

Comunidades de libélulas (Insecta: Odonata) em paisagens antropizadas no município de Itaituba, estado do Pará, Brasil: um estudo de caso no Rio Piracanã

Ana Beatriz de Oliveira Araújo^{1*}, Lucas Tavares Batista², Wully Barreto da Silva³

¹Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Pará, Brasil. (*Autor correspondente: ana.beatriz.cb20@gmail.com)

²Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Pará, Brasil.

³Doutora em Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 23/10/2024 – Revisado em: 04/01/2025 – Aceito em: 05/02/2025

RESUMO

Técnicas de biomonitoramento são frequentemente utilizadas para a avaliação da integridade ambiental e propor estratégias de conservação a partir do comportamento de comunidades bióticas. O presente trabalho avaliou os efeitos das alterações ambientais antropogênicas no município de Itaituba - PA, sobre comunidades de libélulas (Insecta: Odonata) em duas Áreas de Preservação Permanente (APPs) às margens do Rio Piracanã, determinando seu potencial como bioindicador de qualidade do ambiente. Foi utilizado o Índice de Integridade do Habitat (IIH) para verificar as variáveis ambientais presentes em cada local. Os dados para os espécimes coletados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA), Regressão Linear, Análise Multivariada de Variância Permutacional (PERMANOVA), Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e Indicador de Valor Único (IndVal). Nossos resultados indicaram que a área degradada (IIH = 0,10) apresentou maior riqueza ($F=6,60$ $p<0,01$) e abundância ($F=45,02$ $p<0,0001$) de Odonata que a área considerada preservada (IIH = 0,48) devido a ocorrência de espécies generalistas de Anisoptera, cujas as necessidades ecofisiológicas dependem de locais onde há maior incidência de luz solar. A baixa riqueza e diversidade de Zygoptera na área preservada foram associadas às atividades humanas (pesca, quebra da mata e fluxo de pessoas) e variáveis microclimáticas. A diferença na composição taxonômica foi relacionada às condições físicas de ambientes aquáticos, tais como temperatura, parâmetros físicos da água e luminosidade, que são importantes para a distribuição de espécies de Odonata. As espécies consideradas indicadoras de habitat foram possíveis pela composição da paisagem, principalmente pela ausência e/ou presença de vegetação aquática e ripária.

Palavras-Chaves: Biomonitoramento, Odonata, Antropização, Amazônia, APPs.

Dragonfly communities (Insecta: Odonata) in anthropized landscapes in the municipality of Itaituba, state of Pará, Brazil: a case study in Piracanã River

ABSTRACT

Biomonitoring techniques are frequently used to assess environmental integrity and propose conservation strategies based on the behavior of biotic communities. This study evaluated the effects of anthropogenic environmental changes in the municipality of Itaituba - PA, on dragonfly communities (Insecta: Odonata) in two Permanent Preservation Areas (APPs) on the banks of the Piracanã River, determining their potential as bioindicators of environmental quality. The Habitat Integrity Index (HII) was used to verify the environmental variables present in each location. Data for the collected specimens were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA), Linear Regression, Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA), Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS) and Indicator Value (IndVal). Our results indicated that the degraded area (IIH = 0,10) presented greater richness ($F=6.60$ $p<0.01$) and abundance ($F=45.02$ $p<0.0001$) of Odonata than the area considered preserved (IIH = 0,48) due to the occurrence of generalist species of Anisoptera, whose ecophysiological needs depend on places with greater incidence of sunlight. The low richness and diversity of Zygoptera in the preserved area were associated with human activities (fishing, deforestation and flow of people) and microclimatic variables. The difference in taxonomic composition was related to the physical conditions of aquatic environments, such as temperature, physical parameters of the water and luminosity, which are important for the distribution of Odonata species. The species considered as habitat indicators were possible due to the composition of the landscape, mainly due to the absence and/or presence of aquatic and riparian vegetation.

Keywords: Biomonitoring, Odonata, Anthropization, Amazon, APPs.

Oliveira, A. B., Batista, L. T. & Silva, W. B. (2025). Comunidades de libélulas (Insecta: Odonata) em paisagens antropizadas no município de Itaituba, estado do Pará, Brasil: um estudo de caso no Rio Piracanã. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.13, n.1, p.47-61.



Comunidades de libélulas (Insecta: Odonata) en paisajes antrópicos en el municipio de Itaituba, estado de Pará, Brasil: un estudio de caso en Rio Piracaná

RESUMEN

Las técnicas de biomonitoreo se utilizan con frecuencia para evaluar la integridad ambiental y proponer estrategias de conservación basadas en el comportamiento de las comunidades bióticas. El presente trabajo evaluó los efectos de los cambios ambientales antropogénicos en el municipio de Itaituba - PA, sobre comunidades de libélulas (Insecta: Odonata) en dos Áreas de Preservación Permanente (APPs) en las riberas del Rio Piracaná, determinando su potencial como bioindicador de calidad ambiental. Se utilizó el Índice de Integridad del Hábitat (IIH) para verificar las variables ambientales presentes en cada ubicación. Los datos de las muestras recolectadas se analizaron mediante Análisis de Varianza (ANOVA), Regresión Lineal, Análisis de Varianza Multivariado Permutacional (PERMANOVA), Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) e Indicador de Valor Único (IndVal). Nuestros resultados indicaron que el área degradada (IIH = 0.10) presentó mayor riqueza ($F=6.60$ $p<0.01$) y abundancia ($F=45.02$ $p<0.0001$) de Odonata que el área considerada preservada (IIH = 0.48) debido a la ocurrencia de especies generalistas de Anisoptera, cuyas necesidades ecofisiológicas dependen de lugares donde hay mayor incidencia de luz solar. La baja riqueza y diversidad de Zygoptera en el área preservada se asoció con actividades humanas (pesca, tala de bosques y flujo de personas) y variables microclimáticas. La diferencia en la composición taxonómica estuvo relacionada con las condiciones físicas de los ambientes acuáticos, como la temperatura, los parámetros físicos del agua y la luminosidad, que son importantes para la distribución de las especies de Odonata. Las especies consideradas indicadoras de hábitat fueron posibles debido a la composición del paisaje, principalmente por la ausencia y/o presencia de vegetación acuática y ribereña.

Palabras clave: Biomonitoreo, Odonata, Antropización, Amazonía, APPs.

1. Introdução

A necessidade de expansão territorial e consequentemente a derrubada de áreas florestadas em função do crescimento urbano, da criação de lavouras, pastagens e do extrativismo animal, vegetal e mineral, têm colaborado significativamente para o aumento das modificações de ambientes naturais na maioria das regiões do planeta Terra (Goulart e Callisto, 2003; Fearnside, 2005; Stoddard et al., 2006; Gelain et al., 2012). Na Amazônia Legal, por exemplo, o principal agente modificador de paisagem é o desmatamento florestal, que de acordo com Fearnside (2020), cresceu progressivamente desde 2012, com maiores índices em 2019 e 2020.

A Floresta Amazônica com uma extensão territorial de 6,7 milhões de km² apresenta diferentes tipos de paisagens naturais separadas e/ou contornadas por rios e campos, que vão desde florestas densas de terra firme à igapós, savanas e refúgios montanhosos (Silva, Rylands e Fonseca, 2005; Zanirato, 2010). Esse grande mosaico natural abriga muitas espécies de plantas e animais, incluindo aquelas consideradas endêmicas, conferindo ao bioma amazônico um lugar importante no cenário global como a floresta tropical mais biodiversa do mundo (Fearnside, 2009). Além disso, seu vasto território é o lar de povos originários com modos de vida, saberes e culturas que dependem inteiramente da floresta em pé para existirem. Estes povos tradicionais possuem uma relação intrínseca-sustentável com o meio ambiente e os recursos que ele oferece, aos quais são atribuídos valores que não podem ser perdidos (Diegues, 2000; Souza et al., 2015; Fearnside, 2018).

Juntamente à manutenção da bio-sociodiversidade, outros serviços ambientais como a ciclagem da água e o estoque de carbono realizados pela Amazônia são indispensáveis para o equilíbrio do clima na Terra. O transporte de vapor de água acontece para além das chuvas no território amazônico e alcança as regiões mais secas do Brasil através dos “rios voadores” (Arraut et al., 2012). Para mais, a retenção do carbono emitido pela queima das florestas e de combustíveis fósseis reduzem as chances de um aquecimento global antropogênico. Entretanto, todos esses serviços ambientais são colocados em risco quando a vegetação é derrubada e transformada em pastagens, podendo desencadear o desequilíbrio no ciclo e na precipitação da água, e assim uma desertificação, além de aumentar a emissão dos gases de efeito estufa na atmosfera (Fearnside, 2005, 2017, 2018).

Embora o desmatamento desordenado e insustentável ocorra frequentemente no Brasil, o país possui legislações que asseguram a preservação de áreas específicas como as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) previstas na Lei nº 12.651/2012, que são áreas protegidas com ou sem cobertura de vegetação nativa responsáveis por serviços ambientais importantes como a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade. Além disso, facilitam o fluxo gênico da fauna e flora, protegem o solo e asseguram o bem-estar das populações humanas. De acordo com Nóbrega et al. (2020) e Riis et al.

(2020), as APPs que estão próximas aos cursos d'água realizam serviços ecossistêmicos extremamente importantes, visto que se situam em um local de transição entre o ambiente terrestre e aquático. Os serviços ecossistêmicos de uma APP podem dificultar o transporte de químicos nitrogenados utilizados nas plantações de propriedades rurais até os cursos d'água e reter os materiais que são lixiviados do solo (Avila et al., 2011). Além disso, essas áreas fornecem água potável para consumo, servem como habitat natural para diversas formas de vida e atuam na manutenção de espécies e na variabilidade genética por meio dos corredores ecológicos, que facilitam o deslocamento e a continuidade do fluxo gênico da fauna e flora (Parron et al., 2015). Mesmo regidas em lei, as Áreas de Preservação Permanente sofrem com ações antrópicas frequentes, o que compromete as relações ecológicas e afeta negativamente o funcionamento adequado dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esses ambientes (Suzuki, Da Costa e De Sousa, 2022).

Com a finalidade de analisar os impactos de ações antrópicas, como o desmatamento, pesquisadores utilizam o monitoramento biológico, também conhecido como biomonitoramento, como uma das ferramentas para avaliar o comportamento de comunidades bióticas, sobre ambientes alterados (Xu et al., 2014; Chang et al., 2014). Um protocolo de biomonitoramento pode abranger vários métodos, como o levantamento e a avaliação de modificações na riqueza de espécies, índices de diversidade, níveis de tolerância dos organismos e outros (Friberg, 2014; Barbour et al., 1999). Nesse viés, os macroinvertebrados bentônicos são os principais bioindicadores utilizados em biomonitoramento para a avaliação de impactos ambientais em ambientes aquáticos, uma vez que eles habitam esses locais durante, ou pelo menos parte, do seu ciclo de vida (Tampo et al., 2021; Rosenberg e Resh, 1993).

Dentre os macroinvertebrados bentônicos utilizados em biomonitoramento, o grupo Odonata (libélulas) destaca-se por ser relativamente fácil de estudar, além de seu baixo custo para monitoramento (Kutcher e Bried, 2014; Kalkman et al., 2008). Ademais, sua abundância e diversidade estão diretamente ligadas às mudanças ambientais em que possam estar inseridos, visto que alguns representantes dessa ordem, como os de Zygoptera, são sensíveis às alterações ambientais por apresentarem especificidades de habitats (Monteiro, Juen e Hamada, 2014; Oertli et al., 2005).

A ordem Odonata apresenta três subordens: Anisoptera, Zygoptera e Anisozygoptera. Esta última ocorrendo somente na região asiática (Ferreira-Peruquetti, 2004; Kalkman et al., 2008; Lohmann, 1996). Os adultos de Anisoptera e Zygoptera são reconhecidos devido às diferenças bem definidas de morfologia e pouso. Os adultos de Anisoptera possuem o corpo maior e robusto, asas posteriores mais largas que as anteriores, olhos unidos e pousam com as asas abertas; por outro lado, adultos de Zygoptera são menores e delgados, apresentam olhos separados, a base das asas de mesmo tamanho e pousam com as asas sobre o dorso do corpo (Ferreira-Peruquetti, 2004; L. O. I. Souza, Costa e Oldrini, 2007).

Segundo Pinto (2024), as libélulas são insetos com modo de vida bimodal complexo, ou seja, vivem a maior parte do seu desenvolvimento larval em ambientes aquáticos e a fase adulta em ambientes terrestres, cujo o período é mais curto. De modo geral, os indivíduos dessa ordem são excelentes predadores, com larvas se alimentando de pequenos animais aquáticos como crustáceos e girinos. As libélulas adultas são comumente observadas capturando insetos durante o voo com presas correspondentes ao seu tamanho (Pinto, 2024).

De acordo com o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, o país pode ser considerado o maior em riqueza de Odonata, com 918 espécies catalogadas e distribuídas em 152 gêneros e 15 famílias, dentre elas 11 são de Zygoptera e quatro de Anisoptera (Pinto, 2022, 2024). Acredita-se que esses números devem aumentar, visto que pesquisadores brasileiros têm utilizado libélulas como objeto de estudo com maior frequência nos últimos anos (Pinto, 2024). Em 2012, Costa, Santos e Oldrini estimaram que 1.500 espécies ainda poderiam ser descritas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das alterações ambientais causadas pela antropização no município de Itaituba, no estado do Pará, sobre comunidades de libélulas em duas Áreas de Preservação Permanente às margens do Rio Piracanã, determinando seu potencial como bioindicador da qualidade do ambiente.

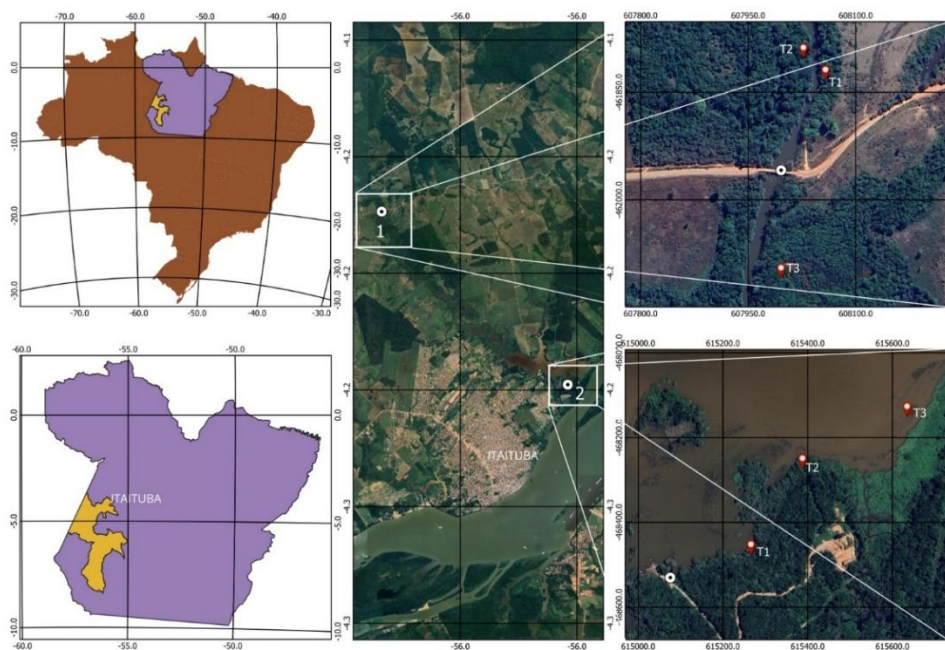
2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Itaituba (04°16'34" 55°59'01"), localizado na zona oeste do estado do Pará, à margem esquerda do Rio Tapajós. O clima do município se configura como quente-úmido com duas estações bem definidas: inverno iniciando ao fim de dezembro e se estendendo até os meses de maio e junho; verão com início em julho e encerramento em novembro. A sede é caracterizada como um município em desenvolvimento, com 123.314 habitantes e uma área territorial de 62.041 km² (IBGE, 2022). Itaituba é composta por zonas de vegetação com ecossistemas lênticos (lagos, lagoas, pântanos, etc.) e lóticos (rios, riachos, igarapés, etc.) característicos da região amazônica (Figura 1).

Figura 1 – Localização das áreas de estudo no município de Itaituba, PA: (1) Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) e (2) Vale do Piracanã (VP).

Figure 1 – Location of the study areas in the municipality of Itaituba, PA: (1) Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) and (2) Vale do Piracanã (VP).



Fonte: Autores, 2024.

Source: Authors, 2024

Os dois locais escolhidos para a amostragem deste estudo foram nomeados como Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) e Vale do Piracanã (VP). Ambos são Áreas de Preservação Permanente (APPs), cujas margens recebem o Rio Piracanã, mas possuem características ambientais distintas. A Ponte da Estrada de Barreiras (4°10'43.7"S 56°01'37.0"W) é uma área de zona rural, apresenta uma mescla entre vegetação ripária, espécies pioneiras mescladas com árvores maduras com dossel recobrendo quase que totalmente o ambiente, área de barranco e detritos orgânicos, além de ser subjacente à pastagem. O fluxo de água é mais intenso em PEB, não possuindo lagos ou lagoas próximos. O Vale do Piracanã (4°14'17.4"S 55°57'47.1"W) está localizado na zona urbana, possui vegetação aquática (macrófitas) e ausência de mata ciliar, apresenta poucas árvores maduras, além de sofrer ações antropogênicas constantes como os extrativismos de argila, o que permite a formação de novas poças de água próximas ao rio, e pesca e o despejo de esgoto direto no curso d'água pela comunidade que vive ao entorno.

2.2 Amostragem

As amostragens ocorreram no mês de novembro de 2023, durante o verão na região amazônica. Esse tipo de clima favorece as atividades dos indivíduos de Odonata, pois a termorregulação de espécimes de menor tamanho corporal é feita de acordo com a temperatura do ambiente (De Marco, Batista e Cabette, 2015; De Marco e Resende, 2002), o que possibilita uma amostragem mais significativa em cada área estudada.

Para este estudo foram coletados apenas Odonata adultos, utilizando o protocolo de Ferreira-Peruquetti e De Marco (2002) modificado, que consiste no método de varredura em uma área de 100 metros (transecto), segmentada em cinco pontos de 20 metros ao longo da margem do rio. Foram escolhidos três transectos nas duas áreas de estudo, onde ocorreram três amostragens em dias alternados, sempre nos horários entre 10h e 14h com duração de 75min em cada transecto e 15 minutos em cada ponto.

A captura dos espécimes contou com o auxílio de redes entomológicas (puçá). Após a coleta, os espécimes foram acondicionados em envelopes de papel e levados ao Laboratório de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus* Itaituba, onde passaram a ser mergulhados em álcool 96° GL. Os indivíduos menores foram retirados do álcool após 24h, enquanto os maiores permaneceram inseridos no líquido por aproximadamente 32h para garantir uma melhor fixação.

Para a secagem, os espécimes foram colocados sobre uma superfície lisa em um local pouco ventilado, para evitar a desorganização das etiquetas, por um período de 24h até que estivessem totalmente secos, posteriormente foram armazenados individualmente em envelopes do tipo “zip lock” transparentes.

Para a identificação de Odonata adultos, foram utilizadas as chaves taxonômicas de Souza, Costa e Oldrini (2007) para famílias de Anisoptera e Zygoptera; Garrison, Ellenrieder e Louton (2006) para os gêneros de Anisoptera e Lencioni (2005; 2006) apenas para os gêneros de Zygoptera.

O processo de autorização para a coleta foi devidamente emitido pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), sob o número de protocolo **97514-1**, garantindo a conformidade com as normas e regulamentações ambientais vigentes.

2.3 Análise de Dados

Para avaliar as condições ambientais dos locais de estudo, foi aplicado o protocolo de Índice de Integridade do Habitat (IIH) adaptado de Nessimian et al. (2008), o qual considera 12 variáveis ambientais, em relação às características das áreas adjacentes à zona ciliar, da mata ciliar e do canal do rio estudado. Cada variável ambiental é avaliada por uma escala que varia de 0 a 4 ou 0 e 6 alternativas, de acordo com sua contribuição percebida para a integridade ambiental. O resultado do IIH pode variar de 0 a 1 e é dado pela média dos valores encontrados em cada local, e está proporcionalmente interligada com a integridade do habitat. Valores mais próximos a 0 correspondem a ambientes alterados, enquanto valores mais próximos a 1 correspondem a ambientes mais preservados.

Para a análise das diferenças na riqueza de espécies e abundância entre os diferentes pontos amostrados foi utilizado a ANOVA (Análise de Variância). Uma Regressão Linear foi aplicada para comparar a relação da riqueza e abundância com o IIH. Para comparar a composição taxonômica de libélulas entre os ambientes estudados, foi usada uma Análise Multivariada de Variância Permutacional (PERMANOVA), e o Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) foi usado para auxiliar na interpretação dos resultados encontrados com PERMANOVAs (Anderson, 2001). Para determinar possíveis espécies indicadoras para os diferentes ecossistemas, foi calculado o Indicador de Valor Único (IndVal), desenvolvido por Dufrêne e Legendre (1997). As análises estatísticas foram realizadas usando o pacote lme4 no *software* Past4.16.

3. Resultados

Foram coletados 125 espécimes adultos de Odonata distribuídos em duas famílias, 10 gêneros e 10 espécies (Tabela 1). Para a subordem Zygoptera foram registrados 18 indivíduos classificados em uma família (Coenagrionidae), três gêneros (*Argia*, *Ischnura* e *Sp. 3*) e três espécies (*Argia* sp. (Rambur, 1842), *Ischnura fluviatilis* (Selys, 1876) e *Sp. 3*). A família mais abundante foi Coenagrionidae, tendo como mais representativos o gênero *Ischnura* e a espécie *Ischnura fluviatilis* resultando em 10 indivíduos. Em Anisoptera

os espécimes coletados foram organizados em uma família (Libellulidae), sete gêneros e sete espécies. O gênero e espécie com maior abundância foi *Erythrodiplax* e *Erythrodiplax umbrata* (Fabricius, 1775) com 75 indivíduos. As famílias Coenagrionidae (Zygoptera) e Libellulidae (Anisoptera) ocorreram em ambos os locais de coleta.

Tabela 1 – Taxa de Odonata coletada em Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) e Vale do Piracaná (VP) no município de Itaituba, estado do Pará, Brasil.

Table 1 – Odonata taxa collected in Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) and Vale do Piracaná (VP) in the municipality of Itaituba, state of Pará, Brazil.

Taxa	PEB	VP	Total
ZYGOPTERA			
Coenagrionidae			
<i>Argia</i> sp. (Rambur, 1842)	2	-	2
<i>Ischnura fluviatilis</i> (Selys, 1876)	-	10	10
<i>Sp. 3</i>	6	-	6
ANISOPTERA			
Libellulidae			
<i>Brachymesia herbida</i> (Gundlach, 1889)	-	4	4
<i>Diastatops intensa</i> (Montgomery, 1940)	10	-	10
<i>Erythemis vesiculosa</i> (Fabricius, 1775)	-	3	3
<i>Erythrodiplax umbrata</i> (Linnaeus, 1758)	-	75	75
<i>Fylgia</i> sp. (Kirby, 1889)	1	-	1
<i>Miathyria marcella</i> (Selys in Sagra, 1857)	-	3	3
<i>Tauriphila argo</i> (Hagen, 1869)	-	1	1

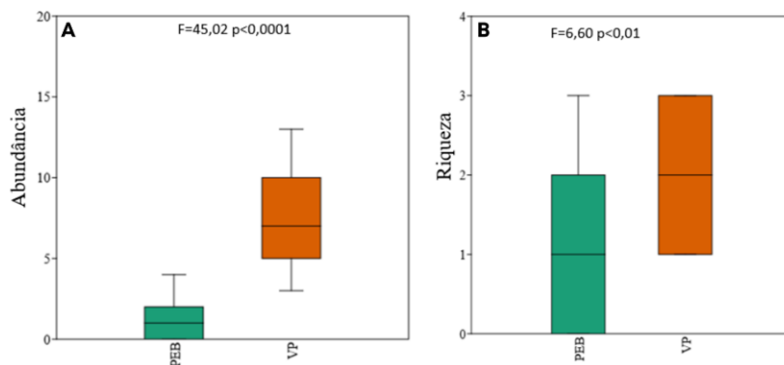
Fonte: Autores, 2024.

Source: Authors, 2024.

Os valores do Índice de Integridade do Habitat dos locais de estudo, indicam que PEB (Ponte da Estrada de Barreiras) apresenta maior preservação ambiental (IIH= 0,48) que VP (Vale do Piracaná) (IIH= 0,10). Os dois locais apresentaram diferenças estatísticas significativas quanto a riqueza de espécies e abundância, com maiores valores tanto de riqueza ($F=6,60$ $p<0,01$) quanto de abundância ($F=45,02$ $p<0,0001$) para VP (Figura 2). E a Regressão Linear demonstrou uma correlação negativa entre o Índice de Integridade do Habitat, a riqueza e abundância (Figura 3).

Figura 2 – Análise ANOVA da abundância (A) e riqueza (B) dos odonatos coletados na Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) e no Vale do Piracaná (VP).

Figure 2 – ANOVA analysis of the abundance (A) and species richness (B) of odonates collected at Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) and Vale do Piracaná (VP).

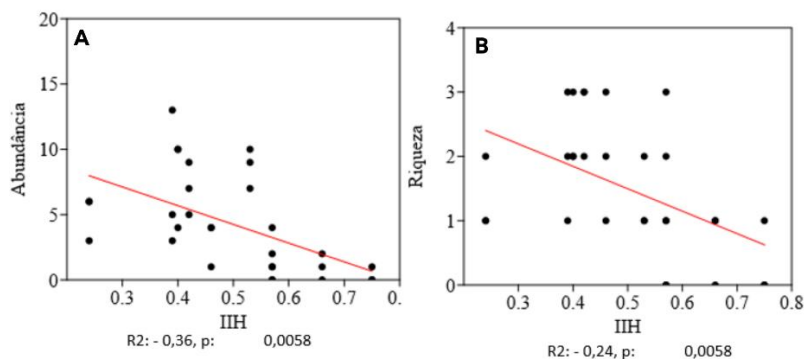


Fonte: Autores, 2024.

Source: Authors, 2024.

Figura 3 – Análise da Regressão Linear entre o Índice de Integridade do Habitat (IIH), a abundância (A) e riqueza específica (B) dos odonatos coletados.

Figure 3 – Linear Regression analysis between the Habitat Integrity Index (HII), abundance (A) and species richness (B) of collected odonates.



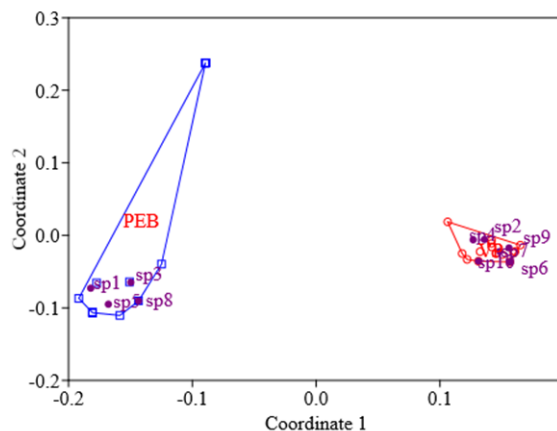
Fonte: Autores, 2024.

Source: Authors, 2024.

O NMDS demonstrou uma não sobreposição na composição de espécies entre os dois locais estudados (Figura 4), que foi corroborada pela análise de PERMANOVA.

Figura 4 – Análise NMDS da composição taxonômica dos odonatos coletados na Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) e no Vale do Piracaná (VP). Sp1 = *Argia* sp.; sp2 = *Ischnura fluviatilis*; sp3 = *Sp. 3*; sp4 = *Brachymesia herbida*; sp5 = *Diastatops intensa*; sp6 = *Erythemis vesiculosa*; sp7 = *Erythrodiplax umbrata*; sp8 = *Fylgia* sp.; sp9 = *Miathyria marcella*; sp10 = *Tauriphila argo*.

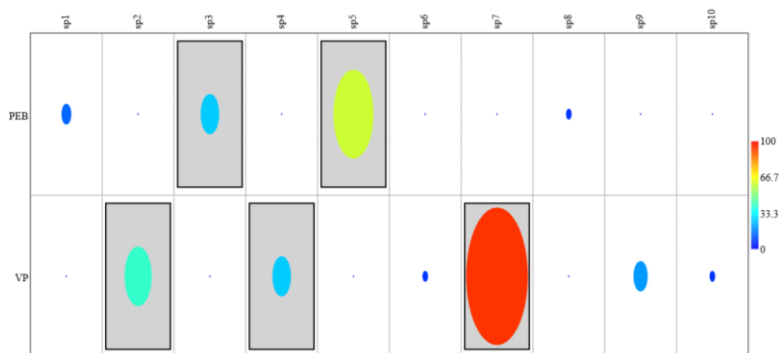
Figure 4 – NMDS analysis of the taxonomic composition of odonates collected in Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) and Vale do Piracaná (VP). Sp1 = *Argia* sp.; sp2 = *Ischnura fluviatilis*; sp3 = *Sp. 3*; sp4 = *Brachymesia herbida*; sp5 = *Diastatops intensa*; sp6 = *Erythemis vesiculosa*; sp7 = *Erythrodiplax umbrata*; sp8 = *Fylgia* sp.; sp9 = *Miathyria marcella*; sp10 = *Tauriphila argo*.



Fonte: Autores, 2024.
Source: Authors, 2024.

Figura 5 – Dados do Indicador de Valor Único (IndVal) para determinar possíveis espécies indicadoras de habitat na Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) e no Vale do Piracaná (VP). Sp1 = *Argia* sp.; sp2 = *Ischnura fluviatilis*; sp3 = *Sp. 3*; sp4 = *Brachymesia herbida*; sp5 = *Diastatops intensa*; sp6 = *Erythemis vesiculosa*; sp7 = *Erythrodiplax umbrata*; sp8 = *Fylgia* sp.; sp9 = *Miathyria marcella*; sp10 = *Tauriphila argo*.

Figure 5 – Indicator Value (IndVal) data to determine possible habitat indicator species in Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) and Vale do Piracaná (VP). Sp1 = *Argia* sp.; sp2 = *Ischnura fluviatilis*; sp3 = *Sp. 3*; sp4 = *Brachymesia herbida*; sp5 = *Diastatops intensa*; sp6 = *Erythemis vesiculosa*; sp7 = *Erythrodiplax umbrata*; sp8 = *Fylgia* sp.; sp9 = *Miathyria marcella*; sp10 = *Tauriphila argo*.



Fonte: Autores, 2023.
Source: Authors, 2023.

O IndVal identificou as espécies *I. fluviatilis*, *B. herbida* e *E. umbrata* como indicadoras do local VP (ambiente com maior degradação) e as espécies *Sp. 3* e *D. intensa* de PEB (local mais preservado) (Figura 5).

4. Discussão

A área da Ponte da Estrada de Barreiras (PEB) foi considerada mais preservada, por apresentar características ambientais específicas como vegetação ripária, espécies pioneiras mescladas com árvores maduras e detritos orgânicos. Embora PEB tenha demonstrado maior preservação em relação ao Vale do Piracaná (VP), de acordo o IIH, a abundância e riqueza da odonatofauna encontrada foi menor. Isso pode ser explicado pelas próprias características físicas de ambos os ambientes, visto que em áreas abertas antropizadas, como em VP, a retirada da mata ciliar permite maior incidência dos raios solares e consequentemente a presença de indivíduos de Anisoptera, assim como foi relatado nos trabalhos de Juen et al. (2019), Oliveira-Junior et al. (2015, 2019b) e Miguel et al., (2017).

A quantidade de indivíduos ($n = 75$) de *Erythrodiplax umbrata* (Anisoptera) observados durante as amostragens em VP, corrobora com o estudo de Calvão et al. (2014) que indicou maior abundância e atividade de indivíduos do mesmo gênero em áreas mais ensolaradas. Outro fator importante a se considerar é de que espécimes de *Erythrodiplax* são comumente encontradas em ambientes degradados, isso se explica por ser uma espécie generalista, podendo habitar ambientes abertos com variado tipo e grau de antropização (Nunes, Tramontin e Moraes, 2017). Essa degradação relacionada à alta incidência de luminosidade também proporciona maior produtividade de nutrientes, o que possibilita o aumento da riqueza de algumas espécies de Anisoptera, como *E. umbrata* (Juen, 2014; Oliveira-Junior et al., 2015).

Neste estudo, dos zygópteros coletados, *Ischnura fluviatilis* foi a única que ocorreu em VP, enquanto que *Argia* sp. e *Sp. 3* ocorreram somente em PEB. A ocorrência exclusiva de *I. fluviatilis* em VP pode ter sido viável pela presença de macrófitas que, segundo Cobert (1999) e Juen, Cabette e De Marco (2007), contribuem positivamente para o desenvolvimento das libélulas dessa subordem, uma vez que a maioria das larvas escalam e se fixam às folhagens durante o processo de desenvolvimento. Calvão (2012) propôs em seu estudo sobre a teoria ecofisiológica para a distribuição de Odonata, que a existência de plantas aquáticas em locais alterados deve estar relacionada à entrada de luz resultante da retirada contínua do dossel, tornando o ambiente eficaz para o desenvolvimento desses indivíduos.

Zygoptera são libélulas pequenas com corpos delgados e extremamente sensíveis aos raios solares, podendo sofrer dessecação em ambientes extremos (Silva, Rocha e Oliveira-Junior, 2017). Desse modo, sua ocorrência em lugares florestados e com mata ciliar preservada é esperada, pois são características que favorecem o desenvolvimento de espécies especialistas com baixo nível de distribuição (Cabette et al., 2017). No entanto, mesmo com representantes de Zygoptera em PEB, houve pouca diversidade de espécies no local. Essa baixa diversidade pode estar associada à uma gama de fatores, mas principalmente às atividades antrópicas. Em PEB observou-se a quebra, mesmo que pouca e com intervalos, da mata formando trilhas para a passagem de pescadores e banhistas, acampamento e descarte de alguns objetos não-orgânicos. Tais perturbações, além de permitirem maior luminosidade e temperatura que modificam os parâmetros físico-químicos da água, também influenciam negativamente na hidrologia do ambiente, podendo afetar o ciclo de vida das libelinhas (Bastos et al., 2021; Vilela, Ferreira e Del-Claro, 2016; Corbet, 1999). Além disso, durante alguns dias em que as coletas foram realizadas, a região amazônica sofreu com nuvens de fumaça, geradas por queimadas que percorreram vastas extensões chegando até o município de Itaituba (IPAM, 2023). É provável que essa alteração na composição do ar pode ter comprometido a diversidade dos zygópteros que ocorrem em PEB, uma vez que o nevoeiro de fumaça dificultou a luminosidade local, fator que pode ter influenciado na capacidade dos indivíduos dessa ordem de realizarem suas atividades.

Dos três grupos representantes de Zygoptera coletados neste trabalho, dois ocorreram somente em PEB, indicando que mesmo sofrendo com algumas perturbações, a área ainda apresenta características ambientais, como o tipo de substrato e estrutura do leito do rio, que favorecem espécies como *Argia* sp. e *Sp. 3*. Estudos anteriores relacionam a presença de indivíduos de *Argia* à materiais orgânicos como cascalho, folhiços de fundo, vegetação marginal, além da estrutura de áreas de barranco e remanso (Garrison e Ellenrieder, 2018; Ferreira-Peruquetti, 2004; Assis, Carvalho e Nessimian, 2004), características presentes em PEB.

A diferença de 100% na composição taxonômica para os dois locais de coleta pode estar associada à temperatura e umidade do ar, aos parâmetros físicos da água e luminosidade, pois são condições físicas do ambiente aquático que influenciam no padrão de distribuição de comunidades de Odonata (May, 1991; Corbet, 1999). Desse modo, é possível que o curto período de amostragem e os parâmetros individuais de

cada área tenham contribuído para que as espécies não se repetissem, considerando que houve alteração na composição do ar em alguns dias de coleta e que a composição da paisagem de ambas áreas também difere entre si. A presença da vegetação aquática em VP pode ter sido crucial para a heterogeneidade do habitat, pois ela pode servir como microhabitat para o sucesso de espécies que dependem dessas condições (Oliveira-Junior, et al., 2015; Monteiro, Juen e Hamada, 2015; Brito, Michelan e Juen, 2021).

A análise realizada pelo IndVal estabeleceu *E. umbrata*, *I. fluviatilis* e *B. herbida* como indicadoras de habitat para VP e *Sp. 3* e *D. intensa* para PEB. Paulson (2009) considerou *E. umbrata* e *B. herbida* como espécies generalistas, ou seja, podem habitar diversos ambientes aquáticos e possuem alto nível de dispersão com larvas predadoras e ninfas relacionadas à vegetação aquática, corroborando com a presença das macrófitas observadas no local. Nesse sentido, em relação à VP, a temperatura e a luminosidade elevadas foram apropriadas para que espécies generalistas de tamanho corporal maior como *E. umbrata* e *B. herbida* colonizassem a área em busca de território, alimento e reprodução (Suhling et al., 2015).

A análise das perturbações antrópicas em PEB, em decorrência da abertura de áreas de mata para o fluxo de pescadores e banhistas, sugere que a espécie *Diastatops intensa* tenha se beneficiado da remoção da vegetação ripária para se estabelecer nesse ambiente. Considerada uma espécie generalista (Paulson, 2009; Calvão, 2012; Oliveira-Junior et al., 2013), *D. intensa* é frequentemente associada a ecossistemas degradados, apresentando maior abundância em áreas com modificações ambientais. Essa tendência é corroborada pelas observações realizadas no presente estudo, nas quais *D. intensa* foi avistada pousando apenas sobre raízes e galhos que estavam diretamente expostos à luz solar, próximos à água. Esse comportamento é típico dos anisópteros, que, como reportado por Oliveira-Junior e Juen (2019a) e Wildermuth (1994), têm preferência por habitats com alta irradiação solar, o que facilita a termorregulação e favorece sua atividade reprodutiva.

Por outro lado, a presença de indivíduos da espécie *Sp. 3* (família Coenagrionidae) em PEB pode ser interpretada como um indicativo da relativa preservação da vegetação ripária na região monitorada. Diversos estudos associam a ocorrência da família Coenagrionidae com a integridade ambiental e com ambientes de maior conservação (Batista, 2010; Pereira, 2012; Silva et al., 2011). Espécies dessa família, em geral, preferem ecossistemas com vegetação ripária e macrófitas aquáticas, as quais são utilizadas para oviposição (Silva, Simão e Dutra, 2018). As larvas de Coenagrionidae, por sua vez, podem ser encontradas em tecidos de plantas aquáticas, folhíço e áreas de barranco (Mendes et al., 2017; Hamada, Nessimian e Querino, 2014; Calvão, 2012; Martins, 2010). Esses fatores indicam que a presença de *Sp. 3* em PEB está intimamente ligada à qualidade ambiental da vegetação ripária, sugerindo que o local ainda mantém características ecológicas favoráveis à reprodução de espécies mais sensíveis à degradação.

Além disso, conforme demonstrado por Dalzochio et al. (2011), Oliveira-Junior et al. (2015) e Silva, Simão e Dutra (2018), as espécies da subordem Zygoptera são mais frequentes em regiões de floresta, onde os habitats aquáticos estão sujeitos a maior sombreamento. Esse fator é particularmente relevante devido ao tamanho corporal reduzido dos indivíduos dessa subordem, que favorece a termoregulação por convecção. Portanto, a presença de espécies de Zygoptera no PEB pode também ser um reflexo da qualidade ambiental preservada, já que esses organismos tendem a ser mais abundantes em áreas de vegetação densa e com sombra nos corpos d'água, condições que são necessárias para o seu desenvolvimento e sobrevivência.

Em síntese, as observações realizadas durante o presente estudo revelam que mesmo existindo alterações ambientais em PEB, a existência da mata ciliar possibilita a presença de espécies sensíveis a ambientes abertos. E que as espécies de odonatos encontradas respondem de maneira distinta às perturbações antrópicas na região, com algumas se beneficiando das modificações ambientais e outras indicando a presença de ambientes relativamente preservados. A análise da distribuição dessas espécies oferece importantes subsídios para compreender os impactos ambientais das atividades humanas na região e pode servir como base para futuras estratégias de conservação e manejo da área (Santos et al. 2021).

5. Conclusão

A partir da avaliação dos efeitos das alterações ambientais antropogênicas no município de Itaituba - PA, sobre comunidades de Odonata nas Áreas de Preservação Permanente (APP), foi possível indicar que, embora uma das áreas seja mais preservada (PEB) em relação à outra (VP), ela não apresentou maior riqueza ou abundância na odonatofauna. Este trabalho reforçou que espécies maiores, como as da ordem Anisoptera,

optam por lugares mais ensolarados e abertos, características presentes principalmente em ambientes antropizados, corroborando com estudos anteriores. Além disso, mesmo que a área mais preservada tenha apresentado atividade humana ativa, ela ainda demonstrou a ocorrência de possíveis espécies especialistas de Zygoptera, reforçando a importância da integridade do habitat para a diversidade de espécies dessa subordem, que preferem áreas florestadas. A diferença na composição taxonômica corroborou com estudos prévios de que as variáveis ambientais como temperatura, luminosidade, presença ou ausência de vegetação aquática e ripária são essenciais para a distribuição de espécies de Odonata.

Apesar do crescimento de Odonata como objeto de estudo para o biomonitoramento de ambientes aquáticos, são quase nulos os estudos feitos em Itaituba. Nesse sentido, faz-se necessário que mais trabalhos com essa ordem sejam produzidos com a finalidade de fornecer informações importantes sobre a composição de espécies no município e região para o monitoramento de áreas sujeitas à impactos ambientais.

6. Referências

- Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral ecology**, 6, 1, 32-46.
- Arraut, J. M., Nobre, C., Barbosa, H. M., Obregon, G., & Marengo, J. (2012). Aerial rivers and lakes: looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. **Journal of Climate**, 25(2), 543-556.
- Assis, J. C., Carvalho, A. L., & Nessimian, J. L. (2004). Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 48, 273-282.
- Avila, A. L. D., Araujo, M. M., Longhi, S. J., & Gasparin, E. (2011). Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, 21(2), 251-260.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D. & Stribling, J. B. (1999). **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish – Second Edition**. Washington D.C.: US Environmental Protection Agency, Office of Water.
- Bastos, R. C., Brito, J., Cunhar, E. J., Cruz, G. M., Pereira, J. L. S., Vieira, J., & Juen, L. (2021). Environmental impacts from human activities affect the diversity of the Odonata (Insecta) in the eastern Amazon. **Int. J. Odonatol**, 24, 300-315.
- Batista, J. D. (2010). **Sazonalidade, impacto ambiental e o padrão de diversidade beta de Odonata em riachos tropicais no Brasil Central**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 28 de maio. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=28/05/2012>>. Acesso em 22/01/2024. 2012.
- Brito, J. S., Michelan, T. S., & Juen, L. (2021). Aquatic macrophytes are important substrates for Libellulidae (Odonata) larvae and adults. **Limnology**, 22(1), 139-149.
- Cabette, H. S., Souza, J. R., Shimano, Y., & Juen, L. (2017). Effects of changes in the riparian forest on the butterfly community (Insecta: Lepidoptera) in Cerrado areas. **Revista Brasileira de Entomologia**, 61(1), 43-

50.

Calvão, L. B. (2012). **Teoria ecofisiológica para a distribuição de Odonata: consequências para a previsão de perda de espécies em função da conversão de áreas naturais em pastagem**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Mato Grosso, Nova Xavantina, MT, Brasil.

Calvão, L. B., Júnior, P. D. M., & Batista, J. (2014). Odonata (Insecta) from Nova Xavantina, Mato Grosso, Central Brazil: information on species distribution and new records. **Check List**, 10(2), 299-307.

Chang, F. H., Lawrence, J. E., Rios-Touma, B., & Resh, V. H. (2014). Tolerance values of benthic macroinvertebrates for stream biomonitoring: assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide. **Environmental monitoring and assessment**, 186, 2135-2149.

Corbet, P. S. (1999). **Dragonflies: Behavior and Ecology of Odonata**. Colchester, UK, Harley Books, 882.

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**, 55, 88-94.

De Marco, P. & Resende, D. C. (2002). Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. **Odonatologica**, 31(2), 129-138.

De Marco, P., Batista, J. D., & Cabette, H. S. R. (2015). Community assembly of adult odonates in tropical streams: an ecophysiological hypothesis. **PloS one**, 10(4).

Diegues, A. C. (2000). **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil**. São Paulo.

Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological monographs**, 67(3), 345-366.

Fearnside, P. M. (2005). Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Destruição e Conservação da Floresta Amazônica**, 1, 7-19.

Fearnside, P. M. (2006). Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta amazônica**, 36, 395-400.

Fearnside, P. M. (2009). **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus: Editora INPA.

Fearnside, P. M. (2017). Como sempre, os negócios: o ressurgimento do desmatamento na Amazônia brasileira. **Yale Environment**, 360, 18.

Fearnside, P. M. (2018). Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas. **Inclusão Social**, 12(1).

Fearnside, P. M. (2020). **O Desmatamento da Amazônia Brasileira: 5 – Ciclos econômicos e especulação imobiliária**. Manaus. Disponível em: <<https://amazoniareal.com.br/o-desmatamento-da-amazonia-brasileira-5-ciclos-economicos-e-especulacao-imobiliaria-03-11-2020/>>. Acesso em: 10/07/2023.

Ferreira-Peruquetti, P. S. & De Marco, P. (2002). Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19, 317-327.

Ferreira-Peruquetti, P. S. (2004). **Odonata (libélulas) do município de Luís Antônio, São Paulo, Brasil: relação com o uso do solo e riqueza faunística**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

- Friberg, N. (2014). Impacts and indicators of change in lotic ecosystems. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, 1(6), 513-531.
- Garrison, R. W. & Ellenrieder, N. V. (2018). Damselflies of the genus *Argia* (Odonata: Coenagrionidae) from Ecuador with descriptions of five new species. **Zootaxa**, 4470(1), 1-69.
- Garrison, R. W., Ellenrieder, N. V., Louton, J. A. (2006). **Dragonfly Genera of the New World: An illustrated and annotated key to the Anisoptera**. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins University Press.
- Gelain, A. J. L., Lorenzetti, D. B., Neuhaus, M., & Rizzatti, C. B. (2012). Desmatamento no Brasil: um problema ambiental. **Revista Capital Científico-Eletrônica**, 10(1).
- Goulart, M. & Callisto, M. (2003). Bioindicadores de qualidade da água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista Fapam**, 2(1), 156-164.
- Hamada, N., Nessimian, J. L. & Querino, R. N. (2014). **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: Taxonomia, Biologia e Ecologia**. Manaus: Editora do INPA.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). **Cidades e Estados: Itaituba**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/itaituba.html>>. Acesso em: 11/08/2023.
- IPAM – Instituto de Pesquisa do Amazonas. (2023). Amazônia em Chamas: Entendendo a Relação entre o Fogo e Desmatamento em 2023. **Nota Técnica – nº 12**.
- Janssen, A., Hunger, H., Konold, W., Pufal, G., & Staab, M. (2018). Simple pond restoration measures increase dragonfly (Insecta: Odonata) diversity. **Biodiversity and Conservation**, 27(9), 2311-2328.
- Juen, L., Cabette, H. S. R., & De Marco, P. (2007). Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. **Hydrobiologia**, 579, 125-134.
- Juen, L., Oliveira-Júnior, 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, 223-233.
- Kalkman, V. J., Clausnitzer, V., Dijkstra, K. D. B., Orr, A. G., Paulson, D. R., & Van Tol, J. (2008). Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Freshwater animal diversity assessment**, 351-363.
- Kutcher, T. E., & Bried, J. T. (2014). Adult Odonata conservatism as an indicator of freshwater wetland condition. **Ecological Indicators**, 38, 31-39.
- Lencioni, F. A. A. (2005). **The Damselflies of Brazil: An illustrated identification guide I - The Non-Coenagrionidae families**. São Paulo, Brazil: All Print Editora.
- Lencioni, F. A. A. (2006). **The Damselflies of Brazil: An illustrated identification guide II - Coenagrionidae**. São Paulo, Brazil: All Print Editora.
- Lohmann, H. (1996). Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata). **Entomologische Zeitschrift**, 253–266.
- Martins, F. A. (2010). **Dinâmica populacional, comportamento reprodutivo e uso do habitat em *Telebasis carmesina* Calvert, 1909 (Odonata: Coenagrionidae) no Cerrado de Uberlândia-MG**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

- May, M. L. (1991). Thermal adaptations of dragonflies, revisited. **Advances in Odonatology**, 5(1), 71-88.
- Mendes, T. P., Oliveira-Junior, J. M. B., Cabette, H. S. R., Batista, J. D., & Juen, L. (2017). Congruence and the biomonitoring of aquatic ecosystems: are odonate larvae or adults the most effective for the evaluation of impacts. **Neotropical entomology**, 46, 631-641.
- Miguel, T. B., Oliveira-Junior, J. M. B., Ligeiro, R., & Juen, L. (2017). Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. **Ecological Indicators**, 81, 555-566.
- Monteiro, C. D. S. Jr., 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.
- Nessimian, J. L., Venticinque, E. M., Zuanon, J., De Marco, P., Gordo, M., Fidelis, L. & Juen, L. (2008). Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, 614, 117-131.
- Nóbrega, R. L., Ziembowicz, T., Torres, G. N., Guzha, A. C., Amorim, R. S., Cardoso, D. & Gerold, G. (2020). Ecosystem services of a functionally diverse riparian zone in the Amazon – Cerrado agricultural frontier. **Global Ecology and Conservation**, 21.
- Nunes, D. H., da Silva Tramontin, A., & de Moraes, H. F. (2017, setembro). Odonatas em diferentes ambientes em Santa Rosa do Sul. **6º SICT-Sul - Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense**. Criciúma, SC, Brasil.
- Ochieng, H., Okot-Okumu, J., & Odong, R. (2019). Taxonomic challenges associated with identification guides of benthic macroinvertebrates for biomonitoring freshwater bodies in East Africa: A review. **African Journal of Aquatic Science**, 44(2), 113-126.
- Oertli, B. (2008). The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. **Dragonflies and damselflies: Model organisms for ecological and evolutionary research**, 79-95.
- 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), 1-8.
- Oliveira-Junior, J. M. B., & Juen, L. (2019a). The Zygoptera/Anisoptera ratio (Insecta: Odonata): a new tool for habitat alterations assessment in Amazonian streams. **Neotropical entomology**, 48, 552-560.
- Oliveira-Junior, J. M. B., Dias-Silva, K., Teodósio, M. A., & Juen, L. (2019b). The response of Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) to local and regional abiotic factors in small streams of the Amazon. **Insects**, 10(12), 446.
- Oliveira-Junior, J. M. B., Shimano, Y., Gardner, T. A., Hughes, R. M., De Marco, P., & 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.
- Parron, L. M., Garcia, J. R., Oliveira, E. B., Brown, G. G., & Prado, R. B. (2015). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa.
- Paulson, D. R. (2009). **Dragonflies and Damselflies of the West**. Princeton: Princeton University Press.
- Pereira, M. C. A. (2012). **Diversidade de libélulas (Insecta: Odonata) em área de vegetação natural no**

município de Barroso, Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

Pinto, A. P. (2022). Odonata. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. JBRJ. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/171>. Acesso em: 10/08/2023.

Pinto, A. P. (2024). Cap. 15: Odonata Fabricius, 1793. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R.(eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia** (2ª ed.). Manaus: Editora INPA.

Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. **BioScience**, 70(6), 501-514.

Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (1992). Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. **Freshwater biomonitoring and benthics macroinvertebrates**. New York, USA: Chapman & Hall, 40-158.

Santos, F., Nicasio, K., Silva, K., Martins, J., Périco, E., Dalzochio, M., & Cajaiba, R. L. (2021). Can artificial ponds retain dragonfly (Insecta: Odonata) biodiversity? A preliminary study in the Brazilian Amazon. **Austral Entomology**, 60(4), 698-706.

Silva, E. C., Rocha, T. S., & Oliveira Junior, J. M. B. (2017). Efeito de variações temporais e microclimáticas diárias sobre a riqueza de espécies de zygoptera (insecta: odonata) em igarapés no município de Santarém-PA. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Campo Grande, MS, Brasil.

Silva, F. H., Favero, S., Sabino, J., & Anjos Garnés, S. J. (2011). Índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental em trechos do rio Correntoso, Pantanal do Negro, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 33(3), 289-299.

Silva, J. M. C., Rylands, A. B., & Fonseca, G. A. (2005). The fate of the Amazonian areas of endemism. **Conservation Biology**, 19(3), 689-694.

Silva, J. S., Simão, A. M. T., & Dutra, S. L. (2018). Levantamento de Odonata (Insecta) como bioindicador de saúde ambiental ao longo do Rio Lontra em Araguaína-TO. **Anais do I Encontro de Estudantes de Biologia do Tocantins**, Porto Nacional, TO, Brasil.

Souza, A. H. C., Andrade Lima, A. M., Mello, M. A. A., & Oliveira, E. R. (2015). A relação dos indígenas com a natureza como contribuição à sustentabilidade ambiental: uma revisão da literatura. **Revista Destaques Acadêmicos**, 7(2).

Souza, L. O. I.; Costa, J. M. & Oldrini, B. B. (2007). Odonata. **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online>.

Stoddard, J. L., Larsen, D. P., Hawkins, C. P., Johnson, R. K., & Norris, R. H. (2006). Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. **Ecological Applications**, 16(4), 1267-1276.

Suhling, F., Sahlén, G., Gorb, S., Kalkman, V. J., Dijkstra, K. D. B., & van Tol, J. (2015). Order Odonata. In **Thorpe and Covich's freshwater invertebrates** (pp. 893-932). Academic Press.

Suzuki, L. P. Z., Costa, T. G., & Sousa, N. F. M. (2022). Mapeamento dos serviços ecossistêmicos de Áreas de Preservação Permanente de cursos d'água: estudo de caso da bacia do rio Doce. **Diversitas Journal**, 7(4).

Tampo, L., Kaboré, I., Alhassan, E. H., Ouéda, A., Bawa, L. M., & Djaneye-Boundjou, G. (2021). Benthic macroinvertebrates as ecological indicators: their sensitivity to the water quality and human disturbances in a tropical river. **Frontiers in Water**, 3, 662765.

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. **Biosci. j.(Online)**, 486-495.

Wildermuth, H. (1994). Reproductive behaviour of *Diastatops intensa* Montgomery (Anisoptera: Libellulidae). **Odonatologica**, 23(2), 183-191.

Xu, M., Wang, Z., Duan, X., & Pan, B. (2014). Effects of pollution on macroinvertebrates and water quality bio-assessment. **Hydrobiologia**, 729, 247-259.