



PPGECO

Embrapa

Amazônia Oriental

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

TAINÃ SILVA DA ROCHA

**EFEITO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL NA COMPOSIÇÃO
FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE ODONATA (INSECTA) EM
IGARAPÉS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**Belém – Pará
2022**

TAINÃ SILVA DA ROCHA

**EFEITO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL NA COMPOSIÇÃO
FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE ODONATA (INSECTA) EM
IGARAPÉS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do convênio Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazônia Oriental, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia

Linha de pesquisa: Ecologia de Comunidades e Ecossistemas

Orientador: Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Lenize Batista Calvão Santos

Belém – Pará

2022

TAINÃ SILVA DA ROCHA

**Efeito da integridade ambiental na composição funcional da comunidade de Odonata
(Insecta) em igarapés na Amazonia oriental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do convênio Universidade Federal do Pará e Embrapa Amazonia Oriental. rea de concentração em Ecologia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ecologia, avaliada pela comissão julgadora composta pelos seguintes membros:

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior

Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA (Orientador – Presidente)

Prof^a. Dr^a. Lenize Batista Calvão Santos

Universidade Federal do Pará – UFPA (Coorientadora)

Prof. Dr. Leandro Juen

Universidade Federal do Pará – UFPA (Membro interno)

Prof^a. Dr^a. Karina Dias da Silva

Universidade Federal do Pará – UFPA (Membro interno)

Dr. Fernando Geraldo de Carvalho

Universidade Federal do Pará – UFPA (Membro externo)

Prof. Dr. Marciel Elio Rodrigues

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC (Membro externo)

Prof^a. Dr^a. Danielle Anjos dos Santos

Centro de Investigación Esquel de Montaa y Estepa Patagnica – CIEMEP (Membro externo)

Aprovada em: 05 de abril de 2022.

Local de defesa: apresentao virtual na sala do Google Meet.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

-
- R672e Rocha, Tainã Silva da.
Efeito da integridade ambiental na composição funcional da comunidade de odonata (Insecta) em igarapés na Amazônia Oriental / Tainã Silva da Rocha. — 2022.
42 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior
Coorientação: Profª. Dra. Lenize Batista Calvão Santos Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Belém, 2022.
1. Ecologia aquática - Amazônia. 2. Odonato - morfologia. 3. Impacto ambiental - avaliação. 4. Insetos aquáticos - populações. 5. Temperatura corporal - regulação. I. Título.

CDD 577.609811

Não apenas essa pesquisa, mas todas as minhas conquistas dedico aos meus queridos pais, Socorro Silva e José Nildo Rocha, que nunca me deixaram de me apoiar. Ao meu amado esposo Leandro Matos, pelo companheirismo e apoio o qual foi primordial para continuar essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço grandemente aos meus orientadores Prof. Dr. José Max B. Oliveira Junior e Prof^ª. Dr^ª. Lenize Batista Calvão, pela paciência na orientação, confiança e incentivo, tornando possível a conclusão deste estudo.

Agradeço ao Laboratório de Ecologia e Conservação (LABECO) da Universidade Federal do Pará (UFPA), pela disponibilidade do banco de dados utilizados neste estudo. Agradeço também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fornecimento da bolsa de mestrado. Agradeço a Rede Amazônia Sustentável–RAS (a qual essa dissertação faz parte) e as seguintes fontes de financiamento pelo apoio financeiro: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia-Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia (CNPq 574008/2008-0), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa (SEG 02.08.06.005.00), a Iniciativa Darwin do governo do Reino Unido (17-023), *The Nature Conservancy* e o Conselho de Pesquisa do Ambiente Natural do Reino Unido (NERC; NE/F01614X/1, NE/G000816/1, NE/K016431/1 e NE/P004512/1). Agradeço também os sindicatos rurais (SR e STTRs) de Santarém, Belterra e Paragominas e todos os produtores rurais das regiões de estudo pelo seu apoio à pesquisa. Ao Dr. José Max B. Oliveira Junior e Dr. Leandro Schlemmer Brasil, pela coleta de material biológico. Ao especialista Frederico Lencioni pela confirmação da identificação dos Zygoptera, e ao Dr. Nelson Silva Pinto pela confirmação da identificação dos Anisoptera.

E de uma forma muito especial agradeço aos meus pais (José Nildo Morais da Rocha e Raimunda do Socorro Gonçalves da Silva) e irmãos. A família é o pilar que sustenta o emocional de qualquer ser humano, sendo assim, minha família foi muito importante dando-me suporte emocional.

Ao meu querido e amado Companheiro de vida (Leandro Matos) que sempre esteve comigo e não me deixou desistir. E estendo meus mais sinceros agradecimentos a minha querida sogra (Fátima Matos), que sempre me apoiou e estive disposta a ajudar em tudo que eu precisasse.

Efeito da integridade ambiental na composição funcional da comunidade de Odonata (Insecta) em igarapés na Amazônia oriental

RESUMO

As alterações antrópicas de uso ou de cobertura do solo modificam as condições ambientais, afetando a dinâmica das comunidades em especiais de ambientes sensíveis como os aquáticos, que dependem da vegetação ciliar, cujas consequência podem influenciar no comportamento reprodutivo e morfológico de muitas espécies. Nesse contexto, foram avaliados como as características biológicas funcionais da comunidade de adultos de Odonata respondem aos impactos causados pela ação humana em igarapés na Amazônia Oriental, usando características bionômicas como variáveis resposta. As hipóteses para este estudo foram: a) que espécies com proporções maiores de largura da base da asa, tamanho e comprimento do abdômen e tamanho corporal, estejam intimamente ligadas a ambientes alterados; b) ambientes degradados, com baixa cobertura vegetal e com a vegetação ripária alterada, favorecem indivíduos heliotérmicos, devido a sua especificidade de termorregulação. Foram amostrados adultos de Odonata em 98 igarapés preservados e alterados na Amazônia Oriental, utilizando como características funcionais: oviposição, termorregulação e tamanho corporal, e como características morfológicas: largura do tórax, largura da asa na base, comprimento do abdômen e comprimento do tórax. Foram registradas 80 espécies, 48 coletadas em ambiente preservados e 70 em ambientes alterados, destas, 44 indivíduos pertencentes a subordem Zygoptera e 36 pertencentes a subordem Anisoptera. Distribuídas em 16 grupos funcionais e três categorias: presente em todos os ambientes, presente apenas em ambientes preservados, presente apenas em ambientes alterados. Houve variação das características funcionais estudadas entre os ambientes (PerMANOVA; $F = 15,655$; $P < 0,01$), com distinção significativa na composição de atributos entre os ambientes estudados. Embora a PerMANOVA não tenha encontrado uma forte relação dos atributos funcionais com o nível de integridade, observa-se na PCoA que, os indivíduos encontrados em áreas alteradas são heliotérmicos, oviposição exofítica, com asa mais larga e com maior tamanho. Indivíduos com menor tamanho corporal e com oviposição endofítica e/ou epifítica, e conformadores termais e endotérmicos são encontrados em áreas preservadas. O presente estudo fornece evidências de que atributos funcionais, são fatores determinantes para a distribuição e para a seleção de quais características morfológicas e funcionais as espécies precisam ter para ocorrer em um determinado ambiente. A qualidade do ambiente, medida pelo índice de integridade ambiental, tem efeito significativo sobre a composição dos grupos funcionais. Onde ambientes alterados favorecem espécies com oviposição exofítica e termorregulação heliotérmica, enquanto em ambientes preservados favorecem indivíduos com oviposição endofítica e epifítica e termorregulação ectotérmica (conformadores termais). Quanto a morfologia, ambientes alterados favorecem indivíduos com tamanhos médios a grande, com maior comprimento de tórax e de abdômen, ambientes preservados podem favorecer espécies menores e/ou especializadas.

Palavras-chave: Amazônia, libélulas, oviposição, termorregulação, tamanho corporal, alteração ambiental.

Effect of environmental integrity on the functional composition of the Odonata (Insecta) community in streams in the eastern Amazon

ABSTRACT

The change in the environment affects the dynamics of aquatic communities and can influence the reproductive behavior of many species. In addition, functional diversity is expected to be influenced by the environment. In this context, we evaluated how the biological functional characteristics of the Odonata adult community respond to impacts caused by human action on streams in the Eastern Amazon, using bionomic characteristics as response variables. The hypotheses for this study were: a) that species with greater proportions of wing base width, size and length of the abdomen and body size are closely linked to altered environments; b) degraded environments, with low vegetation cover and altered riparian vegetation, favor heliothermic individuals, due to their thermoregulation specificity. Adults of Odonata were sampled in 98 preserved and altered streams in the Eastern Amazon, using as functional characteristics: oviposition, thermoregulation and body size, and as morphological characteristics: thorax width, wing width at the base, abdomen length and thorax length. Eighty species were recorded, 48 collected in preserved environments and 70 in altered environments, of these, 44 individuals belonging to the suborder Zygoptera and 36 belonging to the suborder Anisoptera. Distributed in 16 functional groups and three categories: present in all environments, present only in preserved environments, present only in altered environments. There was variation in the functional characteristics studied between the environments (PerMANOVA; $F = 15,655$; $P < 0.01$), with a significant difference in the composition of attributes between the environments studied. Although PerMANOVA did not find a strong relationship between the functional attributes and the level of integrity, watch yourself in PCoA that the individuals found in altered areas are heliothermic, exophytic oviposition, with wider wing width at the base and larger size. Individuals with smaller body size and endophytic and epiphytic oviposition, and thermal and endothermic conformators are found in preserved areas. Our study provides evidence that functional attributes are determining factors for the occurrence of species in the environment. The quality of the environment, measured by the environmental integrity index, has a significant effect on the composition of functional groups. Where altered environments favor species with exophytic oviposition and heliothermic thermoregulation, while in preserved environments they favor individuals with endophytic and epiphytic oviposition and ectothermic thermoregulation (thermal conformers). As for morphology, altered environments favor medium to large individuals, with greater thorax length and abdomen size, preserved environments may favor smaller and/or specialized species.

Keywords: Amazon, dragonflies, oviposition, thermoregulation, body size, environmental change.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Redes de drenagem e igarapés amostrados nas regiões de Paragominas e Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, na Amazônia Oriental, Pará, Brasil. 5
- Figura 2.** Desenho esquemático do transecto estabelecido em cada igarapé para a amostragem de Odonata. Cada transecto foi nomeado da jusante para a montante. 7
- Figura 3.** Ordenação das seis variáveis ambientais dos igarapés amostrados em duas regiões da Amazônia Oriental, Pará, Brasil, com base na análise de componentes principais (PCA). (FP = % floresta primária na rede ripária dentro de um buffer de 100 m100m; CD = cobertura média do dossel sobre o canal; CE = condutividade elétrica; pH = potencial hidrogeniônico; TA = temperatura da água; OD = oxigênio dissolvido). 14
- Figura 4.** Dendrograma com base em atributos funcionais de espécies de Odonata, amostradas em igarapés com diferentes categorias de conservação (alterados e preservados), na Amazônia Oriental, Pará, Brasil 15
- Figura 5.** Ordenação da composição funcional de espécies de Odonata, amostradas em igarapés alterados e preservados, na Amazônia Oriental, Pará, Brasil. 17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características funcionais para adultos de Odonata (Insecta), amostrados em igarapés na Amazônia Oriental, Pará, Brasil	10
Tabela 2. Média e variância (entre parênteses) das variáveis ambientais registradas em cada categoria de integridade de igarapés em duas regiões da Amazônia Oriental, Pará, Brasil.....	12
Tabela 3. As seis variáveis ambientais utilizadas para descrever as condições ambientais dos igarapés amostrados em duas regiões da Amazônia Oriental, Pará, Brasil, e sua correlação com os componentes principais (eixos 1 e 2) da Análise de Componentes Principais (PCA).....	13
Tabela 4. Abundância por grupos funcionais de adultos de Odonata (Insecta), amostrados em igarapés alterados e preservados na Amazônia Oriental, Pará, Brasil.....	16

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

~	Aproximadamente
μS	micro-Siemens
CA	comprimento do abdômen
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CD	cobertura média do dossel sobre o canal
CE	condutividade elétrica
CIEMEP	<i>Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica</i>
cm	Centímetro
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COM	conformadores termais
CTO	comprimento do tórax
CWM	médias ponderadas de valores de características no nível da comunidade
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
END	Endofítica
ENDO	Endotérmica
EPI	Epifítica
EXO	Exofítica
FP	% floresta primária na rede ripária dentro de um buffer de 100 m
GF	grupos funcionais
h	Hora
HEL	Heliotérmica
IIH	Índice de Integridade de Habitat
L	Litro
LABECO	Laboratório de Ecologia e Conservação
LAPB	largura da asa posterior na altura da base
LT	largura do tórax
m	Metro
mg	Miligrama
mm	Milímetro
n	Número
OD	oxigênio dissolvido
PCA	Análise de Componentes Principais
PCoA	Análise de Coordenadas Principais
PerMANOVA	Análise Multivariada de Variância Permutacional
pH	potencial hidrogeniônico
RAS	Rede Amazônia Sustentável
T	Tamanho
TA	temperatura da água
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
2.2. Área de estudo.....	4
2.3. Coleta de dados	6
2.3.1. Amostragem biológica.....	6
2.3.2. Avaliação das condições física dos igarapés estudados	7
2.3.3. Traços morfológicos.....	8
2.3.4. Tipos de oviposição.....	9
2.3.5. Tipos de termorregulação	9
2.4. Análise dos dados.....	10
2.4.1. Condições físicas e químicas dos igarapés	10
2.4.2. Determinação de grupos funcionais (GF).....	11
2.4.3. Média ponderada de valores de características em nível de comunidade (CWM).....	11
2.4.4. Comparação de comunidades de Odonata entre os locais estudados	11
3. RESULTADOS.....	12
3.1. Condição física dos igarapés e qualidade da água	12
3.3. Grupos funcionais (GF).....	14
4. DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICE.....	30

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pesquisas apontam um declínio preocupante na diversidade de invertebrados, especialmente para os insetos (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Os principais fatores de perda de biodiversidade, estão relacionados a atividades humanas como: desmatamento, expansão e intensificação da agricultura e urbanização (Ceballos et al. 2017). Tais ações antropogênicas, causam mudanças significativas sobre a vegetação ripária de um corpo hídrico, afetando assim, a riqueza e abundância de espécies menos tolerantes às alterações (Ferreira & Petrere Jr., 2007). Fatores como, abertura do dossel (facilitando a entrada de luz), quantidade de vegetação em torno do corpo d'água podem afetar a distribuição de insetos aquáticos (Harabis & Dolny 2010, Monteiro-Junior et al 2013, Suhonen et al 2013, Rodrigues et al., 2016), afeta também no comportamento reprodutivo de muitas espécies (Rodrigues et al., 2016) e em sua diversidade funcional (Pereira et al., 2019).

Nos ambientes é importante identificar o padrão de resposta de um grupo para prever as reações das espécies diante às alterações ambientais, já que as estruturas morfológicas de um organismo e suas dimensões são diretamente relacionadas às funções exercidas para sua sobrevivência (Arnold, 1983). Aspectos ligados a características morfológicas e comportamentais de muitas espécies de Odonata, são fatores relevantes que determinam locais de ocorrência do grupo (Sampaio et al., 2013). Embora as medidas taxonômicas sejam eficientes, elas por si só, não podem detectar variações na estrutura funcional das comunidades (Colzani et al., 2013). Há abordagens e métricas de diversidade mais recentes que buscam compreender os padrões que afetam a distribuição das espécies (Dalzochio et al., 2015; 2018). Dentre elas destaca-se a abordagem de diversidade funcional, cujo objetivo é baseado no agrupamento de espécies por funções e não por grupo taxonômico (Poff et al., 2006; Pereira et al., 2019; Resende et al., 2021). Essa abordagem mostrou-se bastante promissora nos estudos de diversidade funcional (Dalzochio et al., 2015; 2018; Pereira et al., 2019), pois baseia-se em características biológicas, morfológicas e comportamentais das espécies que estejam vinculadas com as funções no ecossistema, tais características são chamadas de atributos funcionais (Violle et al., 2007).

Diante de uma gama de grupos aquáticos as libélulas (Odonata) destacam-se devido a sua grande especificidade de habitat e sensibilidade ambiental (Banks-Leite et al. 2012), são bastante utilizados para detectar perturbações ambientais, pois apresentam distribuição, riqueza e composição altamente associadas às variações nas condições que compõe um hábitat físico

(Williams et al., 2004; Silva-Pinto et al., 2012). Além disso, possuem ciclo de vida relativamente longo (Miguel et al 2017), principalmente, quando comparado a outros insetos, como alguns Diptera (May, 2019), as libélulas podem viver até um ano nos trópicos (Stoks & Córdoba-Aguilar, 2012), apresentam ampla distribuição nos sistemas aquáticos (Corbet, 1980) e são afetadas pelas mudanças ambientais (Monteiro-Júnior et al., 2015; Mendonza-Penagos et al., 2021). Características como essas, tornam os Odonata especialmente importante para conservação, pois fornece um maior entendimento da relação entre variáveis físicas, biológicas e comunidades biológicas (Juen & De Marco, 2012).

A variação morfológica possui implicações que precisam ser consideradas para aumentar nosso entendimento da distribuição das espécies. Como por exemplo, a largura da base da asa que é diretamente relacionada à capacidade de planar (Nilsson-Ortman et al., 2012) e inversamente relacionada a manobrabilidade das asas, uma vez que indivíduos com a base das asas mais largas, não conseguem realizar manobras mais elaboradas (Johansson et al., 2009). O abdômen possui importante função na termorregulação, reprodução e territorialismo desses indivíduos (May, 1976; Michiels, 1990). O aumento no tamanho das asas está relacionado com a capacidade de voo de algumas espécies (Conrad et al., 2002). A largura e comprimento da asa posterior possui importância para a manobrabilidade, duração de voo (De Marco et al., 2015) e estar relacionado com a capacidade de planar (Corbet, 1962).

O tórax por sua vez, é importante para o voo pois abriga a musculatura, e assim como o abdômen também possui um importante papel na termorregulação, uma vez que o coeficiente de resfriamento está relacionado com o menor tamanho corporal (May, 1976). A agilidade do grupo, geralmente está relacionada ao tamanho corporal e a termorregulação (Corbet, 1980). Libélulas maiores tendem a ser endotérmicas e têm maior capacidade de dispersão (Corbet & May, 2008; May, 1991). Em geral, os Anisoptera, possuem corpos mais robustos e têm maior capacidade de dispersão em relação aos Zygoptera, que possuem corpo mais esguio (Corbet, 1999; Heiser & Schmitt, 2010).). Algumas espécies de Odonata, têm comportamento territorial e competitivo elaborado (Corbet, 1999), o macho adulto briga contra machos concorrentes, para restringir o acesso ao território em que se reproduz (Corbet, 1999).

Outro comportamento muito importante na distribuição de libélulas é a oviposição. O local de oviposição é considerada uma das decisões mais importantes de um artrópode que ovipõe, e muitas espécies exibem uma seleção precisa de microhabitats mais adequados para a postura de ovos (Figueira & Vasconcellos-Neto, 1993; Morse & Stephens, 1996), e assim, a perpetuar e garantir o sucesso da prole. O ambiente é essencial na distribuição das espécies,

uma vez que as fêmeas de libélulas, necessitam de locais que possuam substratos adequados para oviposição (Corbet, 1999; Suhonen et al., 2013). Fatores ambientais podem atuar como filtros dessas características, e interferir positiva ou negativamente nas características morfológicas que compõem uma comunidade, afetando seu desempenho e seus mecanismos (Pereira et al., 2019). Estressores ambientais (como o degradação dos ambientes aquáticos) desempenham um papel importante na formação da composição de características das comunidades de insetos aquáticos (Ding et al., 2017). A presença de diferentes microhabitat fornece bons locais de oviposição e poleiro (Clark & Samways, 1996). Essa ideia também elucidada a teoria dos modelos de *habitat template* (Southwood, 1977), que propõem que as propriedades do habitat são determinadas pela composição e diversidade das comunidades bióticas (Townsend & Hilderew, 1994; Statzner et al., 2001).

A hipótese de termorregulação mostra que embora todos os grupos termorregulatórios estejam presentes em toda a extensão do corpo hídrico, sua proporção na composição da assembleia muda com a largura do igarapé em decorrência do aumento da ordem do rio, ocasionando uma maior incidência de luz solar (De Marco et al., 2015). Essa hipótese ecofisiológica é bastante difundida entre os odonatólogos, no entanto, não explana com clareza as causas da distribuição das espécies dentro de cada um dos grupos de termorregulação, principalmente se for considerada a hipótese de que todos os grupos de termorregulação são encontrados durante todo o curso d'água, diferindo apenas na proporção de distribuição das espécies (Pereira et al., 2019). Por outro lado, a teoria do *habitat template* descreve que a distribuição da assembleia nos igarapés é determinada por condições ambientais, onde manchas reduzidas causadas por impactos naturais ou antrópicos de uma área, podem apresentar composição diferente de espécies, em relação a uma área sombreada com uma densa cobertura de dossel, em decorrência da alta luminosidade e calor nesses locais (Southwood, 1977).

Considerando o comportamento de Odonata, o objetivo deste trabalho é investigar como as características biológicas funcionais da comunidade de Odonata respondem aos impactos causados pela ação humana em igarapés na Amazônia Oriental, usando características bionômicas como variáveis resposta. As hipóteses para este estudo foram: a) que espécies com proporções maiores de largura da base da asa, tamanho e comprimento do abdômen e tamanho corporal, estejam intimamente ligadas a ambientes alterados, uma vez que tal característica favorecem esses indivíduos em áreas degradadas e o inverso é esperado para espécies com tamanhos menores, largura da base da asa mais peciolada, uma vez que indivíduos com tal morfologia são comumente encontrados em ambientes preservados (May, 1976; Michiel,

1990). Libélulas de grande tamanho corporal devem realizar a termorregulação de forma mais eficiente e em locais com elevada irradiação solar, ao passo que libélulas menores dependem da temperatura ambiente (De Marco & Resende, 2005);

b) ambientes degradados, com baixa cobertura vegetal e com a vegetação ripária alterada, favorecem indivíduos heliotérmicos, devido a sua especificidade de termorregulação. Enquanto indivíduos conformadores termais e endotérmicos serão mais frequentes em ambientes preservados (De Marco & Resende, 2002; De Marco et al., 2015). Desta forma, esperamos que tenha uma separação de grupos funcionais de acordo com a termorregulação entre as áreas estudadas;

c) a oviposição também será um fator determinante na ocorrência de espécies entre as áreas estudadas. Uma vez que, as espécies de Odonata necessitam de substratos adequados para fazer a postura de seus ovos (Corbet, 1999; Suhonen et al., 2013), agindo também como filtro que determinará o local de ocorrência (Pereira et al., 2019). Por este motivo espera-se que haja maior ocorrência de espécies com oviposição endofítica e epifítica em ambientes preservados, uma vez que esta característica exige a presença de troncos, macrófitas e vegetação ripárias. Em contrapartida, espera-se que a ocorrência de espécies exofíticas seja maior em ambientes alterados, pois a oviposição dessas espécies são realizadas diretamente na lâmina d'água.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2. Área de estudo

Foram analisadas duas áreas da Amazônia Oriental, sendo uma nos municípios de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos e a outra no município de Paragominas, localizados no estado do Pará, Brasil (Figura 1). Os municípios de Santarém (02°26'22"S, 54°41'55"W), Belterra (02°4'54"S, 54°53'18"W) e Mojuí dos Campos (02°40'53"S, 54°38'33"W), encontram-se no oeste do estado, o clima da região é do tipo "Aw" segundo a classificação de Köppen. Ou seja, caracterizado como tropical chuvoso com estação seca curta bem definida, com chuvas inferiores a 60 mm. A precipitação pluviométrica da região é, em média de 2.000 a 2.300 mm/ano, a temperatura máxima varia de 25 °C e umidade relativa do ar de 86%.

O período mais chuvoso ocorre entre os meses de dezembro a maio com cerca de 80% de pluviosidade e entre junho a novembro são contabilizados o restante do volume precipitado na região (Nepstad et al., 2002). Paragominas por sua vez, está localizada no nordeste do Pará (02°26'22"S, 54°41'55"W) com precipitação média anual de 1.766 mm, com temperatura

média anual de 27°C e umidade relativa de 81% (Watrín & Rocha, 1992). O clima predominantemente em Paragominas é do tipo “Af” conforme o sistema de classificação de Köppen. Esses tipos de clima correspondem a climas tropicais chuvosos com uma estação seca curta e bem definida.

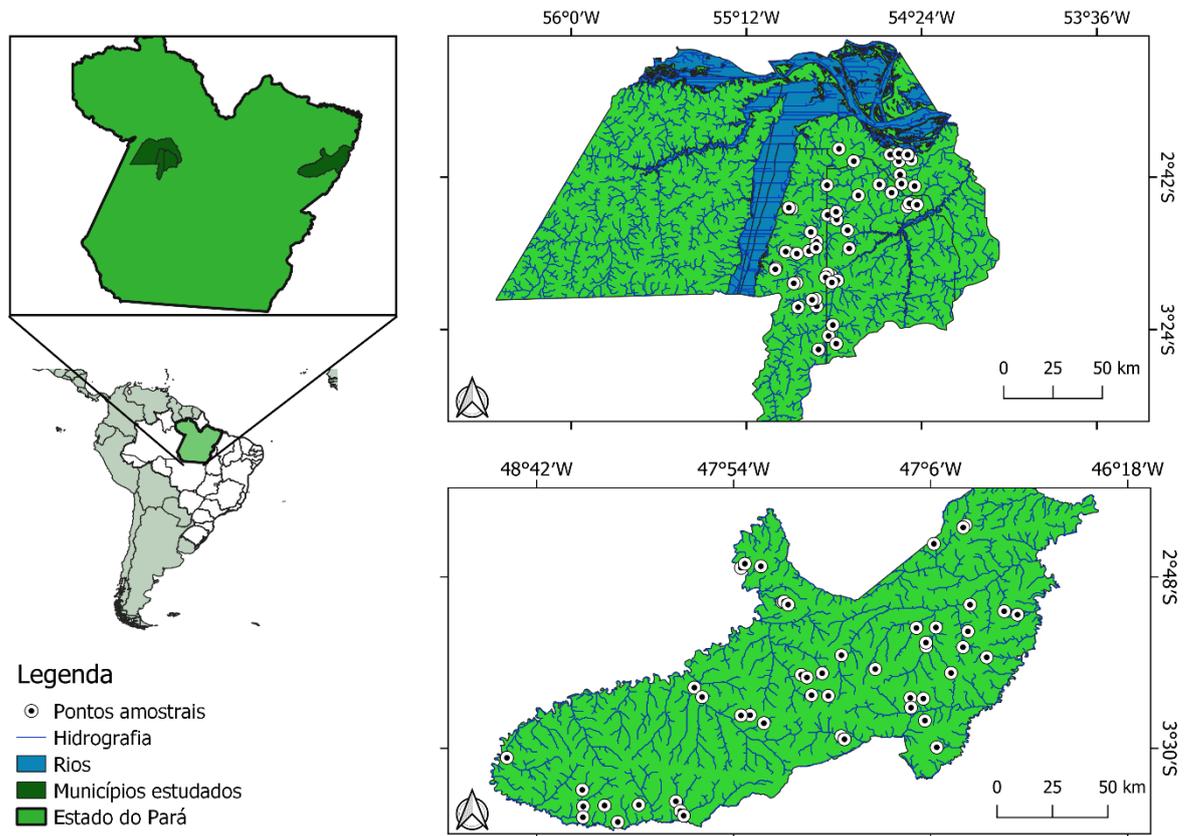


Figura 1. Redes de drenagem e igarapés amostrados nas regiões de Paragominas e Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, na Amazônia Oriental, Pará, Brasil.

Inseridos no bioma amazônico, Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, apresentam densa floresta ombrófila e diversificação no relevo, com regiões de planalto a várzea. A vegetação predominante na região é de floresta tropical, com exceção de savanas amazônicas encontrados na região noroeste do município de Santarém (Berenguer et al., 2014). Pequenas áreas de reflorestamento são encontradas na porção central do município e sítios de referência podem ser encontrados na Floresta Nacional do Tapajós (Belterra), adjacente à região (Feitosa et al., 2012). A vegetação da região de Paragominas é classificada como floresta tropical densa (Velooso et al., 1991)

As duas regiões amostradas exibem um gradiente de uso da terra (Moura et al., 2013), que abrange áreas alteradas que vão desde florestas secundárias formadas após destruição completa da floresta nativa (Putz & Redford, 2010), e áreas de pastagem de gado e agricultura

mecanizada e plantio de soja (Gardner et al., 2013; Moura et al., 2013; Oliveira-Junior et al., 2015). No entanto ainda pode ser observado grandes remanescentes preservados compostos por floresta primária, com fisionomia clímax original que nunca foi claramente derrubada (Gardner et al., 2013; Moura et al., 2013).

2.3. Coleta de dados

2.3.1. Amostragem biológica

Um total de 98 igarapés de primeira a terceira ordem foram amostrados (média de 2 a 5 m de largura, segundo a e com profundidade inferior a 1,2 m, baseado na classificação de Strahler (1957)), distribuídos em um gradiente de condições ambientais que contempla desde áreas totalmente preservadas a muito modificadas pela pecuária e agricultura. As coletas foram realizadas nas duas áreas durante o período de estiagem, sendo 48 pontos amostrais em Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos (julho a agosto de 2010) e 50 em Paragominas (julho a agosto de 2011). O período de estiagem foi selecionado, devido: (i) as exigências ecofisiológicas dos Odonata (May, 1976; 1991; Corbet, 1999); (ii) amostragem em um único período sazonal pode reduzir o “ruído” nas análises estatísticas (ver Heino & Peckarsky, 2014); (iii) vários estudos demonstram que a maior diversidade de Odonata pode ser acessada durante a estação seca (Fulan & Henry, 2007); e (iv) a baixa profundidade da coluna d’água durante esse período faz com que esses insetos se concentrem em áreas menores, o que nos permite encontrá-los e capturá-los mais facilmente (Oliveira-Junior & Juen, 2019).

Em cada igarapé foi delimitado um alcance de 150 m, subdivididos em trecho de dez seções longitudinais de 15 m cada, separadas por transectos margem a margem (ver Oliveira-Junior & Juen, 2019). As seções longitudinais de 15 m foram subdivididas em três segmentos de cinco metros cada, sendo amostrados apenas os dois primeiros segmentos de cada seção, totalizando 20 segmentos de 5 m em cada igarapé marcadas com fitas biodegradáveis de A (jusante) à K (montante) (Figura 2). Foi utilizada a metodologia de varredura em áreas fixas é utilizada com êxito por outros pesquisadores (Juen & De Marco, 2011; Silva-Pinto et al., 2012; Oliveira-Junior et al., 2013; Calvão et al., 2016; Batista et al 2021; Cezário et al 2021). Com uso de uma rede entomológica (40 cm de diâmetro, 65 cm de profundidade e cabo de alumínio com 90 cm de comprimento), foram coletados os adultos de Odonata avistados, seguindo o protocolo de coleta de Oliveira-Junior et al. (2015) e acondicionados de acordo com Lencioni (2006).

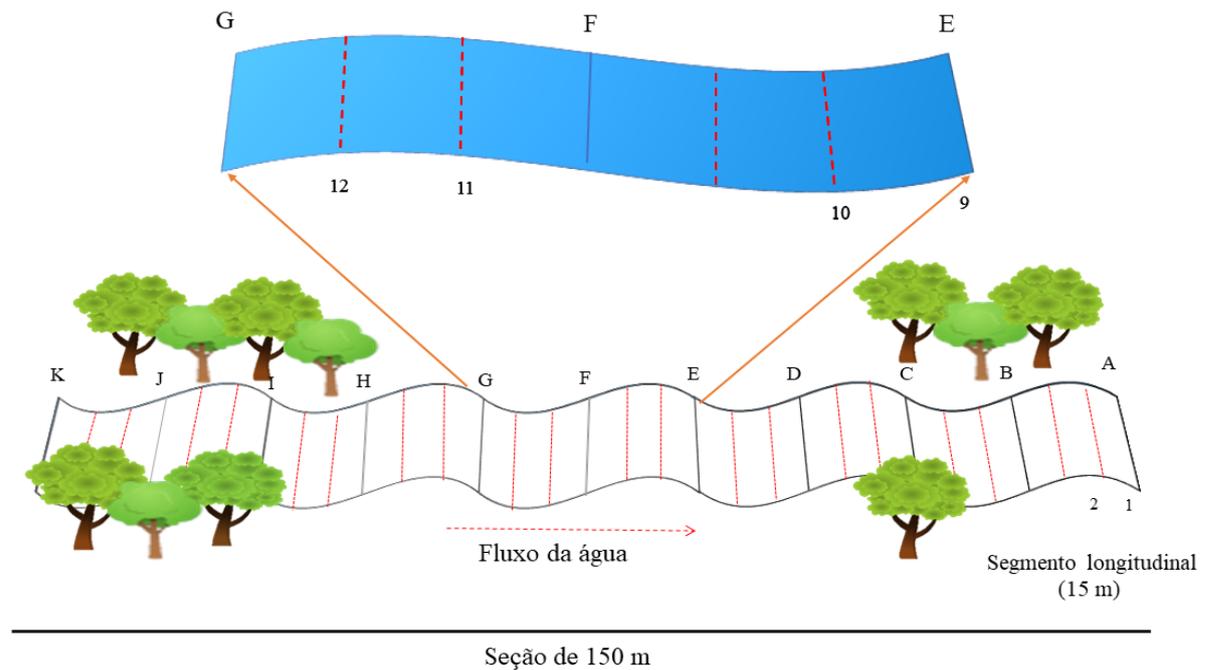


Figura 2. Desenho esquemático do transecto estabelecido em cada igarapé para a amostragem de Odonata. Cada transecto foi nomeado da jusante para a montante.

As coletas foram realizadas entre às 10:00 h e 14:00 h, quando os raios solares atingem o canal principal do igarapé, seguindo De Marco & Resende (2002) e Batista et al. (2021), com a finalidade de garantir as condições favoráveis para que todos os grupos de Odonata, tanto conformadores térmicos como heliotérmicos e endotérmicos estivessem ativos (May, 1976; 1991; Corbet, 1999; De Marco & Resende, 2002). ; Batista et al 2021).

Para a identificação dos espécimes coletados foram utilizadas chaves taxonômicas especializadas (Garrison, 1990; Lencioni, 2005; 2006; Garrison et al., 2006; Garrison et al., 2010) e comparação com o material testemunho da coleção do Museu de Zoologia da Universidade Federal do Pará. Após a identificação, os exemplares foram depositados como material testemunho na Coleção do Museu de Zoologia da Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

2.3.2. Avaliação das condições física dos igarapés estudados

Foram utilizados seis variáveis para medir a qualidade ambiental nos 98 igarapés estudados: cobertura média do dossel sobre o canal, porcentagem de floresta na paisagem circundante e quatro descritores físicos e químicos da água: temperatura da água (°C), condutividade elétrica (mg/L), potencial hidrogeniônico (pH) e oxigênio dissolvido (mg/L), obtidas a partir de uma sonda Horiba, modelo U51. Vários estudos anteriores demonstraram a importância dessas variáveis físico-químicas para a estrutura das comunidades de insetos

aquáticos, incluindo a temperatura da água e condutividade elétrica (Oliveira-Junior et al., 2013; 2017), oxigênio dissolvido (Jacob, 1984) e pH (Courtney & Clements, 1998).) e por isso essas variáveis foram selecionadas para o nosso estudo.

Para estimar a integridade do ambiente em cada igarapé, utilizou-se o índice de integridade de habitat (IIH) de Nessimian et al. (2008). Esse índice é constituído por 12 itens que descrevem as condições ambientais dos igarapés, avaliando características como: o padrão de uso da terra adjacente à vegetação ribeirinha; largura da mata ciliar e seu estado de preservação; estado da mata ciliar dentro de uma faixa de 10 m; descrição da condição do canal quanto ao tipo de sedimento e presença de dispositivos de retenção; estrutura e desgaste dos barrancos marginais do igarapé; caracterização do leito do igarapé quanto ao substrato, vegetação aquática, detritos e disposição das áreas de corredeiras, poções e meandros. Cada item é composto de quatro a seis alternativas que estão ordenadas de forma a representar sistemas cada vez mais íntegros, sendo o valor do índice variável entre 0 (menos íntegro) e 1 (mais íntegro). Este índice está diretamente relacionado ao nível de conservação ambiental e foi usado com sucesso em uma série de estudos de avaliação da integridade de sistemas aquáticos (Carvalho et al., 2013; Giehl et al., 2014; Juen et al., 2014; Monteiro-Júnior et al., 2015; Bastos et al., 2021).) e em uma metaanálise recente, foi demonstrado que ele é uma das métricas mais importantes para explicar a variação da comunidade (Brasil et al 2021).

Para estimar a cobertura média do dossel, utilizou-se um densiômetro convexo posicionado no ponto central do canal, sendo feita quatro medições: a montante, a jusante e as margens esquerda e direita. A cobertura do dossel é frequentemente considerada uma das principais características físicas do habitat que influencia os padrões de distribuição de Odonata em igarapés tropicais (Oliveira-Junior et al., 2017). Para a porcentagem de floresta, definimos a cobertura florestal dentro de *buffers* de 100 m, que usamos para delimitar a paisagem dentro da qual a porcentagem de cobertura foi estimada. A proporção de habitats em ambientes preservados ou cobertura natural está entre as principais variáveis que explicam a distribuição das espécies e a estrutura da comunidade em ambientes naturais (Fahrig, 2003).

2.3.3. Traços morfológicos

Com uso de um paquímetro digital (precisão de 0.01 mm), foram medidos quatro caracteres morfológicos: a) largura da asa posterior na altura da base (LAPB); b) comprimento do abdômen (CA); c) comprimento do tórax (CTO); d) largura do tórax (LT). As medidas foram tomadas em pelo menos 10 indivíduos machos de cada espécie, mantendo o cuidado de

aferir as medidas apenas do lado direito do exemplar, medindo cada carácter três vezes, para padronização e minimização de erros. Utilizou-se a média dos valores de todos os exemplares medidos como medida final para a espécie, em cada um dos caracteres morfológicos.

O tamanho do corpo foi aferido a partir do comprimento total dos adultos (do topo da cabeça ao fim dos apêndices). Foram medidos em média 10 indivíduos de cada espécie, utilizando essas medidas para obter um comprimento médio para cada espécie. Posteriormente, as espécies foram divididas em três classes de tamanho: (1) pequeno, indivíduos de 18-29mm; (2) médio, indivíduos de 30-43 mm e (3) grande, indivíduos acima de 44 mm (Tabela 1). Para determinar as classes de tamanho seguiu-se Dalzochio et al. (2018).

2.3.4. Tipos de oviposição

Para Odonata são definidos três tipos básicos de oviposição: (i) endofítica - onde os ovos são postos no interior de tecido vegetal (vivo ou morto), no entanto, esses indivíduos preferem tecidos vivos; (ii) epifítica - os ovos são postos na superfície de rochas, troncos, folhas e outros substratos, emersos e submersos; (iii) exofítica - os ovos são liberados diretamente na água (Fincke, 1986; Corbet, 1999) (Tabela 1). Para a determinação do tipo de oviposição de cada espécie utilizou-se como base a literatura, por meio de busca direta da descrição do tipo de oviposição de cada espécie feita em artigos ou livros, nos casos em que as informações sobre a espécie não estavam disponíveis, utilizou-se uma categoria já descrita para o nível genérico, caso este também não estivesse disponível, utilizou-se a categoria de oviposição mais frequente na família.

2.3.5. Tipos de termorregulação

As espécies de Odonata em virtude das exigências ecofisiológicas dos indivíduos adultos quanto a sua capacidade de termorregulação podem ser divididas em: (i) conformadores térmicos, de menor tamanho corporal mostram elevada condutância e a temperatura do corpo varia de acordo com o ambiente, principalmente, devido à troca de calor por convecção (Corbet, 1999); (ii) heliotérmicos, têm o corpo maior e, conseqüentemente, condutância mais baixa, sendo suas atividades determinadas principalmente pela irradiação solar; (iii) endotérmicos, produzem calor através do controle da circulação da hemolinfa (May, 1976) (Tabela 1). As estratégias e os padrões ecofisiológicos de Odonata também associam a capacidade de termorregulação com o tamanho corporal (Corbet, 1999).

Realizou-se a determinação do tipo de termorregulação para cada espécie com base em literatura, por meio de busca direta da descrição do tipo de oviposição de cada espécie realizadas em artigos ou livros, nos casos em que as informações sobre a espécie não foram encontradas, utilizou-se uma categoria já descrita para o nível genérico, caso este também não estivesse disponível, utilizou-se a categoria de oviposição mais frequente na família.

Tabela 1. Características funcionais para adultos de Odonata (Insecta), amostrados em igarapés na Amazônia Oriental, Pará, Brasil.

Traços	Categorias	Estado	Código	Referência
Tamanho do corpo	Adulto	18-29,99 mm	1	Observação pessoal; Dalzochio et al. (2018).
		30-43,99 mm	2	
		Acima de 44 mm	3	
Oviposição	Endofítica	Presente	1	Resende & De Marco (2010); Hamada et al., (2014); Vilela et al., (2016); Rodrigues et al., (2019); Pereira et al., (2019).
		Ausente	0	
	Epifítica	Presente	1	
		Ausente	0	
	Exofítica	Presente	1	
		Ausente	0	
Termorregulação	Conformadores	Presente	1	May (1976; 1991); De Marco & Resende (2002); Paulson (2004); De Marco et al. (2005; 2015).
		Ausente	0	
	Heliotérmicos	Presente	1	
		Ausente	0	
	Endotérmicos	Presente	1	
		Ausente	0	

2.4. Análise dos dados

2.4.1. Condições físicas e químicas dos igarapés

Para avaliar a variação dos ambientes estudados, foram resumidos os valores das seis variáveis ambientais (cobertura do dossel, porcentagem de floresta, temperatura da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido), através de uma Análise de Componentes Principais (PCA), com uma matriz de correlação para determinar o padrão de variação nos parâmetros ambientais e estruturais entre as amostras. Para reduzir a multicolinearidade, verificamos o grau de correlação entre as variáveis. Como as variáveis foram medidas em unidades de ordens de magnitude variadas, foram padronizados os valores (exceto o pH) usando uma matriz de distância euclidiana. Utilizou-se um modelo aleatório de *Broken-stick* para determinar quais componentes principais seriam retidos para análise, restando apenas os componentes que descrevem os gradientes principais de variação do habitat (Jackson, 1993). Utilizou-se o escore do IIIH (na ordenação da PCA) para identificar as categorias de integridade dos igarapés (alterados e preservados). Todas as análises foram feitas com o pacote *vegan* (Oksanen et al., 2015) no Software R, versão 4.0.4 (R Core Team, 2021).

2.4.2. Determinação de grupos funcionais (GF)

Para determinar os grupos funcionais (GF), utilizou-se uma matriz de características produzida a partir da codificação de todas as espécies com relação a essas características em seus respectivos estados. A partir disto, criou-se um dendrograma de espécies de Odonata agrupadas por características funcionais, usando para isto o método de ligação de Ward com base na distância de Gower (Casanoves et al., 2011), utilizando o pacote FD (Laliberte et al., 2014) no Software R, versão 4.0.4 (R Core Team, 2021). Realizou-se o corte no dendrograma no ponto “5”, para determinar os grupos funcionais (Dalzochio et al., 2018; Casanoves et al., 2011).

2.4.3. Média ponderada de valores de características em nível de comunidade (CWM)

Para avaliar a variação na composição de características bionômicas entre igarapés alterados e preservados, primeiro calculou-se um índice médio ponderado da comunidade (CWM) (Lavorel et al., 2008), usando o pacote FD (Laliberté et al., 2014) no Software R (R Core Team 2021) versão 4.0.4. Este índice representa a abundância relativa de cada característica dentro de cada comunidade estudada, correlacionando a matriz de característica de espécie com a matriz de abundância relativa de espécie de acordo com Violle et al. (2007). Assim, após o cálculo do CWM, gerou-se uma matriz das comunidades estudadas por atributos funcionais. A abundância relativa ($\sim n$) foi obtida através da divisão do número de indivíduos coletados de cada espécie pelo número total de indivíduos em cada amostra.

2.4.4. Comparação de comunidades de Odonata entre os locais estudados

Com a matriz de GFs e CWM, realizou-se uma Análise Multivariada de Variância Permutacional (PerMANOVA) para testar a variação na composição das características entre os locais estudados, com dissimilaridade de Gower. Para visualizar essas diferenças, procedeu-se com uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), também com dissimilaridade de Gower. A função PCoA calcula a decomposição da coordenada principal (também chamada de escala clássica) de uma matriz de distância D (Gower, 1966).

3. RESULTADOS

3.1. Condição física dos igarapés e qualidade da água

Os igarapés estudados apresentaram variação considerável nas condições físicas e nas propriedades físico-químicas da água, refletindo as alterações ambientais em virtude das ações antrópicas. Os valores das variáveis obtidas foram: IIH (0,83 - 0,50), cobertura média do dossel sobre o canal (71,14–84,53%), porcentagem de floresta primária (0,00–100,00%), temperatura da água (22,50–29,90 °C), condutividade elétrica (44,64–74,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (5,20–5,33 mg/L) e pH (4,88–4,77).

O IIH mostra uma variação na integridade dos igarapés, classificando-os em duas categorias distintas de integridade: 56 igarapés alterados (IIH = 0,15 a 0,69) e 42 igarapés preservados (IIH = 0,70 a 0,99). As médias e variâncias dos valores das variáveis ambientais são apresentadas por categoria de integridade do igarapé na Tabela 2.

Tabela 2. Média e variância (entre parênteses) das variáveis ambientais registradas em cada categoria de integridade de igarapés em duas regiões da Amazônia Oriental, Pará, Brasil.

Categoria de integridade	Variáveis ambientais						
	IIH	TA	CE	OD	pH	CD	FP
Alterado	0,50 (0,02)	25,66 (2,02)	24,32 (118,63)	5,20 (2,18)	4,88 (1,71)	71,14 (840,30)	44,64 (734)
Preservado	0,83 (0,01)	25,18 (1,78)	25,08 (195,73)	5,33 (1,71)	4,77 (1,50)	84,53 (560,92)	74,70 (979,37)

Nota: IIH = índice de integridade do habitat; TA = temperatura da água; CE = condutividade elétrica; OD = oxigênio dissolvido; pH = potencial hidrogeniônico; CD = cobertura média do dossel sobre o canal; FP = % floresta primária na rede ripária dentro de um buffer de 100 m.

As associações dos dois eixos da PCA foram responsáveis por 55,92% da variação ambiental (eixo 1 = 30,27%; eixo 2 = 25,65%). Foram analisados apenas o componente do primeiro eixo, uma vez que o valor do segundo componente foi inferior ao estimado pelo modelo *Broken-stick*. O primeiro componente sozinho foi responsável por 30,27% da variação dos resultados (autovalor = 1,82). Esta análise mostrou que houve um gradiente de integridade dos igarapés. Os igarapés com os maiores valores de IIH (preservados) foram agrupados para maior cobertura de dossel, porcentagem de floresta primária e oxigênio dissolvido. Igarapés com menores valores de IIH (alterados) tiveram perda ou alteração significativa nessas mesmas variáveis (Tabela 3; Figura 3).

As variáveis que mais contribuíram para a formação do primeiro componente foram relacionadas à estrutura física da mata ciliar e à qualidade da água, explicando os padrões de agrupamento observados. A cobertura do dossel (CD) e o oxigênio dissolvido (OD) estão positivamente relacionados ao nível de integridade do igarapé, enquanto o pH foi relacionado negativamente aos níveis de integridade (Tabela 3).

Tabela 3. As seis variáveis ambientais utilizadas para descrever as condições ambientais dos igarapés amostrados em duas regiões da Amazônia Oriental, Pará, Brasil, e sua correlação com os componentes principais (eixos 1 e 2) da Análise de Componentes Principais (PCA).

Variáveis ambientais	Loading	
	Eixo 1	Eixo 2
Floresta primária na rede ripária dentro de um buffer de 100 m (FP)	0,282	0,527
Cobertura média do dossel sobre o canal (CD)	0,645	0,445
Condutividade elétrica (CE)	-0,588	0,359
Potencial hidrogeniônico (pH)	-0,629	0,374
Temperatura da água (TA)	-0,462	-0,717
Oxigênio dissolvido (OD)	0,605	-0,530
Autovalores	1,816	1,539
<i>Broken-stick</i>	2,450	1,450

Nota: Valores em negrito representam as variáveis que mais contribuíram ($\geq 0,60$) para a formação do primeiro componente (eixo 1) da PCA.

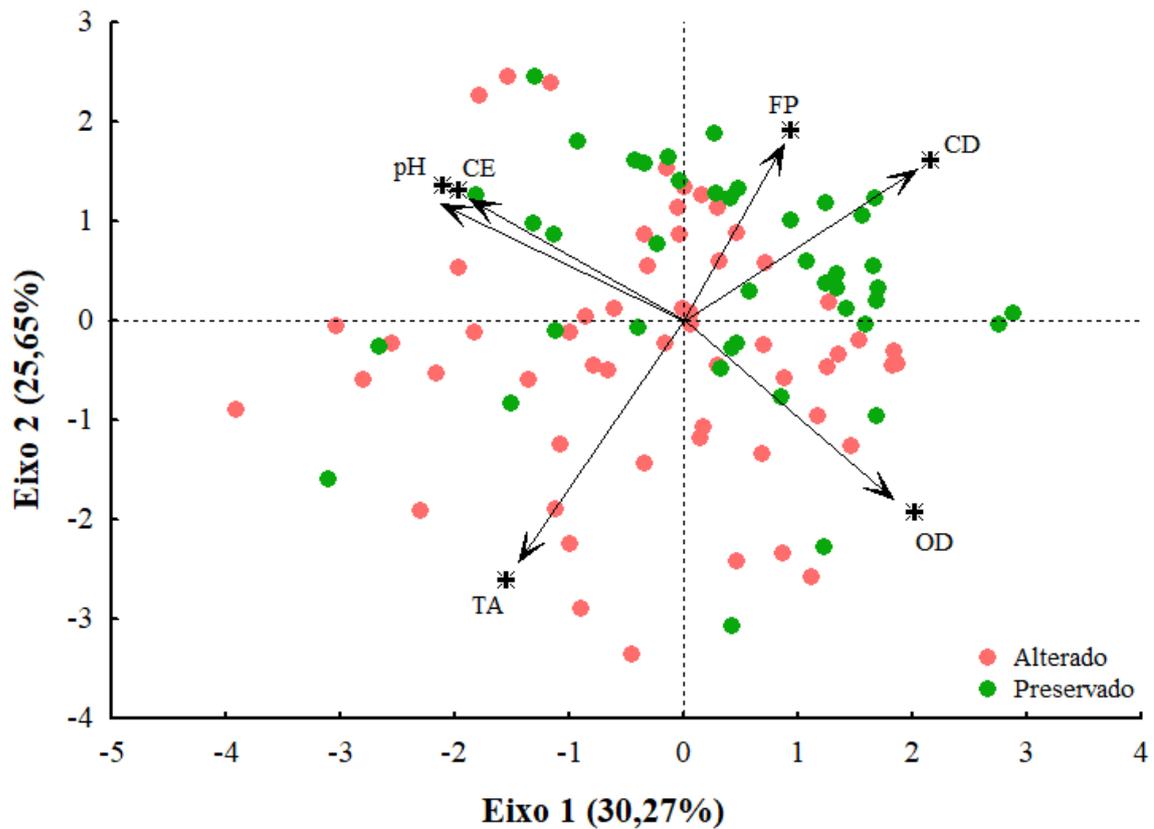


Figura 3. Ordenação das seis variáveis ambientais dos igarapés amostrados em duas regiões da Amazônia Oriental, Pará, Brasil, com base na análise de componentes principais (PCA). (FP = % floresta primária na rede ripária dentro de um buffer de 100 m100m; CD = cobertura média do dossel sobre o canal; CE = condutividade elétrica; pH = potencial hidrogeniônico; TA = temperatura da água; OD = oxigênio dissolvido).

3.3. Grupos funcionais (GF)

Avaliamos 80 espécies, 48 coletadas em ambiente preservados e 70 em ambientes alterados, destas, 44 indivíduos pertencentes a subordem Zygoptera e 36 pertencentes a subordem Anisoptera. O dendrograma baseado nas características designadas resultou em 16 grupos funcionais (Figura 4; Tabela 4).

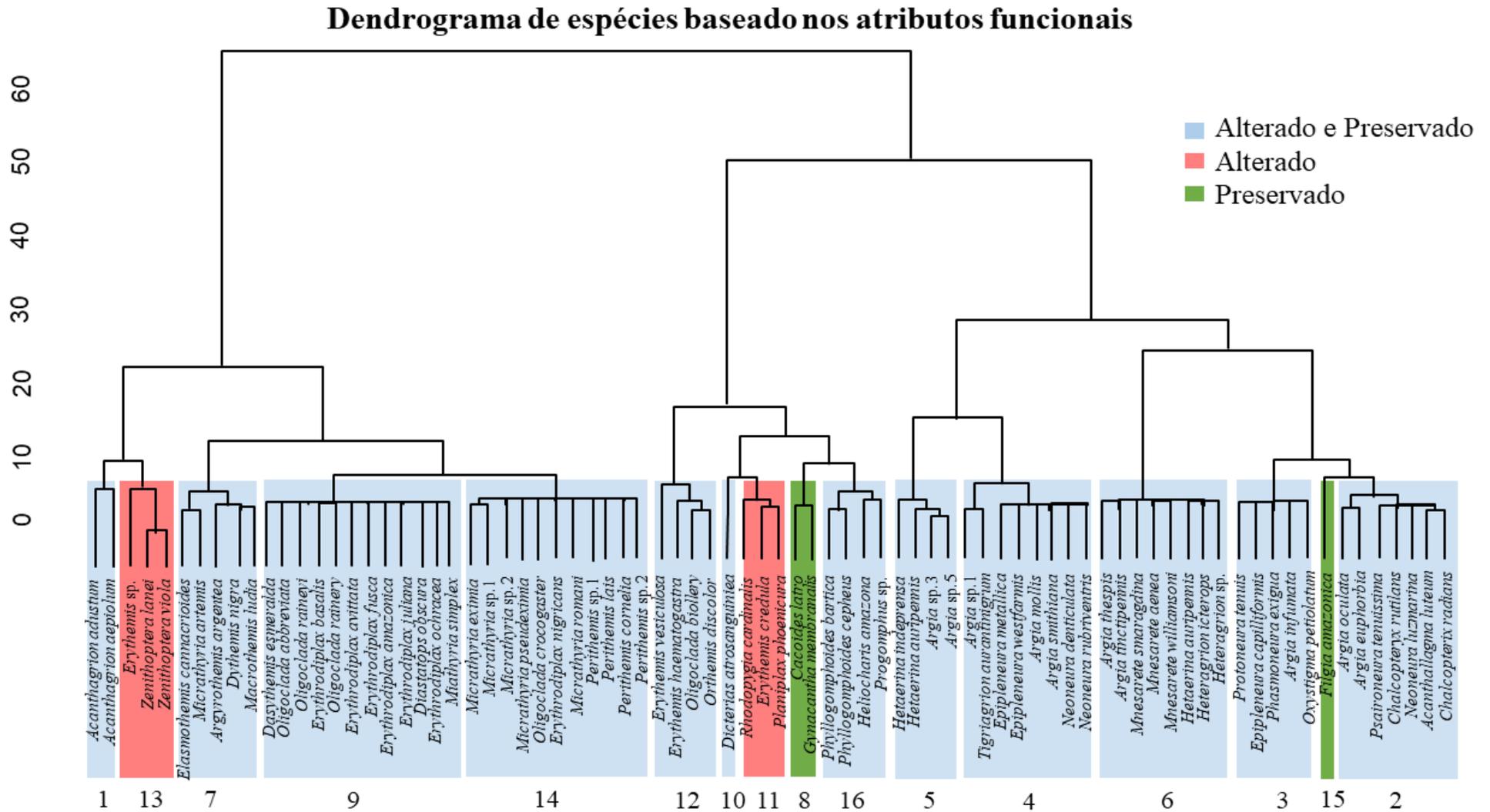


Figura 4. Dendrograma com base em atributos funcionais de espécies de Odonata, amostradas em igarapés com diferentes categorias de conservação (alterados e preservados), na Amazônia Oriental, Pará, Brasil

Do total de grupos funcionais, 12 (GF 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14 e 16) estiveram presentes tanto em igarapés alterados, quanto em igarapés preservados (Figura 4, Tabela 4). A maioria desses grupos inclui espécies com características funcionais diversas. Os indivíduos pertencentes a esses grupos têm as seguintes médias dos atributos morfológicos: LAPB (4,49 mm), CA (22,66 mm), CTO (5,72) e LT (2,16). Para os atributos comportamentais, a grande parte das espécies são de tamanho pequeno (1) e médio (2), com oviposição exofítica e termorregulação heliotérmica (Apêndice 1). O grupo funcional mais abundante foi GF 9 (n = 20,3), seguido por GF 6 (n = 12,3), os demais grupos apresentaram baixa abundância. se comparada aos grupos apresentados.

Apenas dois grupos estiveram presente em igarapés alterados (GF 11 e 13). As espécies desses grupos têm as seguintes médias dos atributos morfológicos: LAPB (10,89 mm), CA (16,44 mm), CTO (5,79 mm), LT (2,32 mm). Quanto aos atributos comportamentais, possuem espécies de tamanho 2 (médio), oviposição exofítica e termorregulação heliotérmica. Os grupos GF 8 e 15 foram os únicos presentes exclusivamente em áreas preservadas, com espécies apresentando as seguintes médias de atributos morfológicos: LAPB (8,14 mm), CA (42,43 mm), CTO (9,09 mm), LT (5,81) e como atributos comportamentais, oviposição epifítica e termorregulação endotérmica.

Tabela 4. Abundância por grupos funcionais de adultos de Odonata (Insecta), amostrados em igarapés alterados e preservados na Amazônia Oriental, Pará, Brasil.

Categoria de integridade	Grupos funcionais															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alterado	1,0	4,8	3,5	4,2	2,9	12,3	1,4	0,0	20,3	0,2	0,2	2,9	1,0	2,8	0,0	0,4
Preservado	0,1	6,2	7,5	2,7	1,6	15,4	0,3	0,2	3,9	0,8	0,0	0,1	0,0	0,5	0,1	0,5

Nota: Valores em negrito representam grupos funcionais com abundância < 0,1.

A composição das características biológicas foi representada por dois eixos da análise de coordenadas principais (PCoA), no primeiro eixo explicou 73,94% e o segundo 24,39% da variação funcional da comunidade (Figura 5). É possível observar que os indivíduos encontrados em áreas alteradas são heliotérmicos, oviposição exofítica, com LAPB mais larga. Enquanto indivíduos com menor tamanho corporal e oviposição endofítica, e conformadores termais são comumente encontrados em áreas preservadas. Apesar de alguns pontos amostrais estarem sobrepostos, a PerMANOVA demonstrou que há um padrão de separação entre os ambientes estudados (Pseudo-F = 15,655; P < 0,01), isso pode ser observado pelo fato de os centroides estarem separados no espaço multidimensional (Figura 5).

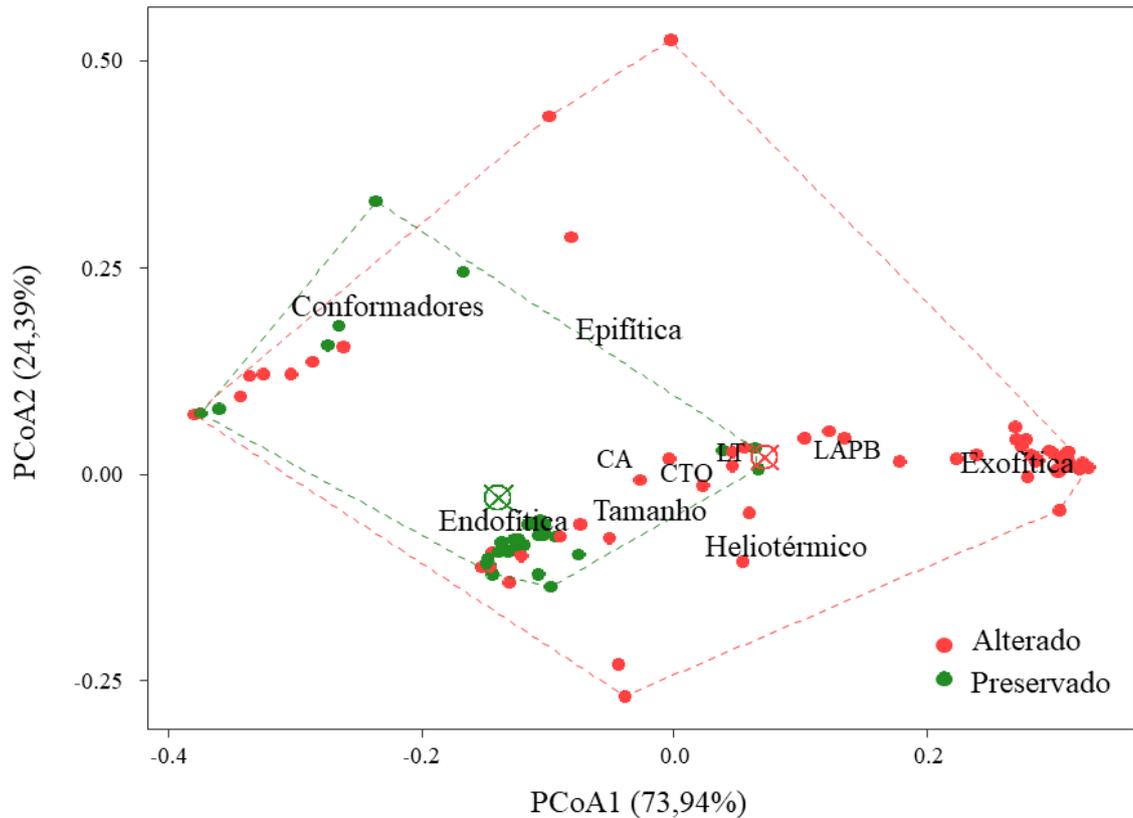


Figura 5. Ordenaçãoda composição funcional de espécies de Odonata, amostradas em igarapés alterados e preservados, na Amazônia Oriental, Pará, Brasil.

4. DISCUSSÃO

As características funcionais da comunidade de Odonata, respondem aos impactos causados pela ação antrópica nos igarapés amazônicos, o que corrobora com a hipótese proposta por este estudo. A integridade do ambiente possui relação negativa com algumas variáveis morfológicas como: maior tamanho corporal e maior largura e comprimento do tórax, portanto, há um aumento na abundância de espécies que possuem essas características em ambientes alterados. É possível observar que houve uma separação de grupos entre os ambientes (alterados e preservados). Fatores como a integridade ambiental, cobertura do dossel, bem como a presença ou ausência de vegetação no leito dos igarapés, afetam a distribuição de espécies de Odonata (Monteiro-Júnior et al., 2013). Estudos apontam que, a transformação da paisagem terrestre atinge de forma significativa a diversidade de libélulas em termos de composição e riqueza taxonômica, especialmente em relação à perda de vegetação e às mudanças físicas e químicas em ambientes aquáticos (Stoks & Cordoba-Aguilar, 2012; Bried & Samways, 2015; De Marco et al., 2015; Monteiro-Junior et al., 2015; Rodrigues et al., 2016; Rodrigues et al., 2019). A retirada da vegetação no leito do rio pode causar implicações na composição de

espécies de Odonata, uma vez que a remoção da vegetação ripária, pode favorecer espécies com oviposição exofítica (Remsburg & Turner, 2009).

A oviposição mostrou-se ser uma característica que pode influenciar na distribuição das espécies de Odonata, sendo importante para determinar a separação de grupos funcionais entre os ambientes. Embora um habitat possa parecer adequado para muitos aspectos da história de vida das libélulas, muitas das vezes, os locais cruciais de oviposição são de baixa qualidade ou estão ausentes (Grönroos et al., 2013; Heino & Peckarsky, 2014). O comportamento de oviposição constitui uma importante ferramenta para avaliar o comportamento de adultos de Odonata, frente as mudanças ambientais causadas por diferentes usos da terra (Rodrigues et al. 2019). Características adequadas para a postura de ovos, são necessárias para uma oviposição bem-sucedida e, conseqüentemente, para o estabelecimento populacional e dinâmica das larvas de libélulas (MacCreadie & Adler, 2012; Heino et al., 2014; Tavares et al., 2017).

Estudos mostram que características como: tamanho e termorregulação, são fundamentais para entender como as mudanças ambientais antropogênicas podem afetar a diversidade de libélulas (Juen & De Marco, 2011; Nobrega & De Marco, 2011; De Marco et al., 2015). O tamanho das espécies é importante para a termorregulação (De Marco et al., 2015), enquanto a largura da base da asa é relacionada com a capacidade de planar, essa mesma característica é inversamente relacionada a manobrabilidade de voo (Corbet, 1962; Johansson et al., 2009). Locais com maior índice de integridade apresentam maiores obstáculos, em decorrência da vegetação, por isso, geram uma seletividade em favor de asas mais e pecioladas (Hedenstrom & Moller 1992). No entanto, asas mais largas beneficiam vôos longos, relacionados a locais abertos e com poucos obstáculos (Pereira et al., 2019). O tamanho corporal de Odonata influencia na competição do grupo, uma vez que animais maiores (grande parte dos anisóptera), estão mais ligados a áreas abertas, (Oliveira-Junior et al., 2021; Bastos et al 2021). Os heliotérmicos tiveram maior relação com ambientes alterados. Em sua maioria, possuem tamanhos maiores, podendo incluir alguns Zygoptera e a maioria dos Anisoptera, possuem menor condutância, sendo sua atividade determinada principalmente pela irradiação solar (Corbet & May 2008). Os conformadores térmicos, foram mais bem relacionados com ambientes preservados, uma vez que esse grupo necessita de áreas sombreadas (De Marco et al., 2015).

Entre os grupos funcionais encontrado em ambas as áreas avaliadas, foram compostos tanto por Anisoptera, quanto por Zygoptera. As famílias de Zygoptera mais frequentes, foram: Coenagrionidae e Calopterygidae. Dalzochio et al. (2018) obtiveram resultados semelhantes, onde afirmam que espécies da família Calopterygidae são mais generalistas, sendo então,

encontradas em muitos habitats. A grande abundância de espécies do gênero *Argia* Rambur, pode sugerir a presença de muitos indivíduos de *Zygoptera* com tamanho variando de pequeno a médio. As anisoptera encontrados nos grupos presentes nas duas categorias de integridade, foram compostos quase que exclusivamente, pela família Libellulidae, em sua maioria por espécies dos gêneros *Erythrodiplax* Brauer e *Micrathyria* Kirby. O gênero *Erythrodiplax* Brauer é um dos gêneros de Libellulidae mais diversificado (Garrison et al. 2006, del Palacio & Muzón 2019). Suas espécies habitam diferentes tipos de zonas úmidas, e muitas delas podem ser abundantes em lagoas temporárias, pântanos e piscinas de riachos (del Palacio et al. 2020). Essas características tornam as espécies menos afetadas por eventos de perturbação pois suportam mais a incidência solar ao longo do canal dos igarapés (Ball-Damerow et al., 2014; Powney et al., 2015; De Marco et al., 2015) e, conseqüentemente, permitem que explorem de forma mais ampla uma variedade de ambientes, isso então explica a ocorrência desses grupos em ambos os ambientes avaliados.

Os grupos que foram presentes exclusivamente em igarapés com ambientes alterados, apresentaram oviposição exofítica e termorregulação heliotérmica. A relação dessas espécies com áreas alteradas, talvez se deva ao fato de que, as modificações nos canais dos igarapés, aumentam a quantidade de remansos ao longo do corpo hídrico e a incidência de luz solar, devido a clareiras provenientes de ações antrópicas (Rodrigues et al., 2019; Oliveira Junior et al., 2015). Em igarapés com a integridade comprometida, a retirada da vegetação ripária pode elevar a incidência solar e conseqüentemente reduzir a disponibilidade de recursos para uma grande variedade de espécies. Este processo poderá gerar a homogeneização de espécies de Odonata, havendo a substituição de espécies especializadas por espécies mais generalistas (Remburg & Turner, 2009; Couceiro et al., 2012; Oliveira-Junior et al., 2013).

Ambientes alterados são utilizados por muitas espécies exofíticas como sítio de oviposição. Esse fator contribui para o aumento da riqueza e abundância de espécies em locais com pouca ou nenhuma cobertura florestal ao redor de igarapés (Corbet, 1999; Dutra & De Marco, 2015). O comportamento de oviposição exofítica de Odonata pode estar relacionado à alteração da vegetação ciliar, que abre espaços para maior insolação, esses ambientes também favorecem espécies com termorregulação heliotérmica, uma vez que, indivíduos heliotérmicos necessitam dos raios solares incidindo diretamente em seus corpos para desenvolver as suas atividades metabólicas (De Marco et al., 2005).

A família mais abundante nos grupos exclusivos de áreas alteradas foi Libellulidae, o tamanho variou de médio a grande, características morfológicas foram semelhantes entre as espécies dessa família principalmente no comprimento do abdômen (CA), que está associado a diversos comportamentos ecológicos desses indivíduos como: termorregulação, oviposição/reprodução e territorialismo (May, 1976). Outro fator é a largura da asa posterior na altura da base (LAPB), que nas espécies desse grupo é mais larga. A interação entre largura da asa e o índice de integridade demonstra também influência em fatores de manobrabilidade (Pereira et al., 2019). A ausência de mata ciliar em igarapés alterados, pode aumentar a entrada de sedimentos ao longo dos canais, ocasionar a modificação dos canais lóticos, formando poças e/ou reduzindo o fluxo dos igarapés, favorecendo espécies que põem ovos diretamente na superfície da água (oviposição exofítica) (Rodrigues et al., 2016). Os gêneros mais representativos nos grupos foram *Erythemis* e *Erythrodiplax*, esses gêneros são frequentemente os mais encontrados em estudos de fauna de Odonata (Souza & Costa 2006; Dalzochio et al., 2011). Os comportamentos termorregulatórios (endotérmico e hipotérmico) e a oviposição exofítica em espécies de *Erythemis* e *Erythrodiplax*, podem influenciar na diversidade de espécies dos mesmos em ambientes considerados lênticos (De Marco, 2015; Rodrigues et al., 2018)

Os grupos que foram os mais abundantes em ambientes preservados foram compostos em sua maioria por indivíduos da subordem Zygoptera, com oviposição endofítica e em grande parte conformadores termais, todos de tamanho médio. As espécies de conformadores térmicos possuem corpos com alta condutância, variando de acordo com a temperatura do ar (Heinrich, 1974). No entanto, apenas dois grupos foram exclusivos de áreas preservadas, que por sua vez foram compostos por Anisoptera com oviposição epifítica, endotérmicos e tamanho grande. As características morfológicas foram bem similares entre as espécies. Um dos grupos (GF 8) apresentou apenas duas espécies: *Cacoides latro* e *Gynacantha membranalis*, ambos da família Gomphidae. Os adultos da família Gomphidae, são habitualmente encontrados em áreas de vegetação mais densa, e as ninfas geralmente estão associados a córregos ou rios de água limpa e correntes com sedimentos arenosos (Garrison et al. 2009), são descritas como territorialistas, sendo muito comuns em ambientes lacustres (Moore & Machado, 1992).

Espécies do gênero *Gynacantha* Rambur, habitam piscinas com fundo de lama e/ou lagoas temporárias dentro de florestas tropicais (Garrison, 2006). Também possuem hábito fitotelmata, ou seja, dependem principalmente de troncos de árvores ou plantas (como bromélias), capazes de acumular água para a postura dos ovos, isso representa um habitat

aquático diferenciado e sustenta uma fauna característica, que pode ser altamente específica (Frank, 1983). Estes hábitos podem explicar a associação dos indivíduos de *Gynacantha* com ambientes preservados. As larvas do gênero *Cacoides* Cowley habitam lagoas vegetadas, valas de bancos arenosos e lagos na floresta (Garrison, 2006), características que mais se associam a ambientes preservados. O GF 15 foi composto por uma única espécie: *Fylgia amazonica*, esta espécie é associada a ambientes íntegros (Monteiro-Júnior, 2015), apesar de ser considerada uma espécie comum, indivíduos do gênero *Fylgia* Kirby, habitam ambientes lóticos e florestais (Machado, 1954; Garrison, 2006).

5. CONCLUSÃO

O presente estudo fornece evidências de que atributos funcionais, são fatores determinantes para a ocorrência de espécies no ambiente. Foi observado um quadro complexo onde as espécies avaliadas possuem um conjunto de características que as limitam a habitat específico. A qualidade do ambiente, medida pelo índice de integridade ambiental, tem efeito significativo sobre a composição dos grupos funcionais. Ambientes alterados favorecem espécies com oviposição exofítica e termorregulação heliotérmica, enquanto em ambientes preservados favorecem indivíduos com oviposição endofítica e epifítica e termorregulação ectotérmica (conformadores termais). Quanto a morfologia, ambientes alterados favorecem indivíduos médios a grande, com maior largura da asa posterior na altura da base, comprimento de tórax e tamanho do abdômen, enquanto ambientes preservados podem favorecer espécies menores e/ou especializadas. Os efeitos causados pela alteração dos ambientes aquáticos como: mudanças na paisagem (por exemplo, perda de vegetação nativa) podem afetar o nível de sucesso reprodutivo em insetos aquáticos, alterando a composição e riqueza de espécies locais. E são fortes e afetam muitos parâmetros ecológicos na comunidade. As análises realizadas demonstram que as medidas de diversidade funcional podem fornecer informações adicionais sobre os efeitos da integridade do habitat na biodiversidade. Do ponto de vista da conservação, os resultados deste estudo podem ser usados para incorporar a preservação das espécies ao desenvolvimento sustentável da região Amazônica Oriental.

REFERÊNCIAS

- Arnold, S.J. (1983). Morphology, performance and fitness. *American Zoologist*, 2: 347–361. <https://doi.org/10.1093/icb/23.2.347>
- Bastos, R.C.; Brasil L.S.; Oliveira-Junior, J.M.B.; Carvalho, F. G.; Lennox, G. D.; Barlow, J. & Juen, L. (2021). Morphological and phylogenetic factors structure the distribution of damselfly and dragonfly species (Odonata) along an environmental gradient in Amazonian streams. *Ecological Indicators*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107257>
- Banks-Leite, C., R.M. Ewers & J.P. Metzger. 2012. Unraveling the drivers of community dissimilarity and species extinction in fragmented landscapes. *Ecology* 93: 2560–2569. <https://doi.org/10.1890/11-2054.1>
- Bried, J.T. & Samways, M.J. (2015) A review of odonatology in freshwater applied ecology and conservation science. *Freshwater Science*, 34(3): 1023–1031. <https://doi.org/10.1086/682174>
- Batista, J.D; Ferreira, V.R.S.; Cabette, H.S.R.; De Castro, L.A.; De Marco, P.; Juen, L. (2021). Sampling efficiency of a protocol to measure Odonata diversity in tropical streams. *PLoS One*, 16(3): e0248216. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248216>
- Begon, M.; Townsend, C.R. & Harper, J.L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford
- Berenguer, E.; Ferreira, J.; Gardner, T.A.; Aragão, L.E.O.C.; Camargo, P.B.; Cerri, C.E.; Durigan, M.; Oliveira Junior, R.C.; Vieira, I.C.G. & Barlow, J. (2014). A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Global Change Biology*, 20: 3713–3726. <https://doi.org/10.1111/gcb.12627>
- Ceballos, G. Ehrlich, P. R. & Dirzo, R. 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 114(30): 6089 - 6096. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
- Calvão, L.B.; Nogueira, D.S.; Montag, L.F.A.; Lopes, M.A. & Juen, L. (2016) Are Odonata communities impacted by conventional or reduced impact logging? *Forest Ecology Management*, 382: 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.013>
- Casanoves, F.; L. Pla, J.A. Di Rienzo S.; Díaz, F. (2011). Diversity: a software package for the integrated analysis of functional diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 2: 233–237. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00082.x>
- Clark, T.E. & Samways, M.J. (1996). Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1001–1012. <https://doi.org/10.2307/2404681>
- Corbet, P.S. (1962) *A biology of Dragonflies, witheby*. London, 247p.
- Corbet, P.S. (1980). Biology of Odonata. *Annual review of entomology*, 25(1)189–217 <https://doi.org/10.1146/annurev.en.25.010180.001201>
- Corbet, P.S. (1999). *Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata*. London: Ed. Comstock Pub Assoc, 802p.
- Corbet, P.S. & May, M.L. (2008). Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal. *International Journal of Odonatology*, 11: 155–171. <https://doi.org/10.1080/13887890.2008.9748320>

- Conrad, K.F.; Wilson, K.H.; Wilthifield, K.; Harvey, I.F.; Thomas, C.J. & Sherratt, T.N. (2002). Characteristic of dispersing *Ischnura elegans* and *Coenagrion puella* (Odonata): age, sex, size, morph and ectoparasitism. *Ecography*, 25: 339–445. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2002.250406.x>
- Courtney, L.A. & Clements, W.H. (1998). Effects of acidic pH on benthic macroinvertebrate communities in stream microcosms. *Hydrobiologia*, 379:135–145. <https://doi.org/10.1023/A:1003442013650>
- Couceiro, S.; Hamada, N.; Forberg, B.R. & Pimentel, T.P. (2012). A macroinvertebrate multimetric index to evaluate the biological condition of streams in the Central Amazon region of Brazil. *Ecological Indicators*, 18: 118–125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.11.001>
- Dalzochio, M.S.; Costa, J.M. & Uchôa, M.A. (2011). Diversity of Odonata (Insecta) in lotic systems from Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 5(1): 88–94. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262011000100014>
- Dalzochio, M.S.; Baldin, R.; Stenert, C. & Malchik, L. (2015). How does the management of rice in natural ponds alter aquatic insect Community functional structure? *Marine and Freshwater Research*, 67: 1644–1654. <https://doi.org/10.1071/MF14246>
- Dalzochio, M.S.; Périco, E.; Renner S. & Sahlén, G. (2018). Effect of tree plantations on the functional composition of Odonata species in the highlands of southern Brazil. *Hydrobiologia*, 808: 283–300. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3431-9>
- Del Palacio A. & Muzón J. 2019. Redescription of *Erythrodiplax chromoptera* Borrer 1942 with comments on the morphology of the vesica spermalis (Odonata: Libellulidae). *Zool Anz* 278: 90-94. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2018.12.004>.
- Del Palacio, A.D.; Muzón, J.; Juen, L.; Ferreira, V. R. S. & Batista, J. D. 2020. *Erythrodiplax nataliae* sp. nov., a new species for the state of Mato Grosso, Brazil. | *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 92(2): 3-7. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181149>
- De Marco, P.Jr. & Resende, D.C. (2002). Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. *Odonatologica*, 31: 129–138.
- De Marco, P.Jr., Latini, A.O. & Resende, D.C. (2005). Thermoregulatory constraints on behavior: patterns in a Neotropical dragonfly assemblage. *Neotropical Entomology*, 34: 155–162. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000200002>
- De Marco, P.Jr.; Nóbrega, C.C.; Souza, R.A. & Neiss, U.G. (2015). Modeling the distribution of a rare Amazonian odonate in relation to future deforestation. *Freshwater Science*, 34 (3): 1123–1132.
- Ding, N.; Yang, W.; Zhou, Y.; Gonza'Lez-Bergonzoni, I.; Zhang, J.; Chen, K.; Vidal, N.; Jeppesen, E.; Liu Z. & Wang, B. (2017). Different responses of functional traits and diversity of stream macroinvertebrates to environmental and spatial factors in the Xishuangbanna watershed of the upper Mekong River Basin, China. *Science of the Total Environment*, 574: 288–299. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.053>
- Dutra, S. & De Marco, P.Jr. (2015). Bionomic differences in odonates and their influence on the efficiency of indicator species of environmental quality. *Ecological Indicators*, 49: 132–142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.016>

- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Feitosa, M.A.C.; Julião, G.M.; Costa, M.D.P.; Belém, B. & Pessoa, F.A.C. (2012). Diversity of sand flies in domiciliary environment of Santarém, state of Pará, Brazil: species composition and abundance patterns in rural and urban areas. *Acta Amazonica*, 42(4): 507–514. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000400008>
- Ferreira, F.C. & Petreire Jr., M. (2007). Anthropic effects on the fish community of Ribeirão Claro, Rio Claro, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 23-32. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000100004>
- Figueira, J.E.C. & Vasconcellos-Neto, J. (1993). Reproductive success of *Lactrodectus geometricus* (Theridiidae) on *Paepalanthus bromelioides* (Eriocaulaceae): rosette size, microclimate, and prey capture. *Ecotropicos*, 5: 1–10.
- Fincke, O. (1986). Lifetime reproductive success and the opportunity for selection in a nonterritorial damselfly (Odonata: Coenagrionidae). *Evolution*, 40: 791–803. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1986.tb00539.x>
- Fulan, J.A. & Henry, R. (2007). Distribuição temporal de imaturos de Odonata (Insecta) associada a *Eichhornia azurea* (Kunth) na Lagoa do Camargo, Rio Parapanema, São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(2): 224–227. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000200013>
- Frank, J.H. (1983). Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes, p. 101-128. *In: Frank, J.H. & Lounibos, L.P. (Eds). Phytotelmata: terrestrial plants as host for aquatic insect communities. Medford, Plexus, 293p.*
- Gardner, T.A.; Ferreira, J.; Barlow, J.; Lees, A.C.; Parry, L.; Vieira, I.C.G.; Berenguer, E.; Abramovay, R.; Aleixo, A.; Andretti, C.; Aragão, L. E. O. C.; Araújo, I.; Ávila, W. S.; Bardgett, R. D.; Batistella, M.; Begotti, R. A.; Beldini, T.; Blas, D. E.; Braga, R. F.; Braga, D.L.; Brito, J. G.; Camargo, P. B.; Santos, F. C.; Oliveira, V. C.; Cordeiro; Cardoso, T. M.; Carvalho, D. R.; Castelani, S. A.; Chaul, J. C. M.; Cerri, C. E.; Costa, F. A.; Costa, C. D. F.; Coudel, E.; Coutinho, A.; Cunha, D.; D'Antona, A.L I.; Dezincourt, J.; Dias-Silva, K.; Durigan, M.; Esquerdo, J. C. D. M.; Feres, J.; Ferraz, S. F. B.; Ferreira, A. E. M.; Fiorini, A. C.; Silva, L. V. F.; Frazão, F. S.; Garrett, R.; Gomes, A. S.; Gonçalves, C. S.; Guerreiro, J. B.; Hamada, N.; Hughes, R. M.; Iglori, D. C.; Jesus, E. C.; Juen, L.; Júnior, M.; Oliveira-Junior, J. M. B.; Oliveira, R. C. J.; Junior, C. S.; Kaufmann, P.; Korasaki, V.; Leal, C. G.; Leitão, R.; Lima, N.; Almeida, M. F. L.; Lourival, R.; Louzada, J.; Mac Nally, R.; Marchand, S.; Maués, M. M.; Moreira, F. M. S.; Morsello, C.; Moura, N.; Nessimian, J.; Nunes, S.; Oliveira, V. H. F.; Pardini, R.; Pereira, H. C.; Pompeu, P. S.; Ribas, C. R.; Rossetti, F.; Schmidt, F. A.; Silva, R.; Silva, R. C. V. M.; Silva, T. F. R.; Silveira, J.; Siqueira, J. V.; Carvalho, T. S.; Solar, R. R. C.; Tancredi, N. H.; Thomson, J. R.; Torres, P. C.; Vaz-de-Mello, F. Z.; Veiga, R. C. S.; Venturieri, A.; Viana, C.; Weinhold, D.; Zanetti, R. & Zuanon, J. (2013). A social and ecological assessment of tropical land-uses at multiple scales: The Sustainable Amazon Network. *Philosophical Transactions of the Royal Society Series B* 368 (1619). <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0166>
- Garrison, R.W. (1990). A synopsis of the genus *Hetaerina* with descriptions of four new species (Odonata: Calopterigidae). *Transactions of American Entomological Society*, 116: 175–259.

- Garrison, R.W.; Von Ellenrieder, N. & Louton, J.A. (2006). *Dragonfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 368p.
- Garrison, R.W.; Von Ellenrieder, N. & Louton, J.A. (2010). *Damselfly Genera of the New World: An Illustrated and Annotated Key to the Zygoptera*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 490p.
- Giehl, N.F.S.; Dias-Silva K.; Juen L.; Batista J.D. & Cabette H.S.R. (2014). Taxonomic and numerical resolutions of *Nepomorpha* (Insecta: Heteroptera). Cerrado streams. *Plos One*, 9(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103623>
- Gower, J.C. (1966). Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis, *Biometrika*, 53(3-4): 325-338. <https://doi.org/10.1093/biomet/53.3-4.325>
- Grönroos, M., Heino, J., Siqueira, T., Landeiro, V.L., Kotanen, € J. & Bini, L.M. (2013) Metacommunity structuring in stream networks: roles of dispersal mode, distance type, and regional environmental context. *Ecology and Evolution*, 3(13): 4473–4487. <https://doi.org/10.1002%2Fece3.834>
- Hamada, N.; Nessimian, J.L. & Querino, R.B. (2014). Insetos aquáticos/aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Editora do INPA, Manaus, Brazil.
- Harabis, F. & Dolný, A. 2010. Ecological factors determining the density-distribution of Central European dragonflies (Odonata). *European Journal of Entomology* 107(4): 571-577. <https://doi.org/10.14411/eje.2010.066>
- Heino, J., Melo, A.S., Siqueira, T., Soinenen, J., Valenko, S. & Bini, M. (2014) Metacommunity organization, spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. *Freshwater Biology*, 60 (5): 845–869. <https://doi.org/10.1111/fwb.12533>
- Heino, J. & Peckarsky, B.L. (2014). Integrating behavioral, population and large-scale approaches for understanding stream insect communities. *Insect Science*, 2: 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2014.06.002>
- Heinrich, B. (1974). Thermoregulation in endothermic insects. *Science*, 185: 747–756. <https://doi.org/10.1126/science.185.4153.747>
- Heiser, M. & Schmitt, T. (2010). Do different dispersal capacities influence the biogeography of the western Palearctic dragonflies (Odonata)? *Biological Journal of the Linnean Society*, 99(1): 177–195. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01349.x>
- Jackson, D.A. (1993). Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74: 2204–2214. <https://doi.org/10.2307/1939574>
- Johansson, F.; Söderquist, M.; Bokma, F. (2009). Insect wing shape evolution: independent effects of migratory and mate guarding flight on dragonfly wings. *Biological Journal Linnean Society*, 97: 362–372. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01211.x>
- Juen, L. & De Marco, P.Jr. (2011). Odonate biodiversity in terra- firme forest streamlets in Central Amazonia: on the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. *Insect Conservation and Diversity*, 4(4): 265–274. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00130.x>

- Juen, L.; De Marco, P.Jr. (2012). Dragonfly endemism in the Brazilian Amazon: competing hypotheses for biogeographical patterns. *Biodiversity and Conservation*, 21: 3507–3521. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0377-0>
- Juen, L.; Oliveira-Junior J.M.B.; Shimano, Y.; Mendes, T.P. & Cabette, H.S.R. (2014). Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta Amazonica*, 44: 175–184. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000200008>
- Laliberté, E.; Legendre, P. & Shipley, B. (2014). FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. *R package version*, 1: 0–12.
- Lencioni, F.A.A. (2006). *Damselflies of Brazil, An Illustrated Identification guide: Coenagrionidae Families*. All Print Editora, São Paulo, Brazil. 330p.
- Lavorel, S.; Grigulis, K. McIntyre, S.; Williams, N.S.G.; Garden, D.; Dorrough, J.; Berman, S.; Quéfier, F.; Thébault, A. & Bonis, A. (2008). Assessing functional diversity in the field – methodology matters! *Functional Ecology*, 16: 134–147. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01339.x>
- MacCreadie, J.W. & Adler, P.H. (2012). The roles of abiotic factors, dispersal, and species interactions in structuring stream assemblages of black flies (Diptera: Simuliidae). *Aquatic Biosystems*, 8(14) 1–14. <https://doi.org/10.1186/2046-9063-8-14>
- Machado, A.B.M. (1954). *Elga santosi* sp. n. e redescrição de *Elga leptostyla* Ris, 1911 (Odonata, Libellulidae). *Revista brasileira de Biologia*, 14(3): 303–312.
- May, M.L. (1976). Thermoregulation and adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs*, 46: 1–32. <https://doi.org/10.2307/1942392>
- May, M.L. (1991). Thermal adaptations of dragonflies, revisited. *Advances in Odonatology*, 5: 71–88.
- May, M.L. (2019). Odonata: Who They Are and What They Have Done for Us Lately: Classification and Ecosystem Services of Dragonflies. *Insects*, 10(3): 62. <https://doi.org/10.3390/insects10030062>
- Michiels, N.K. & André, A. (1990). Dhondt. "Costs and benefits associated with oviposition site selection in the dragonfly *Sympetrum danae* (Odonata: Libellulidae)." *Animal Behavior*, 40(4): 668–678.
- Monteiro-Júnior, C.S.; Juen, L. & Hamada, N. (2015). Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Ecological Indicators*, 48: 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.021>
- Moore, A.J. & Machado, A.B.M. (1992). A note on *Cacoides latro* (Erichson), a territorial lacustrine gomphid (Anisoptera: Gomphidae). *Odonatologica*, 21(4): 499–503.
- Morse, D.H. & Stephens, E.G. (1996). The consequences of adult foraging success on the components of lifetime fitness in a semelparous, sit and predator. *Evolutionary Ecology*, 10: 361–373. <https://doi.org/10.1007/BF01237723>
- Moura, N.G.M.; Lees, A.C.L.; Andretti, C.; Davis, B.; Solar, R.; Aleixo, A.; Barlow, J.; Ferreira, J. & Gardner, T.A. (2013). Avian biodiversity in multiple-use landscapes of the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 167: 339–348. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.08.023>

- Nilsson-Ortman, V.; Stoks, R.; De Block, M. & Johansson, F. (2012). Generalists and specialists along a latitudinal transect: patterns of thermal adaptation in six species of damselflies. *Ecology*, 93: 1340–1352. <https://doi.org/10.1890/11-1910.1>
- Nepstad, D.C.; Moutinho, P.R.S.; Dias-Filho, M.B.; Davidson, E.; Cardinot, G.; Markewitz, D.; Figueiredo, R.; Vianna, N.; Lefebvre, P. & Ray, D. (2002). The effects of rainfall exclusion on canopy processes and biogeochemistry of an Amazon Forest. *Journal of Geophysical Research*, 107: 80–85. <https://doi.org/10.1029/2001JD000360>
- Nessimian J.L.; Venticinque, E.; Zuanon, J.; De Marco, P.Jr.; Gordo, M.; Fidelis, L.; Batista J.D. & Juen L. (2008). Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*, 614: 117–131. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441-x>
- Nóbrega, C.C. & De Marco, P. (2011) Unprotecting the rare species: a niche-based gap analysis for odonates in a core Cerrado area. *Diversity and Distributions*, 17(3): 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00749.x>
- Oliveira-Junior J.M.B.; Cabette H.S.R.; Pinto N.S. & Juen, L. (2013). As variações na comunidade de Odonata (Insecta) em córregos podem ser preditas pelo Paradoxo do Plâncton? Explicando a riqueza de espécies pela variabilidade ambiental. *EntomoBrasilis*, 6: 1–8. <http://dx.doi.org/10.12741/ebrazilis.v6i1.250>
- Oliveira-Junior, J.M.B.; Shimano, Y.; Gardner, T.A.; Hughes, R.M.; De Marco P.Jr. & Juen. L. (2015). Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Austral Ecology*, 40(6): 733–744. <https://doi.org/10.1111/aec.12242>
- Oliveira-Junior, J.M.B.; De Marco, P.Jr; Dias-Silva, K.; Leitão, R.P.; Leal, C.G.; Pompeu, P.S.; Gardner, T.A.; Hughes, R.M. & Juen, L. (2017). Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. *Limnologia*, 66: 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.04.007>
- Oliveira-Junior, J.M.B. & Juen, L. (2019). Structuring of Dragonfly Communities (Insecta: Odonata) in Eastern Amazon: Effects of Environmental and Spatial Factors in Preserved and Altered Streams. *Insects*, 10: 10–322. <https://doi.org/10.3390/insects10100322>
- Oliveira-Junior, J.M.B.; Teodósio, M.A. & Juen, L. (2021). Patterns of co-occurrence and body size in dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) in preserved and altered Amazonian streams *Austral Entomology*, 60(2): 436–450. <https://doi.org/10.1111/aen.12535>
- Paulson, D.R. (2004). Why Do Some Zygopterans (Odonata) Perch With Open Wings? *International Journal of Odonatology*, 7(3): 505–515. <https://doi.org/10.1080/13887890.2004.9748235>
- Pereira, D.F.G.; Oliveira-Junior, J.M.B. & Juen, L. (2019). Environmental changes promote larger species of Odonata (Insecta) in Amazonian streams. *Ecological Indicators*, 98: 179–192. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.09.020>
- Poff, N.L.; Olden, J.D.; Vieira, N.K.M.; Finn, D.S.; Simmons, M.P. & Kondratieff, B.C. (2006). Functional trait niches of North American lotic insects: traits-based ecological applications in light of phylogenetic relationships. *Journal of the North American Benthological Society*, 25: 730–755. [https://doi.org/10.1899/0887-3593\(2006\)025\[0730:FTNONA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1899/0887-3593(2006)025[0730:FTNONA]2.0.CO;2)

- Putz, F.E. & Redford, H.K. (2010). The importance of defining ‘Forest’: Tropical forest degradation, deforestation, long-term phase shifts, and further transitions. *Biotropica*, 42(1): 10–20. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00567.x>
- Rensburg, A.J. & Turner, M.C. (2009). Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(1): 44–56. <http://dx.doi.org/10.1899/08-004.1>
- Resende, D.C. & De Marco, P.Jr. (2010). First description of reproductive behavior of the Amazonian damselfly *Chalcopteryx rutilans* (Rambur) (Odonata, Polythoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(3): 436–440. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000300013>
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rodrigues, M.E.; Roque, F.O.; Quintero, J.M.O. & Castro-Pena, J.C. (2016). Nonlinear responses in damselfly community along a gradient of habitat loss in a savanna landscape. *Biological Conservation*, 194: 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.001>
- Rodrigues, M.E.; Roque, F.O.; Guillermo-Ferreira, R.; Saito, V.S. & Samways, M.J. (2019). Egg-laying traits reflect shifts in dragonfly assemblages in response to different amount of tropical forest cover. *Insect Conservation and Diversity*, 12(3): 231–240. <https://doi.org/10.1111/icad.12319>
- Sampaio, A.L.A.; Pagotto, J.P.A. & Goulart, E. (2013). Relationships between morphology, diet and spatial distributions on the patterns of resource use two Neotropical Cichlids. *Neotropical Ichthyology*, 11(2): 351–360. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252013005000001>
- Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*. 232: 8-27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Silva-Pinto, N; Juen, L.; Cabette, H.S.R. & De Marco, P.Jr. (2012). Fluctuating asymmetry and wing size of *Argia tinctipennis* Selys (Zygoptera: Coenagrionidae) in relation to Riparian Forest Preservation Status. *Neotropical Entomology*, 41: 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0029-9>
- Southwood, T.R. (1977). Habitat, the templet for ecological strategies? *Journal of Animal Ecology*, 46: 337–365. <https://doi.org/10.2307/3817>
- Souza, L.O.I. & Costa, J.M. (2006). Inventário da Odonatofauna no Complexo Aporé-Sucuriú, p. 81-88. In: Pagotto, T.C.S. & Souza, P.R. org. Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú. Subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado. Campo Grande, Editora da UFMS. 308p.
- Suhonen, J.; Suutari, E.; Kaunisto, K.M. & Krams, K. (2013). Patch area of macrophyte *Stratiotes aloides* as a critical resource for declining dragonfly *Aeshna viridis*. *Journal of Insect Conservation*, 2: 393–398. <https://doi.org/10.1007/s10841-012-9521-0>
- Statzner, B.; Bis, B.; Dolédec S. & Usseglio-Polatera, P. (2001). Perspectives for biomonitoring at large spatial scales: a unified measure for the functional composition of invertebrate communities in European running waters. *Basic and Applied Ecology*, 2: 73–85. <https://doi.org/10.1078/1439-1791-00039>

- Stoks, R. & Córdoba-Aguilar, A. (2012). Evolutionary ecology of Odonata: A complex life cycle perspective. *Annual Review of Entomology*, 57: 249–265. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100557>
- Strahler, Arthur N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913–920. <https://doi.org/10.1029/tr038i006p00913>
- Tavares, R.I.S., Mandelli, A.M., Mazão, G.R. & Guillermo-Ferreira, R. (2017) The relationship between habitat complexity and emergence time in damselflies. *Limnologica*, 65(1): 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.04.009>
- Teresa, F.B.; Casatti, L. & Cianciaruso, M.V. (2015). Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. *Neotropical Ichthyology*, 13: 361–370. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20130229>
- Townsend, C.R. & Hildrew, A.G. (1994). Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwater Biology*, 31: 265–275. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1994.tb01740.x>
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. (1991). *Classificação Da Vegetação Brasileira Adaptada a Um Sistema Universal*; IBGE: Rio de Janeiro, Brazil, p. 123.
- Vilela, D.S.; Ferreira, R.G. & Del-Claro, K. (2016). The Odonata community of a brazilian vereda: seasonal patterns, species diversity and rarity in a palm swamp environment. *Bioscience Journal*, 32(1): 486–495. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v32n2a2016-30491>
- Violle, C.; Navas, M. L.; Vile, D.; Kazakou, E.; Fortunel, C.; Hummel, I. & Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116: 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>
- Watrin, O.S. & Rocha, A.M.A. (1992). *Levantamento da Vegetação Natural e do Uso da Terra no Município de Paragominas (PA) Utilizando Imagens TM/Landsat; EMBRAPA/CPATU*. (EMBRAPA/CPATU); Boletim de Pesquisa: Belém, Brazil, p. 40.
- Williams, P.; Whitfield, M.; Biggs, J.; Bray, S.; Fox, G.; Nicolet, P. & Sear, D. (2004). Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, 115: 329–341. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00153-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00153-8)

APÊNDICE

Apêndice 1: Siglas e grupos funcionais de cada espécie, Medidas morfológicas das espécies. Largura da asa anterior na altura da base (LAPB), Comprimento do abdômen (CA), Comprimento do tórax (CTO), Largura do total (LT), Tamanho (T), Oviposição: Endofítica (END), Epifítica (EPI), exofítica (EXO), Termorregulação: Endotérmica (ENDO), Heliotérmica (HEL), Conformadores termais (CON). As cores das linhas na tabela representam a presença de um determinado grupo funcional por categoria de integridade dos igarapés: Azul = grupos funcionais presentes tanto em igarapés preservados como em alterados; Verde: grupos funcionais presentes apenas em igarapés preservados; Vermelho: grupos funcionais presentes apenas em igarapés alterados;

Espécies	Grupo	LAPB (mm)	CA (mm)	CTO (mm)	LT (mm)	T	EN D	EP I	EX O	END O	HE L	CO N
<i>Acanthagrion adustum</i> Williamson, 1916	1	18.94	3.23	0.85	0.85	1	1	0	0	0	0	1
<i>Acanthagrion aepiolum</i> Tennessen, 2004	1	24.01	3.91	0.97	0.97	2	0	1	0	0	0	1
<i>Acanthallagma luteum</i> Williamson & Williamson, 1924	2	1.72	19.85	3.80	1.02	1	1	0	0	0	0	1
<i>Argia oculata</i> Hagen in Selys, 1865	2	0.94	21.98	4.44	2.64	1	1	0	0	0	0	1
<i>Argia euphorbia</i> Fraser, 1946	2	0.63	15.52	4.14	2.62	1	1	0	0	0	0	1
<i>Chalcopteryx radians</i> Ris, 1914	2	1.41	17.84	4.01	0.92	1	1	0	0	0	0	1
<i>Chalcopteryx rutilans</i> (Rambur, 1842)	2	1.06	21.82	4.03	1.25	1	1	0	0	0	0	1
<i>Neoneura luzmarina</i> De Marmels, 1989	2	0.78	21.91	4.26	1.13	1	1	0	0	0	0	1
<i>Psaironeura tenuissima</i> (Selys, 1886)	2	0.89	24.77	3.44	0.71	1	1	0	0	0	0	1
<i>Argia infumata</i> Selys, 1865	3	0.96	24.75	4.3	1.11	2	1	0	0	0	0	1
<i>Epipleoneura capilliformis</i> (Selys, 1886)	3	0.7	27.24	3.65	0.91	2	1	0	0	0	0	1
<i>Oxystigma petiolatum</i> (Selys, 1862)	3	0.87	26.01	4.6	1.95	2	1	0	0	0	0	1
<i>Phasmoneura exigua</i> (Selys, 1886)	3	0.77	28.15	3.19	0.8	2	1	0	0	0	0	1
<i>Protoneura tenuis</i> Selys, 1860	3	0.73	31.53	3.59	0.99	2	1	0	0	0	0	1
<i>Argia mollis</i> Selys, 1865	4	1.55	24.94	4.62	1.59	2	0	1	0	0	0	1
<i>Argia smithiana</i> Calvert, 1909	4	0.96	24.39	4.7	1.37	2	0	1	0	0	0	1
<i>Argia</i> sp.1 Rambur, 1842	4	1.02	21.74	4.44	1.29	1	0	1	0	0	0	1
<i>Epipleoneura metallica</i> Rácenis, 1955	4	0.82	27.72	3.24	0.92	2	0	1	0	0	0	1
<i>Epipleoneura westfalli</i> Machado, 1986	4	0.82	26.12	3.45	0.98	2	0	1	0	0	0	1
<i>Neoneura denticulata</i> Williamson, 1917	4	0.86	24.15	4.43	1.25	2	0	1	0	0	0	1
<i>Neoneura rubriventris</i> Selys, 1860	4	0.86	23.8	4.36	1.23	2	0	1	0	0	0	1

<i>Tigriagrion aurantinigrum</i> Calvert, 1909	4	0.84	16.7	3.16	0.88	1	0	1	0	0	0	1
<i>Argia</i> sp.3 Selys, 1865	5	0.9	24.67	4.42	1.56	2	0	1	0	0	1	0
<i>Argia</i> sp.5 Selys, 1865	5	1.2	24.57	4.36	1.31	2	0	1	0	0	1	0
<i>Hetaerina auripennis</i> (Burmeister, 1839)	5	1.71	32.24	5.38	1.76	2	0	1	0	0	1	0
<i>Hetaerina indepressa</i> Garrison, 1990	5	1.65	28.66	6.7	3.56	2	0	1	0	0	1	0
<i>Argia thespis</i> Selys, 1865	6	1.01	25.56	4.74	1.3	2	1	0	0	0	1	0
<i>Argia tinctipennis</i> Selys, 1865	6	0.89	23.5	4.31	1.1	2	1	0	0	0	1	0
<i>Heteragrion aurantiacum</i> Selys, 1862	6	0.97	32.72	4.49	1.3	2	1	0	0	0	1	0
<i>Heteragrion icterops</i> Selys, 1862	6	1.01	30.77	4.52	1.12	2	1	0	0	0	1	0
<i>Heteragrion</i> sp. Selys, 1862	6	1.01	30.77	4.52	1.12	2	1	0	0	0	1	0
<i>Mnesarete aenea</i> (Selys, 1853)	6	1.58	28.65	5.32	1.31	2	1	0	0	0	1	0
<i>Mnesarete smaragdina</i> (Selys, 1869)	6	1.37	29.89	5.96	1.3	2	1	0	0	0	1	0
<i>Mnesarete williamsoni</i> Garrison, 2006	6	2.03	29.47	5.62	1.62	2	1	0	0	0	1	0
<i>Argyrothemis argentea</i> Ris, 1909	7	5.3	22.3	6.65	2.79	2	0	0	1	0	1	0
<i>Dythemis nigra</i> Martin, 1897	7	6.33	24.3	5.19	2.17	2	0	0	1	0	1	0
<i>Elasmothermis cannaecioides</i> (Calvert, 1906)	7	9.1	26.15	8.38	4.25	2	0	0	1	0	1	0
<i>Macrothemis ludia</i> Belle, 1987	7	6.78	27.09	5.21	2.34	2	0	0	1	0	1	0
<i>Micrathyria artemis</i> Ris, 1911	7	7.77	23.27	7.92	3.67	2	0	0	1	0	1	0
<i>Cacoides latro</i> (Erichson in Schomburgk, 1848)	8	9.76	54.12	12.05	7.73	3	0	1	0	1	0	0
<i>Gynacantha membranalis</i> Karsch, 1891	8	10.45	60.12	10.5	7.86	3	0	1	0	1	0	0
<i>Dasythemis esmeralda</i> Ris, 1910	9	5.93	17.12	6.76	1.83	1	0	0	1	0	1	0
<i>Diastatops obscura</i> (Fabricius, 1775)	9	8.89	16.31	6.77	2.29	1	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax amazonica</i> Sjöstedt, 1918	9	6.82	18.14	7.54	3.03	1	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax avittata</i> Borrer, 1942	9	6.54	11.86	8.46	2.36	1	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax basalis</i> (Kirby, 1897)	9	5.87	17.39	6.53	2.52	1	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax fusca</i> (Rambur, 1842)	9	7.05	17.59	7.46	2.78	1	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax juliana</i> Ris, 1911	9	6.7	19.16	7.24	2.97	1	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax ochracea</i> (Burmeister, 1839)	9	7.8	17.08	6.57	2.96	1	0	0	1	0	1	0
<i>Miathyria simplex</i> (Rambur, 1842)	9	8.91	19.66	6.01	2.71	1	0	0	1	0	1	0
<i>Oligoclada abbreviata</i> (Rambur, 1842)	9	6.42	16.38	6.26	2.4	1	0	0	1	0	1	0

<i>Oligoclada raineyi</i> Ris, 1919	9	6.87	16.82	6.81	2.52	1	0	0	1	0	1	0
<i>Oligoclada walkeri</i> Geijskes, 1931	9	6.52	17.2	6.2	2.3	1	0	0	1	0	1	0
<i>Dictérias atosanguinea</i> Selys, 1853	10	1.29	23.97	6.45	1.73	2	1	0	0	1	0	0
<i>Erythemis credula</i> (Hagen, 1861)	11	7.14	24.61	7.57	3.64	2	0	0	1	0	1	0
<i>Planiplax phoenicura</i> Ris, 1912	11	8.56	22.47	8.58	4.09	2	0	0	1	0	1	0
<i>Rhodopygia cardinalis</i> (Erichson in Schomburgk, 1848)	11	11.19	29.88	9.24	4.26	2	0	0	1	1	0	0
<i>Erythemis haematogastra</i> (Burmeister, 1839)	12	9.68	33.06	9.96	4.69	3	0	0	1	0	1	0
<i>Erythemis vesiculosa</i> (Fabricius, 1775)	12	8.35	39.95	16.76	4.53	3	0	0	1	0	1	0
<i>Orthemis biolleyi</i> Calvert, 1906	12	8.59	30.47	12.89	5.87	3	0	0	1	0	1	0
<i>Orthemis discolor</i> (Burmeister, 1839)	12	9.81	31.56	11.93	6.01	3	0	0	1	0	1	0
<i>Erythemis</i> sp. Hagen, 1861	13	29.76	9.68	4.68	0.07	2	0	0	1	0	1	0
<i>Zenithoptera lanei</i> Santos, 1941	13	13.49	5.94	2.22	1	2	0	0	1	0	1	0
<i>Zenithoptera viola</i> Ris, 1910	13	15.2	6.07	2.46	1	2	0	0	1	0	1	0
<i>Erythrodiplax nigricans</i> (Rambur, 1842)	14	5.32	15.52	5.62	1.87	1	0	0	1	0	1	0
<i>Micrathyria eximia</i> Kirby, 1897	14	4.77	16.6	5.35	2.32	1	0	0	1	0	1	0
<i>Micrathyria pseudeximia</i> Westfall, 1992	14	5.85	17.33	5.61	1.91	1	0	0	1	0	1	0
<i>Micrathyria romani</i> Sjöstedt, 1918	14	5.39	14.91	5.85	1.71	1	0	0	1	0	1	0
<i>Micrathyria</i> sp.1 Kirby, 1889	14	5.12	16.96	5.45	2.55	1	0	0	1	0	1	0
<i>Micrathyria</i> sp.2 Kirby, 1889	14	4.25	14.83	4.65	1.73	1	0	0	1	0	1	0
<i>Oligoclada crocogaster</i> Borrer, 1931	14	5.66	14.11	5.38	2.01	1	0	0	1	0	1	0
<i>Perithemis cornelia</i> Ris, 1910	14	6.54	11.98	4.46	2.1	1	0	0	1	0	1	0
<i>Perithemis lais</i> (Perty, 1834)	14	5.69	10.89	4.29	1.88	1	0	0	1	0	1	0
<i>Perithemis</i> sp.1 Hagen, 1861	14	5.83	11.28	4.61	3.28	1	0	0	1	0	1	0
<i>Perithemis</i> sp.2 Hagen, 1861	14	6.49	12.31	4.84	1.86	1	0	0	1	0	1	0
<i>Fylgia amazonica amazonica</i> Kirby, 1889	15	4.21	13.04	4.73	1.84	1	0	0	1	1	0	0
<i>Heliocharis amazona</i> Selys, 1853	16	1.65	32.11	9.03	2.31	3	0	1	0	1	0	0
<i>Phyllocycla bartica</i> Calvert, 1948	16	7.34	39.88	8.7	4.67	3	0	1	0	1	0	0
<i>Phyllogomphoides cepheus</i> Belle, 1980	16	7.51	43.23	8.34	5.1	3	0	1	0	1	0	0