANOVA pareada). Chuva=1, vazante=2, seca=3 e
 874 início de chuva=4.

875

Períodos	Táxon	Pseudo-F	R ²	p
Todos	Odonata	3.448	0.135	0.001*
1x2	Odonata	1.076	0.097	0.352
1x3	Odonata	3.084	0.235	0.003*
1x4	Odonata	2.422	0.195	0.017*
2x3	Odonata	1.821	0.154	0.061
2x4	Odonata	2.305	0.187	0.029*
3x4	Odonata	1.302	0.115	0.222

876

877 Apêndice 5 – Diferença na composição de gêneros de Anisoptera entre os períodos do
 878 ano, analisando todos os períodos do ano (PERMANOVA) e os pares entre os quatro

879 períodos do ano (PERMANOVA pareada). Chuva=1, vazante=2, seca=3 e início de
880 chuva=4.

881

Períodos	Táxon	Pseudo-F	R²	p
Todos	Anisoptera	2.852	0.114	0.004*
1x2	Anisoptera	1.074	0.097	0.345
1x3	Anisoptera	1.710	0.146	0.086
1x4	Anisoptera	2.300	0.187	0.024*
2x3	Anisoptera	1.06	0.095	0.426
2x4	Anisoptera	2.134	0.175	0.035*
3x4	Anisoptera	1.139	0.102	0.326

882

883 Apêndice 6 – Diferença na composição de gêneros de Zygoptera entre os períodos do
884 ano, analisando todos os períodos do ano (PERMANOVA) e os pares entre os quatro
885 períodos do ano (PERMANOVA pareada). Chuva=1, vazante=2, seca=3 e início de
886 chuva=4.

887

Períodos	Táxon	Pseudo-F	R²	p
Todos	Zygoptera	3.811	0.147	0.003*
1x2	Zygoptera	0.934	0.085	0.485
1x3	Zygoptera	4.733	0.321	0.003*
1x4	Zygoptera	2.260	0.184	0.043*
2x3	Zygoptera	2.718	0.213	0.041*
2x4	Zygoptera	2.616	0.207	0.019*
3x4	Zygoptera	1.541	0.133	0.168

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899