

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRENO RODRIGO DE ARAUJO

INTEGRIDADE DE HABITAT, COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA  
COMUNIDADE DE LIBÉLULAS (INSECTA: ODONATA) EM UM AFLUENTE DO  
RIO BRUMADO, BACIA DO MARUMBI, MUNICÍPIO DE MORRETES, ESTADO DO  
PARANÁ, BRASIL

CIDADE

2018

BRENO RODRIGO DE ARAUJO

INTEGRIDADE DE HABITAT, COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA  
COMUNIDADE DE LIBÉLULAS (INSECTA: ODONATA) EM UM AFLUENTE DO  
RIO BRUMADO, BACIA DO MARUMBI, MUNICÍPIO DE MORRETES, ESTADO DO  
PARANÁ, BRASIL

Monografia apresentada ao Departamento de  
Zoologia da Universidade Federal do Paraná como  
pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel  
em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Parise Pinto

CURITIBA

2018

## RESUMO

Odonata reúne insetos predadores, com larvas aquáticas e adultos terrestres, sendo ambas as fases potenciais indicadores de qualidade ambiental. Este estudo foi conduzido no segundo maior fragmento contínuo de Mata Atlântica, em um riacho no município de Morretes, estado do Paraná, Brasil. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre a riqueza de libélulas e a qualidade ambiental através do Índice de Integridade de Habitat (IIH). A composição e estrutura da comunidade também foram caracterizadas. Foi realizada uma amostragem em um afluente do Rio Brumado em um trecho com maior (IIH = 0,81) e outro com menor integridade (IIH = 0,66) durante as estações primavera e verão. Coletas extra-afluente representaram a fauna local totalizando 50h de esforço amostral. Curvas de rarefação, índices de diversidade, análises de similaridade, regressão e ordenamento foram conduzidas para determinar os componentes alfa e beta da diversidade. Foram coletados 600 indivíduos pertencentes a seis famílias, seis gêneros e 36 espécies. As famílias com maior riqueza foram Libellulidae (Anisoptera) com 18 espécies e Coenagrionidae (Zygoptera) com nove espécies. A relação entre o IIH e a riqueza indica uma perda de espécies com o aumento da integridade ( $p = 0,006$ ) para o trecho menos íntegro, não havendo tendência significativa para o trecho mais íntegro ( $p = 0,820$ ). Foi observada uma flutuação não linear na riqueza em função da integridade de habitat. A integridade de habitat influencia a composição da comunidade de Odonata devido a substituição das espécies especialistas por generalistas. Dessa forma, o uso de táxons específicos pode representar um grande refinamento no emprego dos Odonata como bioindicadores. Finalmente, com base em uma fêmea, *Progomphus elegans* Belle, 1973 (Anisoptera: Gomphidae) é registrada pela primeira vez para o Paraná, espécie conhecida apenas do holótipo macho proveniente do estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: Biomonitoramento. Mata Atlântica. Gomphidae.

## ABSTRACT

Odonata gathers predatory insects, with aquatic larvae and terrestrial adults, both phases being potential indicators of environmental quality. This study was conducted in the second largest continuous fragment of Atlantic Forest, in a stream in the municipality of Morretes, state of Paraná, Brazil. The objective of this work was to analyze the relationship between dragonfly richness and environmental quality through the Habitat Integrity Index (IIH). The composition and structure of the community were also characterized. Sampling was carried out on a tributary of the Brumado River in a section with higher (IIH = 0.81) and one with lower integrity (IIH = 0.66) during the spring and summer seasons. Extra-affluent collections represented the local fauna totaling 50h of sample effort. Rarefaction curves, diversity indexes, similarity, regression and ordering analyzes were conducted to determine the alpha and beta components of diversity. A total of 600 individuals belonging to six families, six genera and 36 species were collected. The most abundant families were Libellulidae (Anisoptera) with 18 species and Coenagrionidae (Zygoptera) with nine species. The relationship between IIH and richness indicates a loss of species with increased integrity ( $p = 0.006$ ) for the less complete section, and there was no significant tendency for the more complete section ( $p = 0.820$ ). A nonlinear fluctuation in richness was observed as a function of habitat integrity. Habitat integrity influences the composition of the Odonata community due to the replacement of specialist species by generalists. In this way, the use of specific taxa can represent a great refinement in the use of Odonata as bioindicators. Finally, based on a female, *Progomphus elegans* Belle, 1973 (Anisoptera: Gomphidae) is recorded for the first time in Paraná, a species known only from the male holotype from the state of Santa Catarina.

Keywords: Biomonitoring. Atlantic Forest. Gomphidae.

Se existe alguém a quem dedicar este trabalho não poderia ser outra pessoa que não a aquela que me trouxe a vida, que lutou pela minha vida e que me transborda com seu amor e apoio incondicional. Mãe

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais pelo amor, incentivo e suporte.

À UFPR pela formação de qualidade.

Ao Prof. Dr. Ângelo Parise Pinto pela excelente orientação.

À todos os profissionais que contribuíram para minha formação, em especial, Andreia, Teresinha, Maria de Lourdes Bavaresco, Lucimara Rosa, Marcelo Mueller, Wilmar, Márcia Helena Mendonça, Rodrigo Feitosa, Emygdio Monteiro-Filho, Maria Angélica Haddad, Paulo de Tarso, Andriguetto, Renato Goldenberg, André Padial, Erasto Villa Branco Júnior, Maurício Moura, dentre tantos outros que foram fundamentais.

Aos membros da banca professores Maurício O. Moura e Rodrigo T. Gonçalves pela avaliação e recomendações.

Aos amigos, que tornaram este caminho mais alegre, em especial Larissa Emanuelle, Raquel Divieso, Monica Corrao e Rayana Sato.

À todos que de alguma forma me auxiliaram na realização deste trabalho.

## EPÍGRAFE

Felicidade não é só o que a gente constrói como felicidade. Microsegundo é isso, quando pequenas coisinhas acontecem e você vê como o mundo, a vida, o tempo, como a existência é bonita e é feliz.

A felicidade vem nos microssegundos

**Maria Luiza de Arruda Botelho Pereira de Magalhães**

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – Mapa da área de estudo na região litorânea do estado do Paraná, Brasil. (A) Limites do estado (quadro em destaque) e do município de Morretes; (B) Perímetro de amostragem (círculo tracejado) e sítios de coleta (círculos azuis) de indivíduos de Odonata. Fonte: o autor (2018). ..... 11
- FIGURA 2 – Esquema da amostragem realizada no afluente do Rio Brumado, Bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil. Fonte: o autor (2018). ..... 12
- FIGURA 3 – Sítios de coleta de indivíduos de Odonata no bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil: (A, B) Poça artificial associada a riacho; (C) Tanque artificial recente; (D) Riacho no interior de chácara; (E) Poças pluviais as margens do Rio Brumado; (F) Trecho do Rio Brumado. FONTE: (A–E) o autor (2018); (F) Ângelo P. Pinto (2017). ..... 13
- FIGURA 4 – Riqueza absoluta das comunidades e amostragem Global (vermelho). Trechos I e II, afluente do Rio abrumado (Afluente); Extra-afluente (demais sítios de amostragem). Fonte: o autor (2018). ..... 22
- FIGURA 5 – Indivíduos de Odonata coletadas no bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil: (A) *Heteragrion aurantiacum*, Heteragrionidae; (B) *Hetaerina hebe*, Calopterygidae; (C): *Micrathyria artemis*, Libellulidae; (D) *Nephepeltia phryne*, Libellulidae; (E) *Elasmothemis cannacrioides*, Libellulidae; (F, G) *Dasythemis venosa*, Libellulidae. A–B, Zygoptera, C–G, Anisoptera. FONTE: (A–D) o autor (2018); (E–G) Ângelo P. Pinto (2017). ..... 23
- FIGURA 6 – Curva de rarefação de espécies com interpolação até a riqueza observada (losango negro) e extrapolação. Riqueza observada igual a 36 espécies em 600 indivíduos, riqueza extrapolada alcança assíntota em 41 espécies com 1200 indivíduos. Fonte: o autor (2018). ..... 24
- FIGURA 7 – Curva de rarefação de espécies com interpolação até a riqueza observada (círculo negro). Em azul, riqueza do afluente do Rio Brumado com 8

espécies observadas em 442 indivíduos; em verde curva da riqueza Extra-afluente com 32 espécies em 158 indivíduos. ....25

FIGURA 9 – Análise de ordenação de escalonamento multidimensional (*non-metric multidimensional scaling*, NMDS) entre os sítios de coleta agrupados por afluente do rio brumado (Afluente, Trechos I e II), sítios Extra-afluente e Global. ....27

FIGURA 10 – Trechos amostrados do afluente do Rio Brumado, Bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil. (A, B) Trecho I (menos íntegro) canal e dossel, respectivamente; (C, D) Trecho II (mais íntegro) canal e dossel, respectivamente. FONTE: o autor (2018). ....28

FIGURA 11 - Variação do índice de integridade por trecho (I e II) do afluente do Rio Brumado, Morretes, Paraná, Brasil. O teste de variância não paramétrico de Mann-Witney-Wilcoxon indicou diferença significativa entre os trechos ( $p = 0,05$ ). Fonte: o autor (2018). ....30

FIGURA 12 – Análise de regressão linear entre integridade de habitat (IIH) e riqueza ( $S_{obs}$ ) de espécies do afluente do Rio Brumado, Morretes, Paraná, Brasil. Afluente do rio brumado (Riacho, Trechos I e II) curva cinza; Trecho I, pontos e curva azuis; Trecho II, pontos e curva laranjas. Fonte: o autor (2018). ....31

FIGURA 13 – Hábito da fêmea de *Progomphus elegans* Belle, 1973 em vista lateral, coletada em um afluente do Rio Brumado, Morretes, Paraná, Brasil. Barra de escala = 10 mm. Fonte: o autor (2018). ....31

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Diversidade das comunidades e diversidade global medidas pelos índices de Shannon e Simpson. .... 26

QUADRO 2 – Análise de dissimilaridade de espécies de Odonata no afluente do Rio Brumado nas comunidades Afluente, seus respectivos trechos (Trechos I e II) e Extra-afluente. .... 26

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Índice de integridade física de habitat (iih) modificado de nessimain et al. (2008) aplicada neste estudo. ....	17
TABELA 2 – Riqueza e abundância de espécies de Odonata no afluente do Rio Brumado e demais sítios de coleta em Morretes, Paraná, Brasil.....	20
TABELA 3 – Nota de integridade de habitat (iih) dos trechos I e II do afluente do Rio Brumado Morretes, Paraná, Brasil. ....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
1.1 ESTUDOS COM INTEGRIDADE DE HABITAT .....	8
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	10
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	10
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	10
3.2 AMOSTRAGEM .....	11
3.3 CURADORIA E IDENTIFICAÇÃO .....	14
3.4 ANÁLISES DOS DADOS .....	14
3.5 CONSIDERAÇÕES E ADEQUAÇÃO DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE DE HABITAT .....	15
<b>4 RESULTADOS</b> .....	20
4.1 RIQUEZA DE ODONATA .....	20
4.2 DIVERSIDADE ALFA .....	22
4.3 DIVERSIDADE BETA .....	26
4.4 INFLUÊNCIA DA INTEGRIDADE DE HABITAT (IIH) NA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE .....	27
4.5 REGISTROS DE OCORRÊNCIA E NOTAS TAXONÔMICAS .....	31
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	31
5.1 RIQUEZA DE ODONATA .....	32
5.2 DIVERSIDADE ALFA .....	32
5.3 DIVERSIDADE BETA .....	32
5.4 INFLUÊNCIA DA INTEGRIDADE DE HABITAT NA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE .....	33
5.5 REGISTROS DE OCORRÊNCIA E NOTAS TAXONÔMICAS .....	35
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

Odonata reúne os insetos conhecidos como libélulas. A ordem contém cerca de seis mil espécies viventes, estima-se que existam entre 1.000 e 1.500 espécies aguardando para serem descritas (SUHLING et al., 2015, p. 897; PINTO, 2016, p.7). Estes insetos estão distribuídos em todos os continentes, exceto Antártida, sendo a região Neotropical a de maior riqueza para o grupo (PINTO, 2016). De hábito anfibiótico, as libélulas permanecem em ambientes aquáticos durante a fase imatura, podem ser considerados indicadores da qualidade ambiental (SMITH et al., 2007; OERTLI, 2008; SILVA et al., 2010).

O Brasil é o país mais rico em espécies de Odonata, são aproximadamente 860 distribuídas em 14 famílias e 115 gêneros (SOUZA et al., 2017). Entretanto, a exemplo da maior parte da biota brasileira (OLIVEIRA et al., 2016) há um grande viés de amostragem, sendo os registros considerados escassos, concentrados na região sudeste e no Rio Amazonas (VIANNA; DE MARCO, 2012). Tal fato indica haver um conhecimento espacial limitado sobre a odonatofauna brasileira, o mesmo cenário pode ser considerado para o estado do Paraná, para qual não há estudos abrangentes sobre a diversidade de Odonata.

No estado do Paraná a Mata Atlântica é o bioma predominante, o qual corresponde em sua totalidade a aproximadamente 1.480.000 km<sup>2</sup> do território nacional (METZGER, 2009), ocorrendo também no Paraguai e na Argentina (CAMPANILI; SCHAFFER, 2010). A Mata Atlântica consiste em uma formação vegetacional com grande variedade de unidades fitogeográficas (veja RODERJAN et al., 2002). Originalmente a Mata Atlântica correspondia a 98,10% do território do Estado, onde são observadas quatro formações vegetacionais principais: Estepe (campo), Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (RODERJAN et al., 2002).

Nos anos 2000, MYERS et al. (2000) sugeriram 25 regiões prioritárias para a conservação (*hotspots*) em todo o planeta. Neste estudo a Mata Atlântica foi considerada um dos oito *hottest*, ou seja, uma das oito áreas com extrema prioridade para conservação por apresentar alto grau de ameaça e altos níveis de endemismo, contendo de 1 a 8% do total de espécies no mundo (MYERS et al., 2000; LAURENCE, 2008).

Relativo a conservação dos Odonata da Mata Atlântica, um dos fatores mais relevantes que ameaçam as libélulas são as alterações em cursos d'água, como degradação e canalização (SUHLING et al., 2015), além disso, a sensibilidade de algumas espécies as torna vulneráveis a alterações em seu habitat (OERTLI, 2008).

As atividades humanas, incluindo a demanda por água, alteram a estrutura, a dinâmica e o fluxo de energia em rios e lagos, isto modifica a ocorrência dos Odonata (PAULSON, 2009, p. 35). Alguns dos fatores que mais ameaçam a biodiversidade nos rios tropicais são a perda e degradação de habitat, a introdução de espécies exóticas, a sobre-exploração, a poluição e a captação excessiva de água (ALLAN; FLECKER, 1993; RAMÍREZ et al., 2008). Considerando a água como recurso essencial às atividades humanas, as análises aqui propostas têm como um de seus objetivos indicar se o uso e alteração moderada de um riacho, incluindo impactos em seu entorno, produz alterações na estrutura da comunidade de Odonata, como verificado para outras ordens de insetos aquáticos como os Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (FARIA et al., 2017).

O número de estudos com Odonata relacionados à ecologia e conservação tem crescido nos últimos anos. De 1980 a 2013 são aproximadamente 411 artigos publicados (BRIED; SAMWAYS, 2015). Com relação ao biomonitoramento são inúmeros os exemplos recentes em diferentes biomas brasileiros como Cerrado e Amazônia (SILVA et al., 2010; KUTCHER; BRIED, 2014; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2017). Diversos índices para avaliação de condições de cursos d'água foram desenvolvidos a fim de mensurar sua integridade (NESSIMIAN et al., 2008; KUTCHER; BRIED, 2014). O Índice de Integridade de Habitat (IIH) foi desenvolvido por Nessimian et al (2008), para avaliação de riachos Amazônicos, entretanto, este índice já foi utilizado e adaptado em estudos desenvolvidos na Mata Atlântica.

O objetivo deste estudo foi analisar por meio de uma regressão linear a relação direta entre integridade de habitat medida através do IIH e riqueza da odonatofauna em dois trechos de um afluente do Rio Brumado. Adicionalmente caracterizar a fauna de Odonata na região a fim de comparar a fauna presente no riacho com a fauna regional.

## 1.1 ESTUDOS COM INTEGRIDADE DE HABITAT

Na década de 1970 o *Stream Reach Inventory and Channel Stability Evaluation* foi desenvolvido para a avaliação da capacidade de recuperação de rios a perturbações que aumentassem a produção de sedimentos em regiões montanhosas (PFANKUCH, 1975, Form 2500-5A). Na década de 1990, com base no supracitado, foi desenvolvido o *Riparian, Channel and Environmental Inventory* (RCE) onde 16 parâmetros foram determinados para inferir sobre a integridade física de riachos de planícies associados a agricultura (PETERSEN, 1992). A premissa principal do RCE foi baseada em estudos anteriores que demonstraram que a integridade física de um riacho está diretamente relacionada à sua integridade biótica. A exemplo de sua aplicação para um riacho altamente canalizado sem vegetação ripária atribui-se menor nota, enquanto um riacho sem sinais de perturbação física recebe maior nota, sendo considerado mais íntegro. Uma das primeiras análises utilizando o RCE para a Mata Atlântica foi realizada no Rio Guapimirim, município de Guapimirim, estado do Rio de Janeiro (BUSS et al., 2002).

Baseado no RCE de Petersen, Nessimian et al. (2008), desenvolveram o Índice de Integridade de Habitat (IIH, no original *Habitat Integrity Index*) para avaliar a integridade física de riachos (igarapés) na Amazônia. Nessimian et al. (2008) avaliaram também a eficiência do índice na interpretação de impactos ambientais. O IIH trouxe uma forma de análise mais adequada às florestas tropicais se comparado ao RCE. Desde então o índice vem sendo utilizado em diversos estudos, por vezes na Mata Atlântica e algumas vezes sofrendo algumas alterações. Em dois estudos com libélulas, os autores fizeram alterações no IIH, o primeiro, desenvolvido em Viçosa, com alterações na composição da mata fora da zona ripária (SILVA et al. 2010). O segundo com alterações para integrar os impactos relativos à urbanização (MONTEIRO-JÚNIOR et al., 2014). Uma adequação de grande importância para aplicação em ambientes antropizados, como a Mata atlântica, região mais populosa do Brasil (LAURENCE, 2009) com 123 milhões de habitantes e 3.410 municípios (CAMPALINI et al., 2010).

As perturbações pontuais ou contínuas em cursos d'água geram respostas individuais e da comunidade como um todo, podendo haver: (1) perda de diversidade, (2) substituição de espécies com a chegada de espécies oportunistas e (3) diminuição no tamanho médio das espécies dominantes (GRAY, 1989). Entretanto, as alterações

1 e 2 são antagonistas, assim a perda de diversidade pode ser compensada pela chegada de espécies oportunistas, compensando a perda de espécies. Assim, a degradação do ambiente em diferentes níveis pode ou não influenciar a riqueza absoluta, uma vez que esta métrica considera apenas o número de espécies, não envolvendo outros aspectos como origem, função ecológica, biologia.

Considerando a comunidade de Odonata, Monteiro-Junior et al. (2014) em um estudo envolvendo 30 riachos de áreas urbanas da Amazônia, a relação entre a Integridade de Habitat e a riqueza de Odonata foi positiva para os Zygoptera e negativa para os Anisoptera. Segundo os autores, esta variação ocorre devido a grande quantidade de espécies sensíveis dentre os Zygoptera e a grande quantidade de espécies generalistas dentre os Anisoptera. Entretanto, Roque et al. (2017) avaliaram a relação entre integridade da Mata ripária e riqueza de insetos terrestres (Lepidoptera, Coleoptera) e aquáticos (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Odonata e Coleoptera) em um mosaico de Cerrado e Mata Atlântica no Mato Grosso do Sul, Brasil. Os resultados indicam não haver relação entre a integridade da Mata Ripária e a riqueza de espécies, o que é explicado pelos autores como um resultado das diferentes necessidades ecológicas relacionadas a cada táxon e devido a substituição das espécies locais por espécies generalistas, historicamente adaptadas à ambientes perturbados.

Para o estado do Paraná não há estudos com o uso do IIH e poucos analisaram a composição e estrutura de comunidades de Odonata em riachos da Mata Atlântica. Assim o presente estudo representa um passo importante para compreensão da influência da integridade de habitat na estruturação da comunidade de libélulas nessa região.

## 2 OBJETIVOS

2.1 Estimar os componentes alfa e beta da diversidade de comunidades de Odonata em dois trechos de um afluente do Rio Brumado ao longo das estações primavera e verão.

2.2 Analisar a relação entre integridade de habitat, a riqueza e composição da comunidade de Odonata.

2.3 Inventariar a riqueza de Odonata (*Pool*/Regional) na área de estudo e locais adjacentes.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no bairro América de Cima, município de Morretes, região litorânea do estado do Paraná, Brasil (FIGURA 1). O município está localizado próximo ao litoral paranaense onde está presente a cadeia montanhosa Serra do Mar, o segundo maior fragmento remanescente de Mata Atlântica com 508,57 ha (RIBEIRO et al., 2009). A formação vegetacional é de Floresta Ombrófila Densa com alta umidade e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (RODERJAN et al., 2002).

As coletas foram realizadas em um pequeno afluente sem nome do Rio Brumado (coordenadas de referência 25°30'22"S e 48°53'18"W), na Bacia Hidrográfica do Marumbi a altitude aproximada de 100 m. O riacho é utilizado para a captação de água para consumo humano e a pequena barragem construída para tal foi utilizada para delimitar a área de amostragem. Foram definidos dois trechos de 150 m cada, um abaixo da barragem (Trecho I) e outro acima da barragem (Trecho II) (FIGURA 2). Ambos os trechos foram avaliados com o IIH. O trecho de menor integridade (IIH: 0,66) situa-se abaixo da represa, próximo a uma área habitada, atualmente em expansão, com claras alterações na paisagem natural, como a supressão da vegetação ripária. Portanto, o trecho mais íntegro (IIH: 0,82) está a montante da represa e apresenta indicadores de menor alteração de habitat.

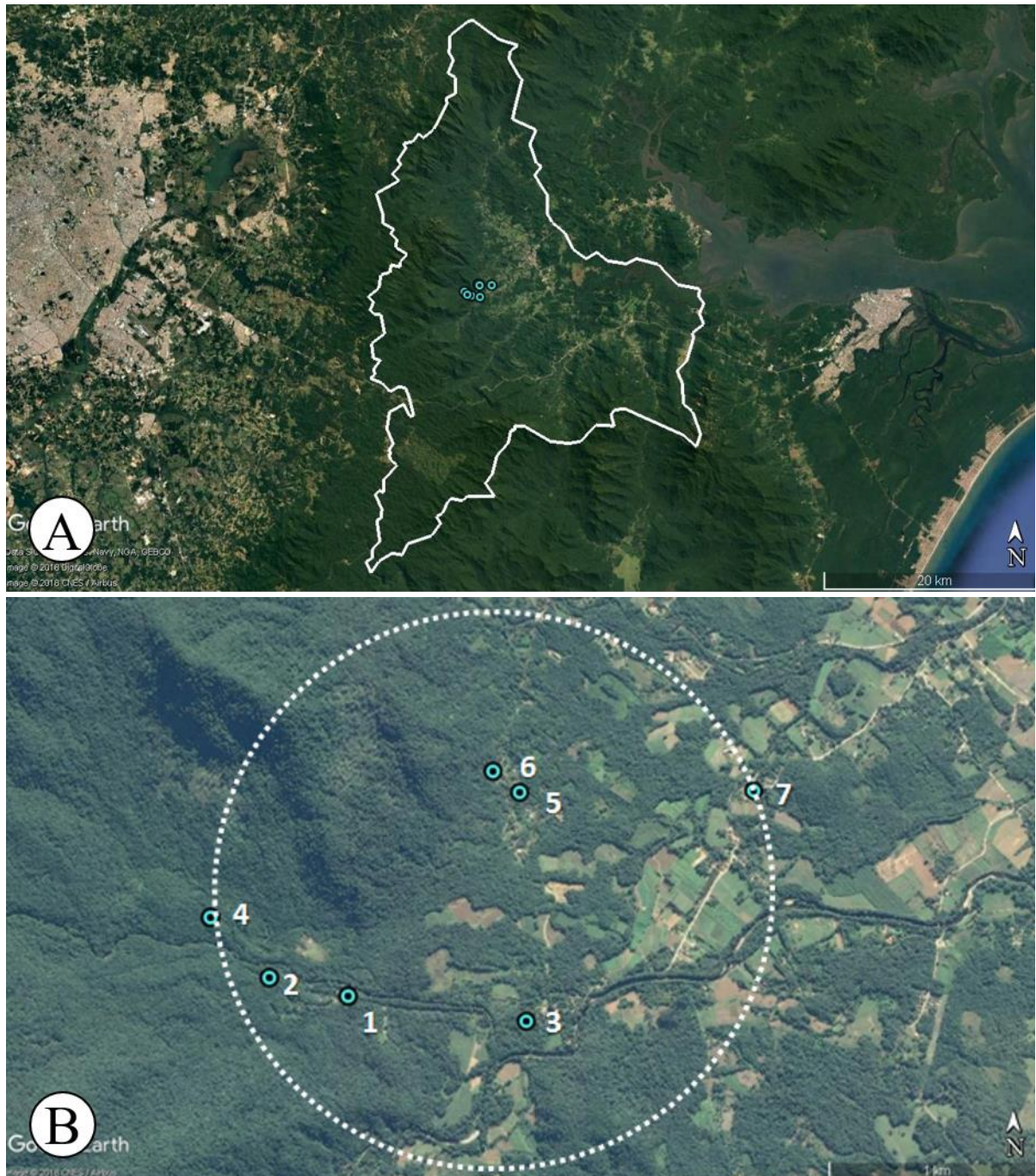


FIGURA 1 – Mapa da área de estudo na região litorânea do estado do Paraná, Brasil. (A) Limites do estado (quadro em destaque) e do município de Morretes; (B) Perímetro de amostragem (círculo tracejado) e sítios de coleta (círculos azuis) de indivíduos de Odonata. Fonte: o autor (2018).

### 3.2 AMOSTRAGEM

A ocorrência das espécies de Odonata varia ao longo das estações e ao longo do dia (SUHLING, 2015). As amostragens ocorreram ao longo de duas estações do ano (primavera e verão), com a realização de três coletas por estação em cada trecho, ou seja, maior e menor integridade (FIGURA 1B – ponto 2). Adicionalmente, foram

feitas coletas não padronizadas dentro de um perímetro de 7285 m (calculado com distância entre os pontos mais distantes) incluindo uma armadilha *Malaise* que permaneceu em campo entre 18 de março e 23 de abril de 2018 (FIGURA 1B – ponto 4).

O esforço amostral totalizou 13 dias com horários e duração variados. Foram coletados adultos da ordem Odonata por meio de coleta ativa com a utilização de redes entomológicas aéreas. A amostragem quantitativa teve duração de 3h por coleta por trecho, entre 11 e 14h, horário de pico de atividade da maioria das espécies de Odonata. Os trechos foram divididos em 10 segmentos de 15 m marcados com fitas coloridas, totalizando 150 m de amostragem conforme a metodologia utilizada em NESSIMIAN et al. (2008) para produzir amostras independentes (e.g., SILVA et al., 2010; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2017). Os trechos do riacho foram percorridos lentamente ao longo do período amostral por um único coletor em busca de indivíduos pousados ou em voo.

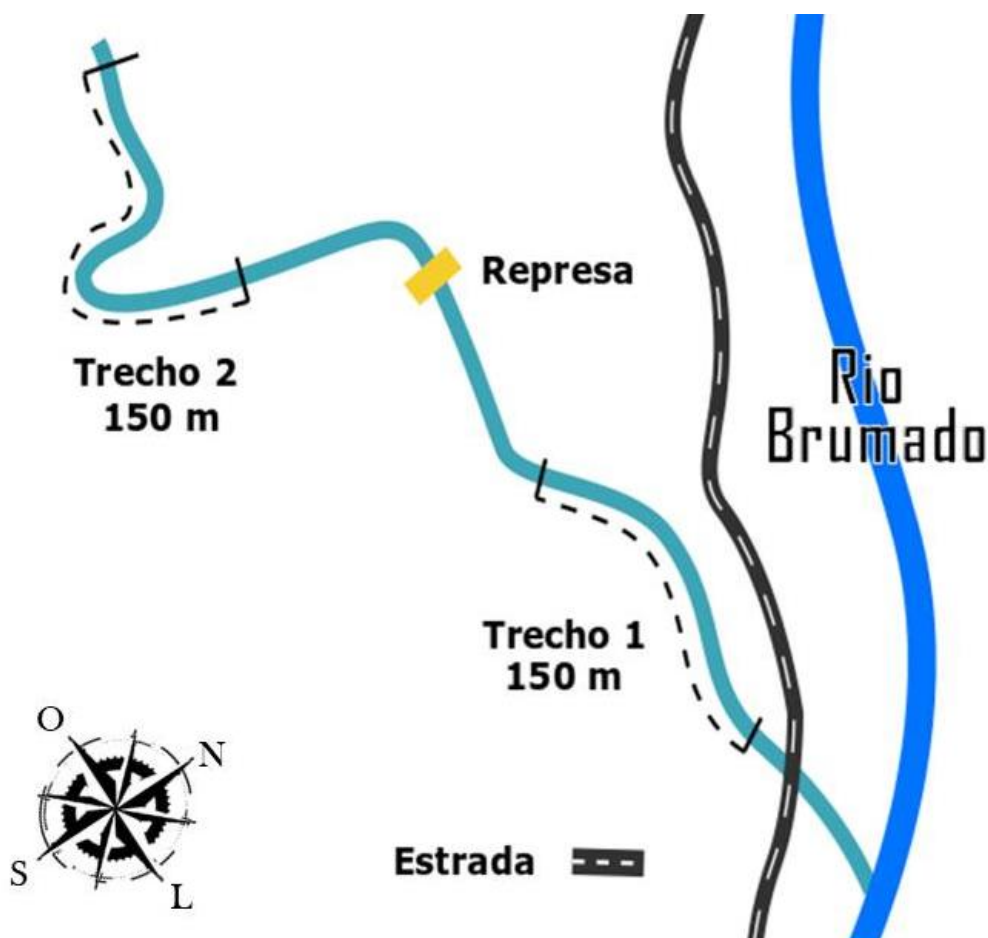


FIGURA 2 – Esquema da amostragem realizada no afluente do Rio Brumado, Bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil. Fonte: o autor (2018).

Com a finalidade de caracterizar a comunidade de Odonata na região, uma amostragem qualitativa foi realizada de forma não padronizada para investigar diversos tipos de mesohabitats nas áreas adjacentes (FIGURA 3). A amostragem foi realizada apenas em condições com baixa nebulosidade, para evitar a ausência de incidência solar e chuvas, condições que diminuem a atividade dos Odonata.



FIGURA 3 – Sítios de coleta de indivíduos de Odonata no bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil: (A, B) Poça artificial associada a riacho; (C) Tanque artificial recente; (D) Riacho no interior de chácara; (E) Poças pluviais as margens do Rio Brumado; (F) Trecho do Rio Brumado. FONTE: (A–E) o autor (2018); (F) Ângelo P. Pinto (2017).

As comunidades foram nomeadas da seguinte maneira: (1) Trecho I para a amostragem do trecho menos íntegro do afluente do Rio Brumado, (2) Trecho II para a amostragem do trecho mais íntegro (3) Afluente para a amostragem correspondente ao Trecho I e Trecho II, (4) Extra-afluente para a amostragem nos pontos de coleta fora do afluente do Rio Brumado e (5) Global para a amostragem global.

### 3.3 CURADORIA E IDENTIFICAÇÃO

O transporte, fixação e posterior curadoria serão baseados nos procedimentos tradicionais como os descritos em Paulson (2009). Resumidamente os espécimes coletados foram mantidos vivos para que o trato digestivo se esvaziasse, posteriormente foram sacrificados e fixados em acetona p.a. após orientação dos apêndices. Todos os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná, Brasil.

A identificação dos espécimes foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico, bibliografia especializada e comparação com espécimes previamente determinados por especialistas na ordem.

### 3.4 ANÁLISES DOS DADOS

Foram elaboradas curvas de rarefação por análise baseada em abundância para avaliar a suficiência amostral e estimar a riqueza por extrapolação utilizando o estimador S analítico (fórmulas 17 e 18 em COWELL et al. 2012) com o programa computacional EstimateS (COLWELL, 2013).

A betadiversidade foi avaliada por análise de dissimilaridade utilizando o estimador Jaccard e índice de diversidade com os estimadores Simpson e Shannon com auxílio do programa computacional R (R Core Team 2017). Os mapas foram elaborados utilizando o software Google Earth e para a criação do esquema de amostragem utilizou-se o software Inkscape versão 0.91. Com exceção do gráfico da análise de NMDS, os demais gráficos, análise de regressão e teste de Mann-Whitney-Wilcoxon foram realizados com o software Excel 2016.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES E ADEQUAÇÃO DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE DE HABITAT (IIH)

O grau de integridade de habitat foi avaliado através de uma adaptação do *Habitat Integrity Index* (HII) proposto por Nessimian et al. (2008). O índice permite avaliar a integridade física de riachos, por meio da análise de 12 características do habitat (uso do solo, mata ripária etc.). As características são divididas em condições que atribuem notas a partir de 1, sendo as maiores notas para as condições de maior integridade. Por fim, a nota atribuída é uma indicação da integridade, utilizada para uma interpretação de impactos no ambiente. A avaliação dos parâmetros físicos do ambiente apresenta grande potencial de inferência de qualidade ambiental estrutural e também biológica (PETERSEN, 1992). A qualidade estrutural é medida diretamente através dos parâmetros físicos e a biológica é considerada pela premissa de que a integridade física está diretamente relacionada a integridade biótica. Desta forma, é assumido que a integridade do habitat mantém os mesohabitats e a dinâmica ecológica natural, permitindo a persistência das espécies no ambiente.

Para a aplicação do IIH algumas adequações se fizeram necessárias. A primeira adequação se deve ao fato de que o IIH foi proposto para rios da Amazônia e aqui foi aplicado à Mata Atlântica. As alterações são discutidas a seguir para uma melhor interpretação da qualidade física do habitat deste estudo.

A Mata Atlântica corresponde ao domínio mais ameaçado do Brasil, explorada e degradada desde o século XVI, com intensificação no século XX (CAMPALINI et al., 2010). Atualmente se apresenta em cerca de 245 mil fragmentos, sendo que 80% deles é menor que 50 hectares (RIBEIRO et al., 2009). Dessa forma, na característica do IIH, – Padrão de uso do solo fora da Zona Ripária, a nota 6 foi retirada a opção “Fragmento de 100 ha”. Nesta mesma característica, as condições de mata secundária mista, com presença de *Cecropia* sp. ou *Vismia* sp. foram unidas em uma única condição de mata secundária seguindo a adaptação de Silva et al. (2010).

Na Serra do Mar, predomina a fitofisionomia conhecida por Floresta Ombrófila Densa, com grande influência direta das massas de ar quente e úmidas vindas no oceano Atlântico e alta pluviosidade bem distribuída ao longo do ano (RODERJAN et al., 2002). Tal condição associadas a cadeia de montanhas Serra do Mar confere aos riachos desta região grande declive e velocidade. A dinâmica e estrutura encontrada no riacho avaliado são caracterizadas pelo predomínio do substrato rochoso, baixa

incidência ou ausência de macrófitas, perda acentuada de altitude, água translúcida e alterações frequentes no curso d'água devido aos regimes de cheias. Estes fatores fazem com que algumas condições do IIH percam relevância na indicação de qualidade de habitat. Na característica 5, Dispositivos de Retenção, as condições podem ser desviadas por não se aplicarem a matacões, que apenas em condições extremas deixariam de fazer parte da paisagem. A pior condição (nota 1) da característica 6, Sedimentos do Canal, contém duas opções, das quais Canal dividido em tranças foi removida, pois, a presença de alças neste tipo de ambiente pode ocorrer em trechos sem grande sinais de degradação. Uma possível explicação para tal formação está na deposição de rochas em meandros, que, em época de cheia podem vir a formar tranças perenes, não havendo real impacto na integridade natural do ambiente.

Avaliando a característica 7, Estrutura da Margem, a condição de maior integridade corresponde a margens baixas, entretanto, margens altas podem decorrer da força das águas em período de cheia ou devido ao relevo. Por fim, uma característica utilizada na adaptação para ambientes urbanizados de Monteiro-Junior et al. (2014), não incluída no índice original, mas que pode refletir a integridade de habitat e biótica, principalmente ao se tratar dos Odonata, é a cobertura do dossel.

A especificidade de algumas espécies a determinados ambientes pode conferir a sua presença um sinal de integridade de habitat. Esta premissa é utilizada no Índice Biótico de Libélulas (IBL). Este índice trabalha com dados de presença e ausência onde cada espécie recebe um score de 0 a 3 baseado em sua distribuição, grau de ameaça segundo critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e a sensibilidade (SIMAIKA; SAMWAYS, 2009). O intuito de se incluir as espécies ameaçadas está nas ações em conservação, já a distribuição e sensibilidade incluem nuances que podem refletir a qualidade do ambiente. Entretanto, não há uma base de dados robustas para a obtenção de informações de distribuição das espécies que ocorrem no Brasil e os estudos relativos a sensibilidade das espécies estão em fase inicial (e.g., MONTEIRO-JÚNIOR et al., 2013; RENNERT et al., 2016; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015; 2017).

O IIH comumente é utilizado considerando o rio como unidade amostral (e.g., MONTEIRO-JÚNIOR, 2014). Neste trabalho, são considerados como unidades amostrais, dois trechos de 150 m de um mesmo riacho. O índice (TABELA 1) foi aplicado com as adequações anteriormente descritas. O resultado é a média obtida

da soma das notas proporcionais à quantidade de Condições de cada Categoria, portanto o índice varia de menos íntegro a mais íntegro entre 0 e 1.

TABELA 1 – Índice de integridade física de Habitat (IIH) modificado de Nessimain et al. (2008) aplicada neste estudo.(continua)

<b>Fator</b>	<b>Característica</b>	<b>Condição</b>	<b>Nota</b>
F1	Padrão de uso do solo fora da Zona Ripária	Floresta primária contínua (fragmento de 10 ha)	5
		Floresta secundária	4
		Pastagens	3
		Plantações perenes	2
		Plantações de ciclo breve / Solo exposto	1
F2	Largura da Floresta Ripária	Floresta contínua	6
		Floresta com largura entre 30 e 100 m	5
		Largura entre 5 e 30 m	4
		Largura entre 1 e 5 m	3
		Floresta ripária ausente, entretanto arbustivas e árvores pioneiras presentes	2
		Floresta ripária e vegetação arbustiva ausentes	1
F3	Integridade da Floresta Ripária	Floresta ripária intacta, sem interrupções na vegetação	4
		Interrupções ocorrendo em intervalos maiores que 50 m	3
		Interrupções frequentes com ravinas e sulcos a cada 50 m	2
		Profundamente sulcada com ravinas por toda a sua extensão	1

TABELA 2 – Índice de integridade física de Habitat (IIH) modificado de Nessimain et al. (2008) aplicada neste estudo. (continuação)

<b>Fator</b>	<b>Característica</b>	<b>Condição</b>	<b>Nota</b>
F4	Vegetação da Zona Ripária num raio de 10 m do canal	Mais de 90% da densidade de plantas é de árvores não pioneiras e arbustos	4
		Espécies pioneiras e árvores maduras	3
		Capins (exóticas), árvores pioneiras espaçadas e arbustos	2
		Capins e poucos arbustos	1
F5	Dispositivos de Retenção	Canal com rochas e/ou troncos antigos firmemente assentados	4
		Rochas e/ou troncos presentes, mas recobertos com sedimento	3
		Dispositivos de retenção soltos, movendo-se com o fluxo	2
		Canal livre com poucos dispositivos de retenção	1
F6	Sedimentos do Canal	Pouco ou nenhum alargamento do canal resultante de acúmulo de sedimentos	4
		Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta, pouco silte	3
		Barreira de sedimentos e pedras, areia e silte comuns	2
		Rio canalizado	1
F7	Estrutura da Margem	Margens baixas	5
		Margens estáveis, com rochas e solo mantidos firmemente por capim, arbustos ou raízes de árvores	4
		Margens firmes mas mantidas frouxamente por capim e arbustos	3
		Margens de solo pouco firme mantidas por uma camada esparsa de capim e arbustos	2
		Margens instáveis, facilmente perturbável, com solo e areia soltos	1
F8	Solapamento da margem	Pequeno, não evidente ou restrito a áreas com suporte por raízes de árvores	4
		Solapado apenas em curvas e em constrições	3
		Solapamento frequente de margens e raízes	2
		Solapamento severo ao longo do canal, margens desabando	1

TABELA 3 – Índice de integridade física de Habitat (IIH) modificado de Nessimain et al. (2008) aplicada neste estudo. (conclusão)

<b>Fator</b>	<b>Característica</b>	<b>Condição</b>	<b>Nota</b>
F9	Leito do Curso D'água	Fundo de pedra de diversos tamanhos amontoadas juntas, interstícios óbvios	4
		Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte	3
		Fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis	2
		Fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente	1
F10	Corredeiras e Poções ou Meandros	Distintos, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do curso d'água	4
		Espaçados irregularmente	3
		Longos poções separando pequenas correntezas, meandros ausentes	2
		Meandros e correntezas/alagadiços ausentes ou curso d'água corrigido	1
F11	Vegetação aquática	Quando presente, consiste de musgo e manchas de algas	4
		Algas dominantes nos poções, plantas vasculares ao longo da borda	3
		Tapetes de algas presentes, algumas plantas vasculares, poucos musgos	2
		Tapetes de alga cobrem o fundo, plantas vasculares dominando o canal	1
F12	Detritos	Principalmente folhas e galhos, sem sedimentos	5
		Principalmente folhas e galhos, com sedimentos	4
		Poucas folhas e galhos, resíduos orgânicos pequenos, sem sedimentos	3
		Sem folhas ou resíduos de madeira, material orgânico não refinado, com sedimentos	2
		Sedimento anaeróbico fino, sem resíduos não refinados	1

FONTE: Adaptada de Nessimian et al. (2008)

## 4 RESULTADOS

### 4.1 RIQUEZA DE ODONATA

Foram coletados 600 indivíduos pertencentes a seis famílias, seis gêneros e 36 espécies. Destas, 16 são Zygoptera e 20 Anisoptera (TABELA 2). As famílias com maior representação foram Libellulidae (Anisoptera) com 18 espécies e Coenagrionidae (Zygoptera) com 9 espécies. A espécie mais abundante *Heteragrion aurantiacum* Selys, 1863 totalizou 434 indivíduos (72,4%).

TABELA 4 – Riqueza e abundância de espécies de Odonata no afluente do Rio Brumado e demais sítios de coleta em Morretes, Paraná, Brasil. (continua)

Táxon	Espécie	Primavera		Verão		P/V
		T I	T II	T I	T II	
ZYGOPTERA						<i>Pool</i>
Perilestidae	<i>Perilestes fragilis</i> Hagen in Selys, 1862	0	0	0	0	1
Heteragrionidae	<i>Heteragrion aurantiacum</i> Selys, 1862	44	56	148	87	99
	<i>H. luizfelipei</i> Machado, 2006	0	0	1	0	0
	<i>H. triangulare</i> Hagen in Selys, 1862	0	1	1	0	1
Calopterygidae	<i>Hetaerina brightwelli</i> (Kirby, 1823)	2	1	4	3	1
	<i>H. hebe</i> Selys, 1853	1	2	6	3	8
	<i>H. rosea</i> Selys, 1853	0	0	0	0	1
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion gracile</i> (Rambur, 1842)	0	0	0	0	11
	<i>A. lancea</i> Selys, 1876	0	0	0	0	2
	<i>Argia croceipennis</i> Selys, 1865	0	0	0	0	9
	<i>A. modesta</i> Selys, 1865	0	0	0	0	6
	<i>A. serva</i> Hagen in Selys, 1865	0	0	0	0	24
	<i>Leptagrion andromache</i> Hagen in Selys, 1876	0	1	0	0	0
	<i>L. elongatum</i> Selys, 1876	0	1	0	0	0
	<i>L. macrurum</i> (Burmeister, 1839)	0	0	0	0	4
	<i>Telebasis corallina</i> (Selys, 1876)	0	0	0	0	1

TABELA 5 – Riqueza e abundância de espécies de Odonata no afluente do Rio Brumado e demais sítios de coleta em Morretes, Paraná, Brasil. (conclusão)

Táxon	Espécie	Primavera		Verão		P/V
ANISOPTERA		0	0	0	0	0
Gomphidae	<i>Phylogomphoides annectens</i> (Selys, 1869)	0	0	0	0	1
	<i>Progomphus elegans</i> Belle, 1973	0	1	0	0	0
Libellulidae	<i>Brechmorhoga nubecula</i> Rambur, 1842	0	0	0	0	2
	<i>Dasythemis venosa</i> (Burmeister, 1839)	0	0	0	0	9
	<i>Dythemis nigra</i> Martin, 1897	0	0	0	0	2
	<i>Elasmothermis cannacioides</i> (Calvert, 1906)	0	0	0	0	2
	<i>E. constricta</i> (Calvert, 1898)	0	0	0	0	2
	<i>Erythrodiplax castanea</i> (Burmeister, 1839)	0	0	0	0	1
	<i>E. fusca</i> (Rambur, 1842)	0	0	0	0	15
	<i>Libellula herculea</i> Karsch, 1889	0	0	0	0	2
	<i>Macrothemis imitans imitans</i> Karsch, 1890	0	0	0	0	1
	<i>Ma. musiva</i> Calvert, 1898	0	0	0	0	1
	<i>Micrathyria artemis</i> Ris, 1911	0	0	0	0	4
	<i>Mi. pseudeximia</i> Westfall, 1992	0	0	0	0	2
	<i>Mi. stawiarskii</i> Santos, 1953	0	0	0	0	2
	<i>Nephepeltia phryne</i> (Perty, 1834)	0	0	0	0	2
	<i>Orthemis discolor</i> (Burmeister, 1839)	0	0	0	0	5
	<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	0	0	0	0	1
	<i>Perithemis icteroptera</i> (Selys in Sagra, 1857)	0	0	0	0	10
	<i>P. mooma</i> Kirby, 1889	0	0	0	0	5
Parcial		47	63	160	93	237
Total	36 spp.	600 indivíduos				

Fonte: o autor (2018).

A comunidade com maior riqueza observada foi a Extra-afluente, com um total de 32 espécies, para o Afluente foram observadas 8 e para os Trechos I e II, 5 e 7 respectivamente (FIGURA 4).

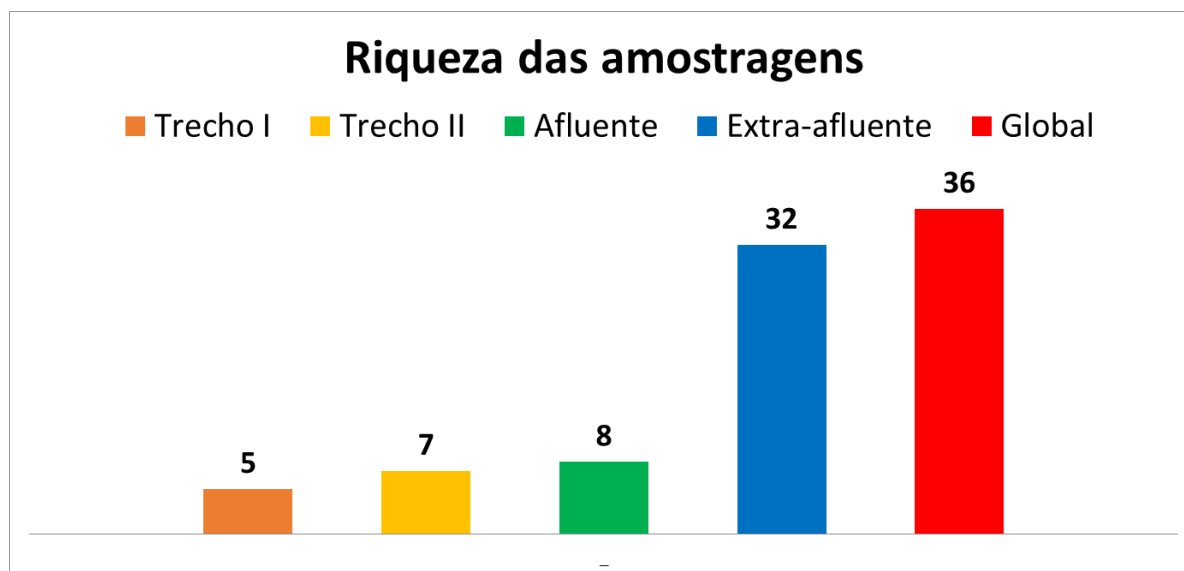


FIGURA 4 – Riqueza absoluta das comunidades e amostragem Global (vermelho). Trechos I e II, afluente do Rio abrumado (Afluente); Extra-afluente (demais sítios de amostragem). Fonte: o autor (2018).

A composição de espécies variou de acordo com os mesohabitats amostrados. As espécies mais comuns em ambiente de riacho foram *Heteragrion aurantiacum* Selys, 1862 (FIGURA 5 – A), *Hetaerina hebe* Selys, 1853 (FIGURA 5, – B), *Hetaerina brightwelli* Kirby, 1823 não ocorrendo nos demais mesohabitats. Algumas espécies de ambiente lótico foram coletadas no Rio Brumado, não ocorrendo em seu afluente como, por exemplo, *Elasmothermis cannacrioides* Calvert, 1906 (FIGURA 5 – E). Outras espécies foram mais comuns em ambientes de poça, i.e., *Micrathyria arthemis* Ris, 1911 (FIGURA 5 – C) e *Nephepeltia phryne* Perty, 1834 (FIGURA 5 – D).

Dois exemplares de *Dasythemis venosa* demonstraram uma variação na coloração do abdômen em seus segmentos finais. No indivíduo mais jovem, a membrana das asas são mais claras, a metade posterior do abdômen mais escura e há manchas vermelhas dorsais do sétimo ao décimo segmentos (FIGURA 5 – F), enquanto que no exemplar mais senil a membrana alar é mais escura, a coloração azul devido a pruinosidade predomina em todo o abdômen (FIGURA 5 – G). Esta variação se deve a deposições de cera (pruinosidade) sobre o corpo que conferem a coloração final dos indivíduos maduros.



FIGURA 5 – Indivíduos de Odonata coletadas no bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil: (A) *Heteragrion aurantiacum*, Heteragrionidae; (B) *Hetaerina hebe*, Calopterygidae; (C): *Micrathyria artemis*, Libellulidae; (D) *Nephepeltia phryne*, Libellulidae; (E) *Elasmothermis cannacioides*, Libellulidae; (F, G) *Dasythemis venosa*, Libellulidae. A–B, Zygoptera, C–G, Anisoptera. FONTE: (A–D) o autor (2018); (E–G) Ângelo P. Pinto (2017).

## 4.2 DIVERSIDADE ALFA

A curva de rarefação e extrapolação baseada em número de indivíduos calculada com o estimador S analítico (equação 17 e 18 em COWELL et al., 2012) indica uma subamostragem em todas as comunidades.

A riqueza de observada foi de 36 espécies para a amostragem global em 600 indivíduos, já a extrapolação estimou uma riqueza aproximada de 41 espécies em 1.200 indivíduos se aproximando da assíntota (FIGURA 6 - Curva Global).

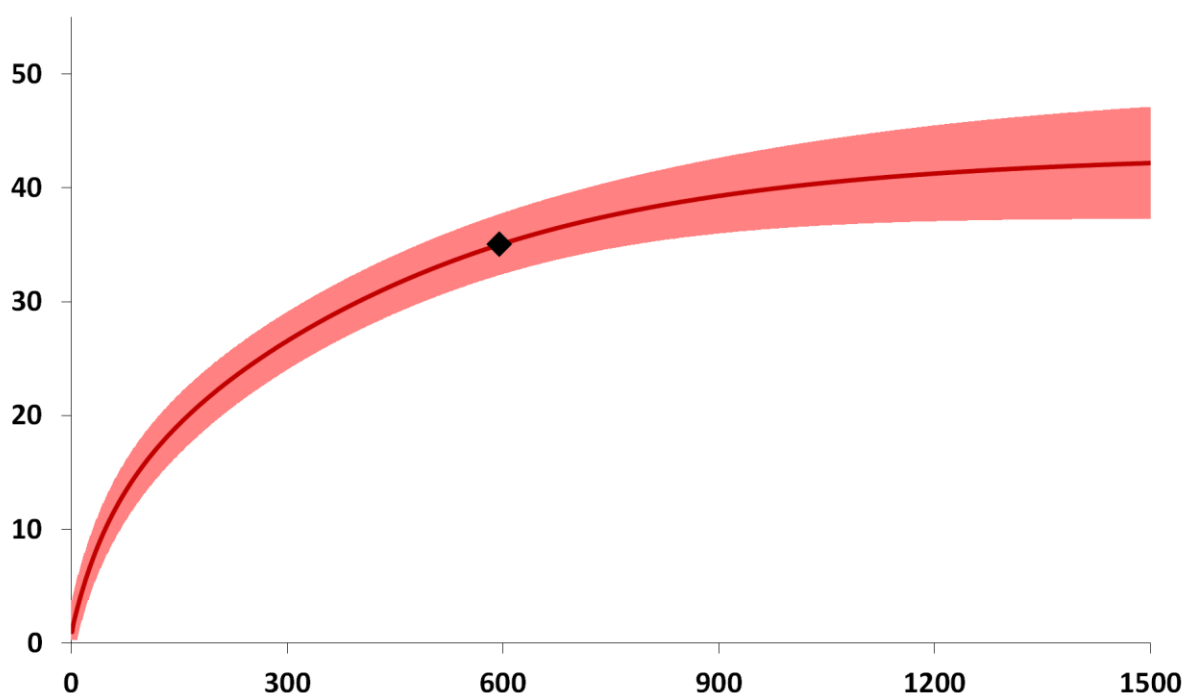


FIGURA 6 – Curva de rarefação de espécies com interpolação até a riqueza observada (losango negro) e extrapolação. Riqueza observada igual a 36 espécies em 600 indivíduos, riqueza extrapolada alcança assíntota em 41 espécies com 1200 indivíduos. Fonte: o autor (2018).

Para Extra-afluente, a curva com uma extrapolação duas vezes maior que a amostragem real, e não assintótica, indica aproximadamente 35 espécies (312 indivíduos – riqueza observada 32) e para o Afluente 9 espécies (884 indivíduos, riqueza observada 8). A riqueza observada é quatro vezes maior para o Afluente em comparação com Extra-afluente e com extrapolação, a riqueza estimada é três vezes maior, com um total de 35 espécies contra 11 respectivamente (FIGURA 7).

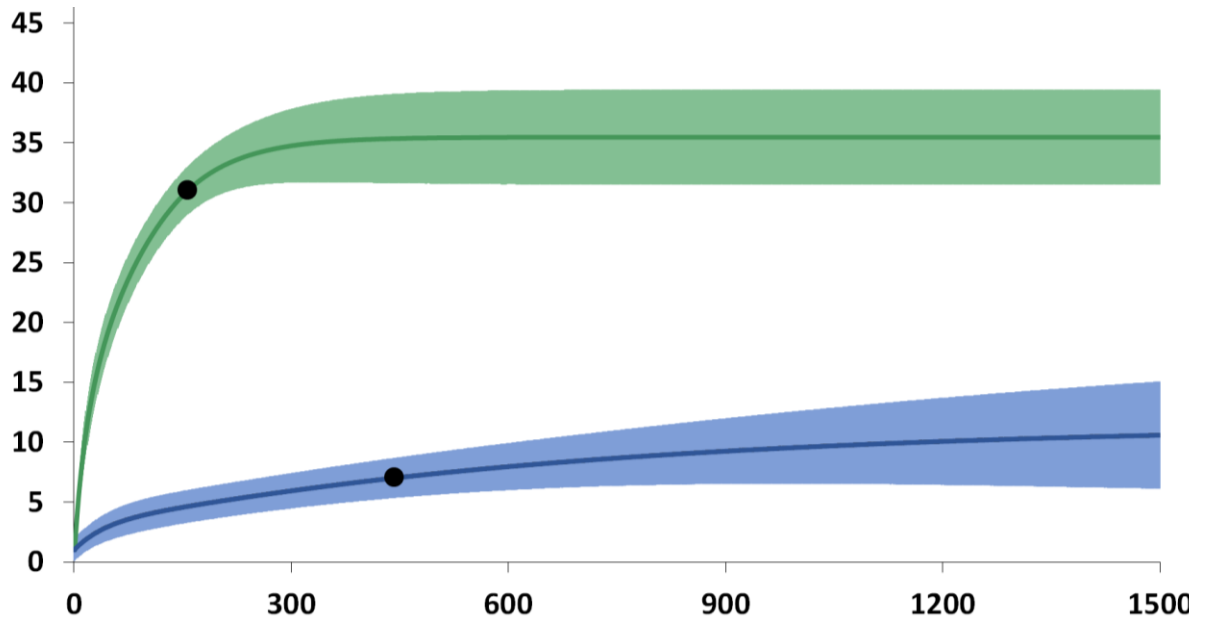


FIGURA 7 – Curva de rarefação de espécies com interpolação até a riqueza observada (círculo negro). Em azul, riqueza do afluente do Rio Brumado com 8 espécies observadas em 442 indivíduos; em verde curva da riqueza Extra-afluente com 32 espécies em 158 indivíduos.

A diversidade alfa das comunidades medida com os índices de Shannon e Simpson (QUADRO 1) mostram que a riqueza entre os trechos foi similar e a riqueza Extra-afluente similar à Global.

QUADRO 1 – Diversidade das comunidades e diversidade global medidas pelos índices de Shannon e Simpson.

	Trecho I	Trecho II	Afluente	Extra-afluente	Global
Shannon	1,609	1,945	2,197	3,465	3,583
Simpson	0,800	0,857	0,888	0,968	0,972

A coleta realizada na primavera contribui para a riqueza do Afluente com 7 espécies (87,5% do total) e abundância de 110 indivíduos, para a coleta de verão a riqueza foi de 5 espécies (62,5% do total) com abundância de 253 indivíduos. Em ambas, a espécie com maior representatividade foi *H. aurantiacum* com abundância relativa de 90% para a primavera e 92% para o verão.

### 4.3 DIVERSIDADE BETA

As comunidades Afluente e Extra-afluente acumularam 8 e 32 espécies respectivamente sendo 4 delas compartilhadas, *Hete. aurantiacum*, *Hete. triangulare*, *Heta. brightwelli* e *Heta. hebe*.

A composição de espécies das comunidades foi avaliada através de uma análise de dissimilaridade de Jaccard (QUADRO 2).

QUADRO 2 – Análise de dissimilaridade de espécies de Odonata no afluente do Rio Brumado nas comunidades Afluente, seus respectivos trechos (Trechos I e II) e Extra-afluente.

Dissimilaridade de Jaccard	Trecho I	Trecho II	Afluente
Trecho II	0,50		
Afluente	0,44	0.22	
Extra-afluente	0,88	0,88	0,86

A composição das comunidades e a Global diferem entre si, exceto pelo Trecho II e Afluente que compõe o quadrante três. A maior diferença é encontrada entre a composição global e trecho I (FIGURA 8).

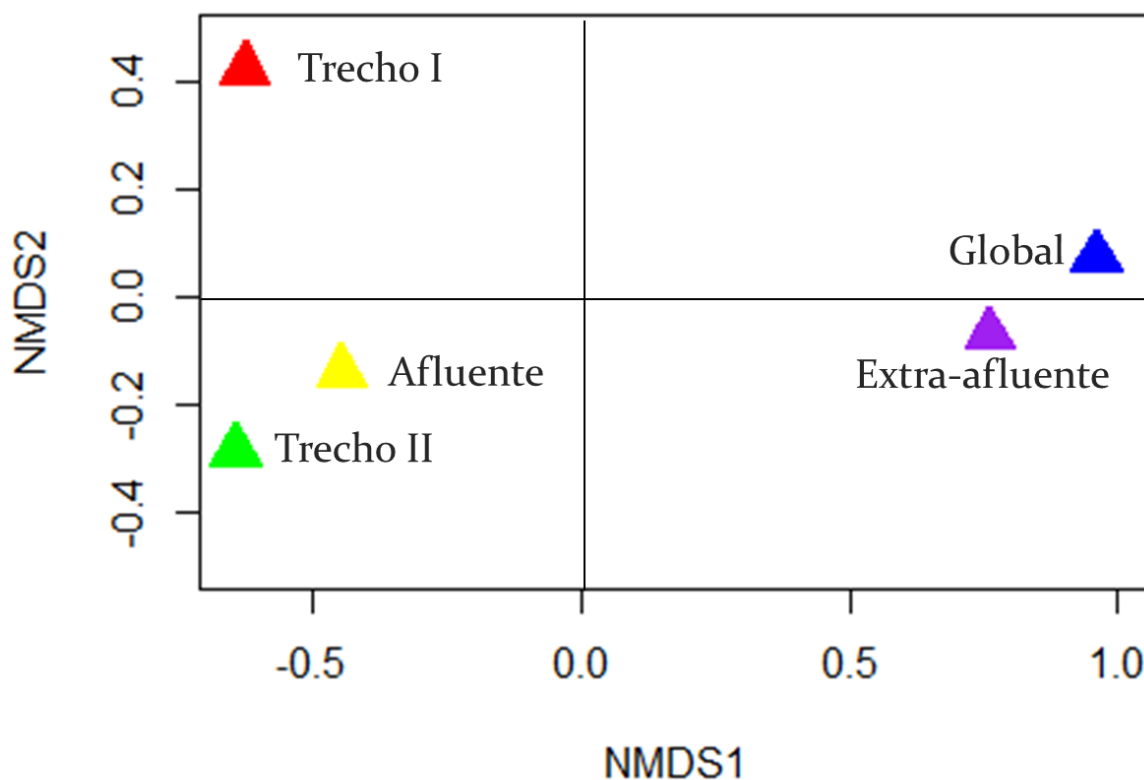


FIGURA 8 – Análise de ordenação de escalonamento multidimensional (*non-metric multidimensional scaling*, NMDS) entre os sítios de coleta agrupados por afluente do rio brumado (Afluente, Trechos I e II), sítios Extra-afluente e Global. Fonte: o autor (2018).

#### 4.4 INFLUÊNCIA DA INTEGRIDADE DE HABITAT (IIH) NA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE ODONATA

##### 4.4.1 Avaliação do IIH

Em ambos os trechos estão presente os substratos areia, folhiço e rocha, não há macrófitas nem evidências de mata primária, sendo considerados como mata secundária. As características que não variaram entre os trechos envolvem o padrão de uso do solo fora da mata ripária, os dispositivos de retenção, vegetação aquática e detritos. O canal nos trechos difere em integridade, a exemplo, no trecho mais íntegro (Trecho II) a cobertura do dossel é de modo geral mais fechada que no Trecho I (FIGURA 10).



FIGURA 9 – Trechos amostrados do afluente do Rio Brumado, Bairro América de Cima, Morretes, Paraná, Brasil. (A, B) Trecho I (menos íntegro) canal e dossel, respectivamente; (C, D) Trecho II (mais íntegro) canal e dossel, respectivamente. FONTE: o autor (2018).

Algumas características refletem na integridade. Ao longo do trecho com menor índice de integridade (Trecho I) a remoção da mata ripária imediatamente disposta ao lado do riacho é evidente. Uma estrada paralela ao riacho está presente do segmento 1 ao segmento 6 formando uma grande clareira. As margens dos segmentos 1 e 2 são tomadas por Lírio-do-Brejo (*Hedychium coronarium*). Os sinais de erosão estão presentes do segmento 1 ao 6, do segmento 7 ao 9 há um aclave conferindo maior correnteza e o substrato é rochoso com matações de aproximadamente 1.500 mm de diâmetro em média. No segmento 10 o aclave diminui, as rochas presentes são de menor diâmetro, há uma área de remanso com deposição de folhiço e intensa erosão aparentemente devido a força das águas no período de cheia. No Trecho II, no segmento 5, o riacho faz uma curva de aproximadamente  $135^{\circ}$  os sinais de solapamento são evidentes neste e nos segmentos 1, 6, 7, 9 e 10.

O IIH calculado para os Trechos I e II foi 0,66 e 0,81 respectivamente (TABELA 3). Considerando a categorização de Monteiro-Junior (2014) o Trecho I se enquadraria na categoria de integridade “Intermediário” (0,34 a 0,66) e o Trecho II “Preservado” (0,67 a 1).

TABELA 6 – Nota de integridade de habitat (IIH) dos Trechos I e II do afluente do Rio Brumado Morretes, Paraná, Brasil.

	Trecho 1		Trecho 2	
	Nota bruta	Nota ponderada	Nota bruta	Nota ponderada
F1	4	0,80	4	0,80
F2	4	0,67	5	0,83
F3	2	0,50	3	0,75
F4	2	0,50	3	0,75
F5	4	1,00	4	1,00
F6	2	0,50	3	0,75
F7	3	0,60	4	0,80
F8	2	0,50	3	0,75
F9	2	0,50	3	0,75
F10	2	0,50	3	0,75
F11	4	1,00	4	1,00
F12	4	0,80	4	0,80
IIH	2,92	0,66	3,58	0,81

Fonte: o autor (2018).

A variação na distribuição das notas ponderadas e na média (FIGURA 11) indicam haver diferença de integridade entre os trechos, o que pôde ser verificado estatisticamente com 95% de confiança pelo teste não-paramétrico de Mann-Witney-Wilcoxon. A fórmula avalia o ordenamento dos fatores com a hipótese nula de que são diferentes entre si. Com o cálculo é obtido o valor de U que deve ser comparado aos valores tabelados de acordo com o n (número de valores ordenados) e nível de confiança. Se o U calculado for menor ou igual ao U tabelado, a hipótese nula é aceita. Neste caso, o valor de U calculado (37) é igual ao valor tabelado para n = 12 com 95% de confiança (37).

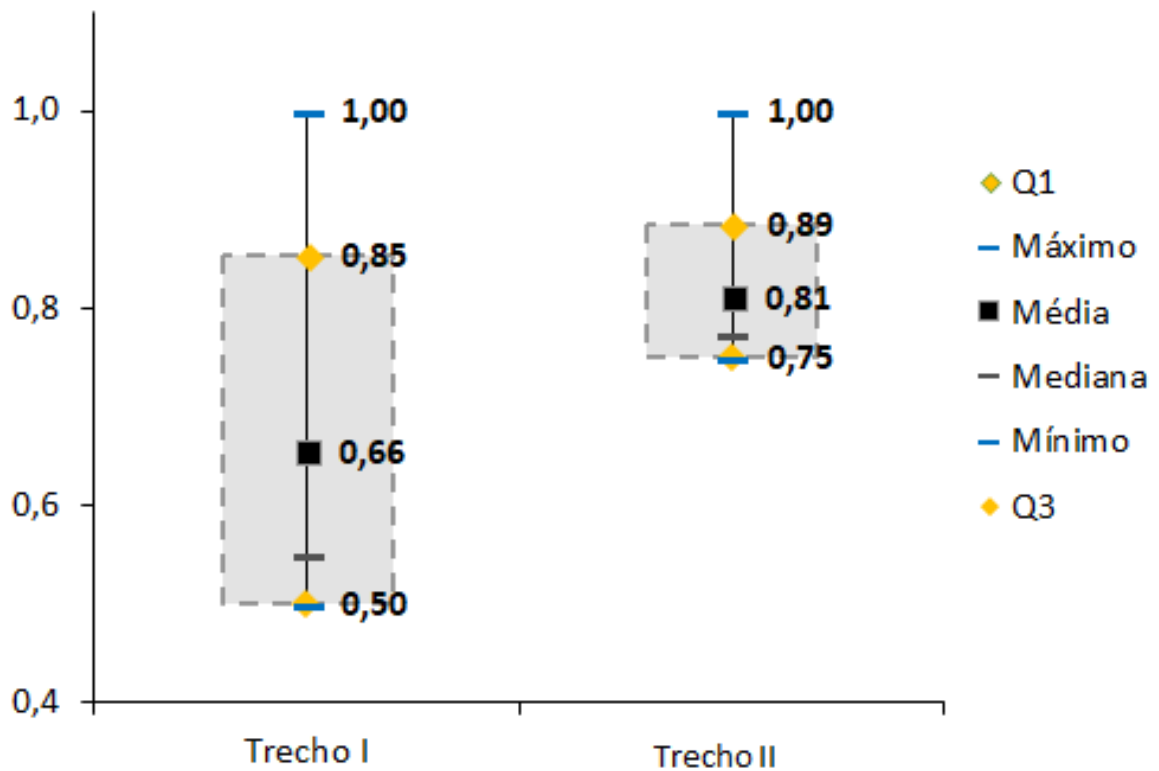


FIGURA 10 - Variação do índice de integridade por trecho (I e II) do afluente do Rio Brumado, Morretes, Paraná, Brasil. O teste de variância não paramétrico de Mann-Witney-Wilcoxon indicou diferença significativa entre os trechos ( $p = 0,05$ ). Fonte: o autor (2018).

Em uma análise mais detalhada da integridade, cada segmento de ambos os trechos foi avaliado individualmente, excluindo-se apenas a característica 10 – Corredeiras e Poções ou Meandros – por não se aplicar ao tamanho dos segmentos. Com a riqueza observada e a nota ponderada para cada um dos 20 segmentos (10 do Trecho I e 10 do Trecho II) foi feita uma análise de regressão linear para avaliar a relação entre integridade de habitat e riqueza de espécies. O resultado indica para os segmentos do trecho I uma perda de espécies com o aumento da integridade ( $p = 0,006$ ). Para as demais, Trecho II e Riacho (Trecho I e II) não houve tendência estatisticamente significativa,  $p = 0,820$ ,  $p = 0,076$  (FIGURA 12).

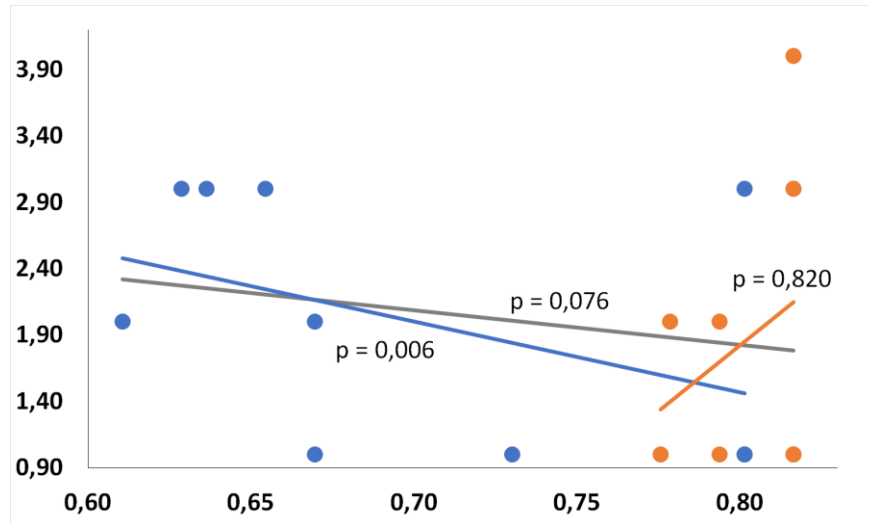


FIGURA 11 – Análise de regressão linear entre integridade de habitat (IIH) e riqueza ( $S_{obs}$ ) de espécies do afluente do Rio Brumado, Morretes, Paraná, Brasil. Afluente do rio brumado (Riacho, Trechos I e II) curva cinza; Trecho I, pontos e curva azuis; Trecho II, pontos e curva laranjas. Fonte: o autor (2018).

#### 4.5 REGISTROS DE OCORRÊNCIA E NOTAS TAXONÔMICAS

Um adulto fêmea jovem de *P. elegans* Belle, 1973 (FIGURA 13) foi coletado no trecho mais íntegro do afluente do Rio Brumado. Essa espécie foi descrita com base em único macho coletado por Fruhstörper na localidade de “Teresópolis”, sendo o único exemplar representante conhecido, portanto corresponde a primeira fêmea conhecida dessa espécie e primeiro registro de ocorrência para o estado do Paraná.



FIGURA 12 – Hábito da fêmea de *Progomphus elegans* Belle, 1973 em vista lateral, coletada em um afluente do Rio Brumado, Morretes, Paraná, Brasil. Barra de escala = 10 mm. Fonte: o autor (2018).

## 5 DISCUSSÃO

## 5.1 RIQUEZA DE ODONATA

Em estudos ecológicos, a riqueza observada frequentemente representa uma subamostragem (COWELL et al., 2012). Existem fatores que impedem uma amostragem completa que envolvem principalmente, métodos de coleta (ALMEIDA et al., 2013) e esforço amostral (ver SILVA et al., 2017). Para verificar a qualidade dos dados obtidos, alguns estimadores apontam quão representativa foi determinada amostragem baseado nos próprios dados. De acordo com a análise, a curva de rarefação baseada no número de indivíduos (abundância) com extrapolação, o número de 36 espécies para a região amostrada em Morretes estaria perto do número real de espécies. Entretanto, como demonstrado por SOUZA et al. (2017), a riqueza de espécies de Odonata registrada para a América do Sul varia entre 30–60 para locais com apenas uma expedição de coleta e entre 100 e 200 para locais com ampla amostragem (e.g., OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015; RENNERT et al., 2016;).

## 5.2 DIVERSIDADE ALFA

A curva de rarefação e extrapolação obtida para as comunidades é baseada nos dados obtidos e, portanto, influenciada por eles (CHAO et al., 2005). A abundância excepcional do zigóptero *Heteragrion aurantiacum* influenciou fortemente a curva Global, onde a coleta intensa no Riacho (um dos sete pontos amostrais) contribuiu com mais de 70% do número de indivíduos e apenas 8 (22%) espécies.

## 5.3 DIVERSIDADE BETA

As espécies compartilhadas entre Afluente e Global são espécies comumente encontradas em associação com ambientes lóticos, habitat presente em ambas as amostragens. A análise de dissimilaridade que representa a proporção de espécies compartilhadas apontou diferenças entre os trechos e entre a amostragem Afluente e Global (QUADRO 1) que pode ser melhor observada na análise de NMDS (FIGURA 9). A composição do Afluente teve maior contribuição do Trecho II (sete espécies, três exclusivas), portanto são mais parecidos entre si do que com o Trecho I (cinco espécies, uma exclusiva). Da mesma forma, a amostragem Extra-afluente compôs

91,42% da amostragem total com 32 das 36 espécies da amostragem Global (32 espécies compartilhadas) sendo mais parecido com esta do que com o Afluente (quatro espécies compartilhadas).

#### 5.4 INFLUÊNCIA DA INTEGRIDADE DE HABITAT NA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE

Os resultados encontrados em estudos envolvendo análise de qualidade de habitat apontam para uma substituição de espécies endêmicas ou com maior especificidade de habitat por aquelas de ocorrência mais ampla, generalistas e com baixa exigência em parâmetros ambientais (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO JR., 2002, ROQUE et al., 2017). Um dos impactos mais visíveis e mais estudados é a alteração da mata ripária seja pela remoção (e.g., MONTEIRO-JUNIOR et al., 2013; ROQUE et al., 2017) ou inserção de espécies exóticas (e.g., SAMWAYS, 2005). A remoção da mata ripária causa uma série de impactos, dentre eles, modifica a incidência de luz e temperatura (FERREIRA-PERUQUETTI; DE MARCO JR, 2002). Um indício de preferência de habitat baseado na incidência de luz foi evidenciado em Monteiro-Junior et al. (2014), onde foi atribuído aos Zygoptera maior sensibilidade do que aos Anisoptera. Seguindo esta tendência, algumas espécies foram consideradas mais eficientes como bioindicadores (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). Nove espécies foram consideradas bons indicadores, cinco delas para boa qualidade - apenas zigópteros - e quatro para degradação - três anisópteros e um zigóptero (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). Segundo os autores, de modo geral, os Zygoptera são mais suscetíveis à desidratação por exposição ao sol. A predominância dos Anisoptera em áreas degradadas pode ser refinada assim como a sugestão de OLIVEIRA-JUNIOR et al. 2015 para o Zygoptera. Neste trabalho, a família Libellulidae foi predominante nos ambientes mais degradados, *E. fusca* Rambur, 1842 por exemplo, foi coletada apenas em áreas degradadas, assim como em Monteiro-Junior et al., (2015). Contudo, observa-se que em todos os estudos as espécies de Anisoptera amostradas tendem a ser espécies generalistas com ocorrência em quase qualquer tipo de ambiente e raramente contém as espécies especialistas nos locais amostrados. Esse fenômeno pode ser explicado em parte pelo viés da amostragem (cf. De Almeida et al., 2013), por outro lado as análises devem se adequar a esse viés para contemplar maior parte do *pool* regional.

A ocorrência de alguns Odonata especialistas está diretamente relacionada a integridade da mata ripária (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). As condições de sombreamento e aumento dos sítios de reprodução podem explicar em parte tal associação. Porém muitas espécies se desenvolvem em fitotelmas (bromélias, ocos em árvores etc.) poças pluviais temporárias no interior da mata, nesse caso, o rio não é o local de reprodução dos imaturos e, portanto, não está diretamente relacionada a ocorrências dessas espécies.

De acordo com Samways (2005), as libélulas apresentam sensibilidade à incidência de luz, havendo um espectro de tolerância e preferência. Oliveira-Junior et al. (2015) encontrou uma relação negativa entre o tamanho corporal e a integridade indicando novamente os zigópteros como indicadores de ambientes mais preservados. Entretanto, os autores indicam um dos menores Zygoptera como um indicador de ambientes degradados *Acanthagrion adustum* Williamson, 1916 e em discussão atribuem esta condição devido sua especificidade à presença de macrófitas (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). Da mesma forma, os Gomphidae (Anisoptera) possuem representantes que ocorrem apenas associados a rios de alta integridade, com grande preferência de mesohabitat, como possivelmente seja o caso das espécies *Pr. elegans* e *Phylogomphoides annectens* amostradas neste trabalho. Novamente os estudos devem ser refinados para avaliar de modo mais adequado a preferência de habitat e não apenas a facilidade de coleta ou abundância relativa dos adultos.

*Heteragrion aurantiacum* predominou nas amostras no afluente do rio Brumado. Ela é apontada como uma das cinco espécies consideradas como indicadores de boa qualidade ambiental para o estado do Pará (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2015). O nível de integridade destes locais é superior quando comparado ao ponto de coleta onde também esteve presente. Assim, considerando que o Trecho I estaria em um nível intermediário de conservação, pode-se considerar que este terceiro ponto (FIGURA 3 – E) possui menor integridade. Portanto, considerar apenas a presença ou ausência dessa espécie não representou indício de boa qualidade ambiental.

Renner et al. (2010) em um estudo com amostragem em 15 cursos d'Água na Mata Atlântica indicou duas espécies como bons indicadores integridade de habitat. São elas *Homeoura chelifera* e *Ischnura capreolus* encontradas apenas em ambientes pouco perturbados. Contudo ambas espécies são extremamente abundantes e características de locais abertos na região sul da Mata Atlântica, portanto desmatados,

e com grande quantidade de macrofitas (Carvalho; Nessimian 1998), sendo comuns em locais impactados e urbanos (tanques em parques), portanto não indicam integridade de habitat.

## 5.5 REGISTROS DE OCORRÊNCIA E NOTAS TAXONÔMICAS

A espécie de Gomphidae, *Progomphus elegans* Belle, 1973 foi descrita a partir de um exemplar coletado por Frühstorfer em “Teresópolis, Brazil” que está depositado no *Institut Royal des Sciences Naturelles* em Bruxelas. Desde então, nenhum dado foi publicado sobre a espécie. *Progomphus elegans* é similar a um grupo de espécies com ocorrência no Brasil e na Argentina, ao sul da Mata Atlântica e Pampa, com as quais compartilha a célula subcostal basal nas asas livre, i.e.: *P. adaptatus* Belle, 1973, *P. auropictus* Ris, 1911, *P. australis* Belle, 1973, *P. gracilis* Hagen in Selys, 1854, *P. lepidus* Ris, 1911, *P. microcephalus* Belle, 1994 e *P. virginiae* Belle, 1973. As fêmeas de *P. elegans*, *P. microcephalus* e *P. virginiae* são desconhecidas. O espécime foi determinado por comparação com as descrições originais e com exemplares de outras espécies. A fêmea de *P. elegans* difere das demais no grupo pelo mesepisterno com a primeira faixa antehumeral conectada ao *collar* e sem segunda faixa antehumeral, vértice com área pós-ocelar regularmente convexa, abdômen com coloração castanha escura, sem manchas claras dorsais do primeiro ao sétimo segmento e manchas laterais do quarto ao quinto segmento. O holótipo de *P. elegans* foi coletado por volta de 1888, sendo que Frühstorfer viajou principalmente por Santa Catarina (LAMAS, 2005). A localidade “Teresópolis” na etiqueta original foi equivocadamente considerada como Teresópolis no Rio de Janeiro, por autores posteriores. Karsch (1889, p. 235) recebeu material diretamente de Frühstorfer do gênero *Libellula* proveniente do Brasil. No Museu de História Natural de Berlin há espécimes de *Libellula herculea* Karsch, 1889 coletada por Frühstorfer com localização “Theresopolis, Sta. Catharina”, como especificado pelo próprio Karsch (1889). O único registro de *P. elegans* atribuído ao Rio de Janeiro é aquele de Heckman (2006) com base no holótipo. Portanto, podemos considerar que o holótipo foi coletado no distrito Teresópolis, Santa Catarina. A Colônia Teresópolis, onde Frühstorfer permaneceu em parte de sua passagem pelo Brasil, teve sua denominação alterada para Queçaba mediante o decreto de lei n. 311 de 1938 e mais tarde, em 1961, com a emancipação do Distrito de Queçaba através da lei estadual n.

790, passou à condição de município, denominado atualmente de Águas Mornas (JOICHEM 2002, p. 61).

## **6 CONCLUSÃO**

A riqueza de 36 espécies observada para a região representa uma subamostragem, sendo que a fauna do afluente do Rio Brumado se mostrou menos rica, se comparada a fauna dos demais sítios de coleta. Existe uma flutuação não linear na riqueza em função da integridade de habitat. O uso de táxons específicos como indicadores de qualidade ambiental pode refinar o emprego destes organismos como bioindicadores.

## REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D.; FLECKER, A. S. Biodiversity conservation in running waters: Identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. **Bioscience**, v.1, p. 32-43, 1993.

AMADEU, M. S. U. S.; MENGATTO, A. P. F.; STROPARO, E. M.; ASSIS, T. T. S. **MANUAL DE NORMALIZAÇÃO DE DOCUMENTOS CIENTÍFICOS** de acordo com as normas da ABNT. Curitiba: Editora UFPR, 2015.

BELLE, J. A REVISION OF THE NEW WORLD GENUS PROGOMPHUS SELYS, 1854 (ANISOPTERA: GOMPHIDAE). **Odonatologica**, v. 2, p. 191-308, 1973.

BRIED, J. T.; SAMWAYS, M. J. A review of odonatology in freshwater applied to ecology and conservation Science. **Freshwater Science**, v. 34, n. 3, p. 1023-1031. 2015.

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. Um retrato dos estados. In: MMA. **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. Ed. 1. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 131-280, 2010.

CARVALHO, A. L.; NESSIMIAN, J. L. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábitos das larvas. pp. 03-28. In NESSIMIAN, J. L. & A. L. CARVALHO (eds). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Series Oecologia Brasiliensis, vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 1998.

CHAO, A.; CHAZDON, R; COLWELL, R. K.; SHEN, T. J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. **Ecology Letters**, v. 8, p. 148–159, 2005.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0, 2013. User's Guide and application. Retrieved from: <http://purl.oclc.org/estimates>

COWELL, R. K.; CHAO, A.; GOTELLI, N. J.; SHANG-YI, L.; MAO, C. X.; CHAZDON, R. L.; LONGINO, J. T. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. **Journal of Plant Ecology**, v. 5, n. 1, p. 3-21, 2012.

DE ALMEIDA, M. V. O.; PINTO, A. P.; Carvalho, A. L.; TAKIYA, D. M. When rare is just a matter of sampling: Unexpected dominance of clubtail dragonflies (Odonata, Gomphidae) through different collecting methods at Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 4, p. 417-423, 2013.

FARIA, A. P. J.; LIGEIRO, R.; CALLISTO, M.; JUEN, L. Response of aquatic insect assemblages to the activities of traditional population in eastern Amazonia. **Hidrobiology**, v. 802, p. 39-51, 2017.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; DE MARCO JR, P. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 2, p. 317-327, 2002.

HECKMAN, C.W. Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata – Anisoptera. Illustrated keys to known families, genera, and species in South America. **Dordrecht**, Springer, viii, 725 p., 2006.

JOCHEM, T.V. A Formação da Colônia Alemã Teresópolis e a Atuação da Igreja Católica (1860 – 1910). 2002. 154 p. Dissertação (Mestrado em História) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

KUTCHER, T. E.; BRIED, J. T. Adult Odonata conservacionism as an indicator of freshwater wetland condition. **Ecological Indicators**, v. 38, p. 31-39, 2014.

LAURENCE, W. F. Conserving the Hottest of the Hotspots. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1137, 2008.

LAMAS, G. A Bibliography of the Zoological Publications of Hans FRUHSTORFER (1866\* - 1922†). Band v. 26, v. 6, p. 57-100, 2005.

METZGER, J. P.. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1138-1140, 2009.

MONTEIRO-JÚNIOR, C. S.; COUCEIRO, S. R. M.; HAMADA, N.; JUEN, L. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology*. **International Journal of Odonatology**, v.16, p. 135-144, 2013.

MONTEIRO-JÚNIOR, C. S.; JUEN, L., HAMADA, N. Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. **Landscape and Urban Planning**, v. 127, p. 28–40, 2014.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. DA; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 24, 2000.

NESSIMIAN, J. L.; VENTICINQUE, E. M.; ZUANON, J.; DE MARCO, P. JR.; GORDO, M. FIDELIS, L.; BATISTA, J. D.; JUEN, L. **Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams**. *Hydrobiologia*, vol. 614, p. 117-131, 2008

OERTLI, B. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. Cap. 7 In: CÓRDOBA-AGUILAR, A.. **Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research**. Ed. 1. Oxford University press, p. 79-95, 2008.

OLIVEIRA, U.; PAGLIA, A. P.; BRESCOVIT, A. D.; CARVALHO, C. J. B.; SILVA, D. P.; REZENDE, D. T.; LEITE, F. S. F.; BATISTA, J. A. N.; BARBOSA, J. P. P. P.; STEHMANN, J. R.; ASCHER, J. S.; VASCONCELOS, M. F.; DE MERCO JR, P.;

OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; SHIMANO, Y.; GARDNER, T. A.; HUGHES, R. M.; DE MARCO JÚNIOR, P.; JUEN, L. Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecology* 40, 733–744, 2015.

OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; DE MARCO JUNIOR, P.; DIAS-SILVA, K.; LEITÃO, R. P.; LEAL, C. G.; POMPEU, P. S.; GARDNER, T. A.; HUGHES, R. M. Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin stream. **Limnologica**, v. 66, p. 31-39, 2017.

PETERSEN JR, R. C. The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. **Freshwater Biology**, p. 295-306, 1992.

PINTO, Â. P. A fauna de libélulas da América do Sul: A última fronteira a ser desvendada. **Informativo Sociedade Brasileira de Zoologia**, 2016, p. 7-9.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

RIS, F. Libellulines 2, Libellulinen 5. In: Catalogue Systématique et Descriptif des Collections Zoologique Du Baron Edmond Selys de Longchamps, 13: 529–700, pl. v. 1911.

SILVA, D. P.; DE MARCO, P; RESENDE, D. C. Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. **Ecological indicators**, v. 10, p. 744-752, 2010.

SIMAIKA, J. P., SAMWAYS, M. J. An easy-to-use index of ecological integrity for prioritizing freshwater sites and for assessing habitat quality. **Biodiversity Conservation**, v. 18, p. 1171–1185, 2009.

R CORE TEAM (2015). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL\_<http://www.R-project.org/>.

RAMÍREZ, A.; PRINGLE, C. M.; WANTZEN, K. M. Tropical Stream Conservation. In: DUDGEON, D. **Tropical Stream Ecology**. Ed. 1. London: Academic press, p. 285-304, 2008.

RENNER, S.; SAHLÉN, G.; PÉRICO, E. Testing Dragonflies as Species Richness Indicators in a Fragmented Subtropical Atlantic Forest Environment. *Neotropical Entomology*, v. 45, p. 231–239, 2016.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 75-42, 2002.

SAMWAYS, M. J. Threat levels to odonate assemblages from invasive alien tree canopies. **Forests and Dragonflies**. Fourth WDA International Symposium of Odonatology, Pontevedra (Spain), p. 209-224, 2005.

SILVA, D. P.; DE MARCO, P.; RESENDE, D. C. Adult Odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case of study. **Ecologica Indicators**, v. 10, n. 3, p. 744-752, 2010.

SMITH, J.; SAMWAYS, M. J.; TAYLOR, S. Assessing riparian quality using two complementary sets of bioindicators. **Biodiversity Conservation**, v.16, p. 2695–2713, 2007.

SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; BRUNISMANN, A. G.; MILANI, L. R.; PINTO, A. P. Dragonflies and damselflies (Odonata) from the wetland of the Rio Pandeiros, northern region of Minas Gerais State, Brazil, with a description of the male of *Archaeogomphus vanbrinki* Machado (Anisoptera: Gomphidae). **International Journal of Odonatology**, v. 20, n. 1, p. 13-26, 2017.

SUHLING, F.; SAHLÉN, G.; GORB, S.; KALKMAN, V. J.; DIJKSTRA, B.; TOL, J. V. Order Odonata. In: THORP, J., ROGERS, D.C. **Ecology and General Biology**: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Ed. 4. Academic Press, 2015. p. 893–932.

VIANNA, D. M.; DE MARCO JR. Higher-Taxon and Cross-Taxon Surrogates for Odonate. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, 2012.