



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA –
CITA



ORDEM ODONATA COMO BIOINDICADOR EM IMPACTOS
DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM
RIACHOS DO ESTADO DO ACRE

NATALY GABRIELLY MERCADO COSTA

RIO BRANCO, AC

Novembro/2021

NATALY GABRIELLY MERCADO COSTA

**ORDEM ODONATA COMO BIOINDICADOR EM IMPACTOS
DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM
RIACHOS DO ESTADO DO ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Inovação Tecnológica**.

Orientador: Dr. LISANDRO JUNO SOARES VIEIRA

RIO BRANCO, AC
Novembro/2021

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

C837o Costa, Nataly Gabrielly Mercado, 1995 -

Ordem odonata como bioindicador em impactos decorrentes do uso e ocupação do solo em riachos do Estado do Acre / Nataly Gabrielly Mercado Costa; orientador: Prof. Dr. Lisandro Juno Soares Vieira. – 2021.

70 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós- graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, 2021.

Inclui referências bibliográficas e anexos.

1. Biomonitoramento. 2. Igarapés. 3. Anisoptera. I. Vieira, Lisandro Juno Soares (Orientador). II. Título.

CDD: 610.7

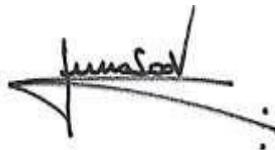
Bibliotecário: Uéliton Nascimento Torres CRB-11º/10074

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA
PARA A AMAZÔNIA – CITA

**ORDEM ODONATA COMO BIOINDICADOR EM IMPACTOS
DECORRENTES DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM
RIACHOS DO ESTADO DO ACRE**

NATALY GABRIELLY MERCADO COSTA

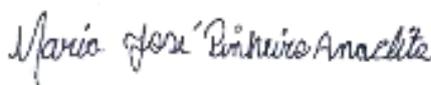
DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 17/11/21



Prof. Dr. LISANDRO JUNO SOARES VIEIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE



Prof. Dr. GENIVALDO MOREIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE



Dra. MARIA JOSÉ PINHEIRO ANACLETO
INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE

A Deus, que sempre foi lâmpada para meus pés e a toda minha família que sempre me apoiou e incentivou em cada momento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre colocar pessoas maravilhosas em meu caminho, as quais me fazem acreditar em um mundo melhor e me encorajam a prosseguir.

A minha família, sinônimo de amor e união, em especial a minha mãe Lucinda Mercado obrigada por acreditar no meu sonho e sempre me motivar a seguir em frente. É muito bom saber que posso contar com vocês em todos os momentos. Amo vocês!

Ao meu orientador, Professor Dr. Lisandro Juno, pela oportunidade de realizar este trabalho. Obrigada por ter confiado em mim e me influenciado com palavras de encorajamento. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável, e por me guiar nos primeiros passos da pós-graduação. Muito obrigada por tudo!

Ao meu noivo, Yan Silva que sempre me apoiou e acreditou nos meus sonhos e objetivos, e esteve ao meu lado em todos os momentos.

As minhas amigas de infância que desde sempre estiveram me apoiando e incentivando com palavras de força e determinação: Alane Moreira, Beatriz Carvalho e Karen Barroso.

As amigas que construí ao longo do mestrado Carolinne Melo, Jaíne Rodrigues e Romaina Araújo, que estiveram ao meu lado acompanhando de perto cada etapa na realização deste trabalho.

Aos amigos que me auxiliaram nas coletas de dados, tarefa muito difícil devido a logística, mas que se tornou tranquila e leve com a companhia deles Ítalo Ribeiro e Isaac Oliveira.

Aos meus amigos Davi Cezar e Matheus Melo que mesmo de longe se fizeram presente, me mandando mensagens e mostrando interesse em saber sobre meu trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia e a Universidade Federal do Acre -UFAC, pela oportunidade de ingressar no mestrado e realizar este sonho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro nesses dois anos.

EPÍGRAFE

Alegrai-vos na esperança, sede pacientes na tribulação, perseverai na oração.

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos são sistemas que há todo momento estão evoluindo, com uma interação complexa entre a fauna aquática e seu ambiente físico e químico. Para analisar a qualidade ambiental, a biodiversidade e os serviços do ecossistema ao longo dos anos e do espaço, o biomonitoramento e o monitoramento ambiental são as ferramentas mais utilizadas, permitindo determinar a quantidade dos impactos ambientais e/ou pressões sobre a biodiversidade. O presente trabalho está dividido em dois capítulos, em formato de artigo, sendo o primeiro uma revisão sistemática com o objetivo de fazer um levantamento com principais estudos que utilizaram a Ordem Odonata como bioindicadores no Brasil. Realizou-se uma revisão bibliográfica nas bases *Scientific Electronic Library Online (SCIELO)*, *National Institute of Health (PUBMED)*, *Web Of Science e SCOPUS*, utilizando os seguintes descritores: “biomonitoring,” “odonatas,” “bioindicators. De acordo com os resultados obtidos, notou-se que as diversas famílias da ordem estudada possuem características que demonstram um grande potencial como bioindicadores ambientais. O segundo capítulo trata-se da aplicação de protocolos de biomonitoramento em riachos na porção leste do Estado do Acre para o monitoramento utilizando a comunidade de Odonata como bioindicadores. O índice de integridade de habitat se mostrou relevante e coerente com as tendências ambientais apresentadas. Os dois capítulos dessa dissertação contribuem para pesquisas que tenham como objeto de estudo o biomonitoramento além de estar voltada para o aumento das informações relativas à comunidade de Odonata.

Palavras-chave: Biomonitoramento. Igarapés. Anisoptera. Zygoptera.

ABSTRACT

Aquatic ecosystems are systems that have been evolving all the time, with a complex interaction between aquatic fauna and their physical and chemical environment. To analyze the environmental quality, biodiversity and ecosystem services over the years and space, biomonitoring and environmental monitoring are the most used tools, allowing to determine the quantity of environmental impacts and/or pressures on biodiversity. The present work is divided into two chapters, in article format, the first being a systematic review with the aim of surveying the main studies that used the Ordem Odonata as bioindicators in Brazil. A literature review was carried out in the Scientific Electronic Library Online (SCIELO), National Institute of Health (PUBMED), Web Of Science and SCOPUS databases, using the following descriptors: "biomonitoring," "odonatas," "bioindicators. According to the results obtained, it was noted that the different families of the order studied have particularities and show great potential as environmental bioindicators. The second chapter deals with the application of biomonitoring protocols in streams in the eastern portion of the State of Acre for monitoring using the Odonata community as bioindicators. The habitat integrity index proved to be relevant and consistent with the environmental trends presented, however, The two chapters of this dissertation contribute to research that has biomonitoring as its object of study, in addition to being focused on increasing information on the Odonata community.

Keywords: Biomonitoring. Streams. Anisoptera. Zygoptera.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II		Pág.
Figura 1.	Localização geográfica da região leste do Estado do Acre.	52
Figura 2.	Representação dos pontos de coletas na RFH.	52
Figura 3.	Ilustração do transecto com as subdivisões transversais	54
Figura 4.	Imagem A, representa o ponto de coleta 01. Imagem B, representa o ponto de coleta 02	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I		Pág.
Tabela 1.	Representa o resumo descritivo dos estudos de acordo com a escolha dos pesquisadores.	22
Tabela 2.	Distribuição das famílias de Odonata por trabalhos científicos	36
CAPÍTULO II		
Tabela 1.	Caracterização dos pontos de coleta	53
Tabela 2.	Lista de famílias e seus respectivos gêneros de Odonata de acordo com os pontos de coleta	56
Tabela 3.	Valores brutos das métricas selecionadas dos pontos coletados.	60
Gráfico 1	Variação do índice de integridade de habitat por riacho.	57

LISTA DE ABREVIACÃO

RFH – Reserva Florestal Humaitá;

P.A - Porto Acre;

S.G – Senador Guiomard;

IIH- Índice de Integridade de Habitat;

P1 – Ponto um.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Biomonitoramento	16
2.2 Insetos Aquáticos	17
2.3 Ordem Odonata	18
CAPÍTULO I	18
ORDEM ODONATA COMO BIOINDICADORES EM BIOMONITORAMENTO NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	40
CAPÍTULO II.....	48
PROCOLOS DE BIOMONITORAMENTO PARA AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO SOBRE A COMUNIDADE DE ODONATAS EM RIACHOS DO ESTADO DO ACRE	48
INTRODUÇÃO	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
Área de estudo.....	51
Análise de dados	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
Dados biológicos	56
Índice de integridade de habitat.....	57
Protocolo de avaliação de integridade física	59
CONCLUSÃO	61
ANEXO	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

INTRODUÇÃO GERAL

A extensão territorial do Estado do Acre equivale a 164.221 km², tendo em vista que cerca de 85% são cobertos por florestas nativas que integram três regiões fitoecológicas: 1) Floresta Ombrófila Densa, 2) Floresta Ombrófila Aberta, e 3) Campinaranas. Encontra-se cerca de 12 tipologias, sendo elas as principais: floresta aberta com palmeira, que recobre 26,2% do território, floresta aberta com palmeiras + floresta aberta com bambu (21,02%), floresta aberta com palmeiras + floresta densa 12,12%, floresta aberta com bambu dominante (9,4%) e floresta aberta com palmeiras (7,77%) (ACRE, 2006).

No Acre, as questões relacionadas aos recursos hídricos podem ser observadas na maioria dos cursos de águas existentes, principalmente em regiões que tem avançado no processo de urbanização. Situação que está ligada ao processo de colonização, iniciada a partir das margens de riachos e rios, que retirou grande parte da vegetação ciliar e a estrutura da manutenção das bacias hidrográficas (SANTOS, 2005), com base nesses processos é de fundamental importância o monitoramento das alterações ambientais, sejam eles por métodos físico-químicos usuais, organismos bioindicadores ou por meio de ferramentas auxiliares, como os protocolos de avaliação rápida (CALLISTO et al., 2001; TOGORO, 2006; RODRIGUES et al., 2010).

Algumas alterações podem ser identificadas por meio dos protocolos, tais como o assoreamento, a poluição, a destruição da vegetação ciliar e a pesca excessiva (TOGORO, 2006). A maioria dos protocolos avaliam a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos colaborando com o manejo e a conservação, tendo como base parâmetros de fácil entendimento e de utilização simplificada. Essa avaliação consiste em uma inspeção visual do ambiente que substitui ou que agrega indicadores aos resultados das tradicionais análises físico-químicas e bacteriológicas de qualidade da água (CALLISTO et al., 2002, VARGAS & JÚNIOR, 2012).

A aplicação de protocolos como ferramentas para o biomonitoramento da qualidade de recursos hídricos tem sido eficiente no diagnóstico de rios e lagos. Esses índices aplicados no país são de origem estrangeira na sua maioria, não sendo, portanto, totalmente representativos dos ecossistemas regionais (GONÇALVES; MENEZES, 2011).

O presente trabalho está dividido em dois capítulos, em formato de artigo, sendo o primeiro uma revisão sistemática que já está publicada no periódico South American Journal

of Basic education, Technical and Technological, Rio Branco, UFAC v.8 n.1 (2021) Edição jan/abr.ISSN: 2446-4821, com o objetivo de fazer um levantamento dos principais estudos que utilizaram a Ordem Odonata como bioindicadores no Brasil. A ordem Odonata pertence a um grupo variado de insetos. Esses insetos possuem fase larval aquática e adulta, por esse motivo são utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental, devido a sua sensibilidade às variações hídricas em especial a concentração de oxigênio dissolvido (OD) (PEREIRA, 2012).

Pode-se ter a ocorrência de libélulas da ordem Odonata nas proximidades de corpos hídricos lóticos, onde a água é abundante ou escassa, além de ter como habitat vegetais os bambus ou outros vegetais aquáticos (ex.: Caules, frutos) devido à presença da água que é essencial ao desenvolvimento desses insetos (GODÉ & PERUQUETTI, 2015).

Em relação ao uso de insetos aquáticos como bioindicadores existem estudos que demonstram a eficiência dessa ordem devido a sua resposta mais sutil a mudanças ambientais como por exemplo a mudança de temperatura da água ou alteração no PH, nesses ecossistemas aquáticos, a partir do momento em que eles se encontram ou não nesses corpos hídricos analisados (GARCIA JUNIOR et al., 2019; PIMENTA et al., 2016)

O segundo capítulo trata-se da aplicação de protocolos de biomonitoramento em riachos na porção leste do Estado do Acre para o monitoramento utilizando a comunidade de Odonata como bioindicadores, tendo os seguintes objetivos específicos: classificar a ordem Odonata em nível de família; identificar quais as principais variáveis ambientais influenciam a distribuição dos organismos e avaliar os resultados em dois tipos de cobertura do solo – floresta e pastagem.

No Estado do Acre, poucos foram os estudos desenvolvidos com a temática, tendo em vista que será um dos poucos a testar protocolos de monitoramento utilizando a fauna aquática e avaliando a qualidade de água em riachos. Os dois capítulos dessa dissertação contribuem para pesquisas que tenham como objeto de estudo o biomonitoramento além de estar voltada para o aumento das informações relativas à comunidade de Odonata.

REVISÃO DA LITERATURA

2. Estado do Acre

O Estado do Acre encontra-se na região norte, no extremo oeste do Brasil. O Acre faz fronteira com o Estado do Amazonas ao norte e em seu extremo ocidental faz fronteira com Rondônia, além disso faz fronteiras internacionais com Peru e Bolívia (IBGE, 2006). O Estado possui 22 municípios e divide-se politicamente, em regionais de desenvolvimento: Alto Acre, baixo Acre, Purus, Tarauacá/Envira e Juruá, que diz respeito as microrregiões estabelecidas pelo IBGE das quais seguem as distribuições das bacias hidrográficas dos principais rios acreanos (ACRE, 2006)

Os rios do Estado pertencem a bacia hidrográfica do rio Amazonas, dentre eles os principais são: Purus, Juruá e Abunã (ACRE, 2006). Os extensos rios encontram-se basicamente, no sentido Sudoeste-Noroeste, paralelos e bem divididos por todo o Estado (ACRE, 2000)

No Estado, foram identificadas onze tipologias florestais, dentre as quais: Floresta Aberta com Palmeira das Áreas Aluviais (5,48%), Floresta Aberta com Palmeiras (7,77%), Floresta Aberta e Floresta Densa (12,12%), Floresta Densa e Floresta Aberta com Palmeiras (7,20%). Floresta Densa (0,53%), Floresta Densa Submontana (0,47%) (BRASIL, 2005). O Acre é o quarto Estado na Amazônia legal que possui maior preservação da cobertura florestal com 11,3% de seu território desflorestado, ficando atrás somente de Roraima, que tem grande parte do seu território ocupado por reservas indígenas (IBGE, 2006)

2.1 Biomonitoramento

É de fundamental importância o monitoramento contínuo da água fornecida à população, para que nenhuma doença seja transmitida as pessoas (BARRAGAN, 2009). O biomonitoramento emprega elementos diretamente da biodiversidade, tal como ausência ou presença de determinadas espécies ou variações da abundância, como base para quantificar a integridade ambiental de determinado local (BUSS et al., 2003).

Frequentemente as condições da qualidade da água, são avaliadas por parâmetros biológicos (coliformes totais e fecais) e parâmetros físico-químicos, como cor, turbidez, pH, condutividade, nitrogênio e fósforo, e suas formas derivadas, tendo em vista que em excesso na água indicam poluição por lançamentos de efluentes domésticos e agrícolas, dificultando o bom funcionamento dos ecossistemas aquáticos (SILVEIRA, 2004).

Devido ao aumento na utilização por água potável e a contínua deterioração dos rios, tem-se a necessidade de pesquisas científicas que contribuam para gestão dos recursos hídricos, de modo que revelem com eficiência as condições ambientais e, dessa forma, ajudem a manter a integridade dos ecossistemas aquáticos (SILVEIRA, 2004).

Os ecossistemas de rios e riachos de pequeno e médio porte são numerosos e um pouco mais fáceis de coletar comparados a trechos de grande porte. A gestão ambiental é necessária para resolver problemas relacionados à escassez e degradação, proporcionando a disponibilidade de água para futuras gerações (GROOT et al., 2012). Ferramentas de pesquisa da qualidade ambiental, auxiliam na ajustagem, controle e base de planos de ações e decisões visando a preservação dos ecossistemas aquáticos. (DOUVERE, 2010).

Com o intuito de analisar a qualidade da água e detectar com precisão os impactos gerados pelo uso de poluentes, índices bióticos vêm sendo criados e adaptados de acordo com a região e localização, de modo que possa reduzir as análises que utilizam reagentes químicos para avaliação da qualidade da água (NEUMANN et al., 2002; BAPTISTA et al., 2003). Essas análises além de não estimar a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos, muitas vezes contribui para poluição dos corpos hídricos, pois muito dos resíduos químicos produzido pelas análises químicas são descartados incorretamente (VICTORINO, 2007).

2.2 Insetos Aquáticos

Os insetos aquáticos estão entre os organismos utilizados como indicadores da qualidade ambiental, devido a sua grande sensibilidade a diferentes graus de degradações (TANIWAKI & SMITH, 2011; CONSATTI et al., 2014; MENDES et al., 2014), os insetos pertencem ao filo Arthropoda e numericamente é o grupo em maior quantidade em todo reino animal, existindo mais de 750 mil espécies (BARBOUR et al., 1999).

Alguns insetos possuem particularidades em relação a qualidade ambiental, tendo em vista que ambientes mais conservados possuem uma alta diversidade de animais mais sensíveis, à medida que ocorre a degradação do ambiente, os mais sensíveis desaparecem e os mais tolerantes e resistentes permanecem (WASHINGTON, 1984). Caso exista a piora da degradação, apenas os mais resistentes irão sobreviver. Por esse motivo são chamados de bioindicadores (LENAT; BARBOUR, 1994).

No Brasil, alguns estudos vêm utilizando este grupo biológico devido as seguintes vantagens: Encontrados na maioria dos habitats aquáticos; a comunidade representa o tipo de impacto sofrido, possuem baixa movimentação indicando as condições locais e a coleta e manuseio são fáceis, com base nisso tornou-se ideais para testes de metodologias de monitoramento biológico. (BIEGER et al., 2010; GONÇALVES, 2012; GOULART & CALLISTO, 2003)

2.3 Ordem Odonata

O nome Odonata faz referência aos dentes fortes presente na mandíbula dos adultos (COSTA et al., 2012). A ordem Odonata é dividida em três subordens: Anisozygoptera (encontrada apenas na região da asiática), anisoptera e zygoptera. A subordem anisoptera é reconhecida por possuírem a base de suas asas posteriores e anteriores diferentes, pousando com as asas abertas, já os da subordem zygoptera possuem as bases das asas semelhantes, pousando com suas asas fechadas sobre o dorso (SOUZA et al., 2007; BASTOS et al., 2021)

Existem cerca de 6.000 espécies da ordem Odonata já registradas no mundo (SMITH et al., 2014). No Brasil encontram-se cerca de 828 espécies, distribuídas em 14 famílias e 140 gêneros (COSTA et al., 2012). Esses insetos são caracterizados por apresentarem metamorfose incompleta durante a sua fase de desenvolvimento (COSTA et al., 2010). O Odonata apresenta fase larval e fase adulta (terrestre e aérea), sendo essas duas fases caracterizadas por serem predadores vorazes (HAMADA et al., 2014).

Esses insetos exercem papel importante no desenvolvimento do desempenho do ecossistema aquático, tendo em vista que possuem uma ampla distribuição e longo ciclo de vida (MARTINI et al., 2013). Esses insetos apresentam relação muito estreita com o habitat em que vivem, pois eles respondem com rapidez a alterações antrópicas ou naturais, sendo uma ferramenta eficiente em estudos de biomonitoramento (SILVA et al., 2010; RENNERT et al., 2015; BISCALQUINI, 2018; PERÉZ, 2018). Alguns estudos realizados na Amazônia brasileira descrevem que igarapés preservados apresentam mais espécies da subordem zygoptera enquanto os mais degradados apresentam espécies da subordem anisóptera (MONTEIRO & JÚNIOR et al., 2014; 2015).

CAPÍTULO I

ORDEM ODONATA COMO BIOINDICADORES EM BIOMONITORAMENTO NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

ODONATA ORDER AS BIOINDICATORS IN BIOMONITORING IN BRAZIL: A SYSTEMATIC REVIEW

RESUMO

A história de vida da Ordem Odonata tem uma série de características que tornam esses insetos importantes na detecção dos efeitos de mudanças na integridade ambiental. No Brasil encontra-se cerca de 828 espécies distribuídas em 14 famílias e 140 gêneros de insetos Odonata. Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática dos principais estudos que utilizaram a Ordem Odonata como bioindicadores no Brasil. Realizou-se uma revisão bibliográfica nas bases *Scientific Electronic Library Online (SCIELO)*, *National Institute of Health (PUBMED)*, *Web Of Science e SCOPUS*, utilizando os seguintes descritores: “biomonitoring,” “odonatas,” “bioindicators.” Foram selecionados um total de 35 artigos, onde foram organizados em uma tabela descritiva, apresentando informações relacionadas aos trabalhos. De acordo com os resultados obtidos, notou-se que as diversas famílias da ordem estudada apresentam particularidades e demonstram um grande potencial como bioindicadores ambientais.

Palavras-Chave: Macroinvertebrados Bentônicos. Bioma e Libélulas.

ABSTRACT

Odonata life history has a number of characteristics that make these insects important in detecting the effects of changes in environmental integrity. In Brazil there are about 828 species distributed in 14 families and 140 genera of the order Odonatas. Thus, the present work aimed to perform a systematic review of the main studies that used the Odonata Order as bioindicators in Brazil. A literature review was performed in the Scientific Electronic Library Online (SCIELO), National Institute of Health (PUBMED), Web Of Science and SCOPUS databases, using the following descriptors: “biomonitoring,” “odonata,” “bioindicators.” A total of 35 articles were selected, where they were organized in a descriptive table, presenting information related to the works. According to the results

obtained, it was noted that the different families of the studied order present particularities and show great potential as environmental bioindicators.

Key words: Benthic Macroinvertebrates. Biome and Dragonflies.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior riqueza em biodiversidade do mundo [1], abrigando em seus biomas milhares de espécies animais e vegetais, muitos deles endêmicos; dentre essas riquezas destacam-se os grupos de insetos [2]. Os insetos da ordem odonata, conhecidos popularmente como libélulas, são predadores oportunistas (larvas ou adultos) e constituem uma ordem de Insecta bem conhecida [3].

Há uma grande diversidade de espécies de Odonata nas regiões tropicais, porém não se tem conhecimento a respeito em muitos biomas, como por exemplo, na floresta Amazônica [4].

No Brasil encontra-se cerca de 828 espécies distribuídas em 14 famílias e 140 gêneros de insetos da ordem odonatas [5]. Segundo [6], a ordem Odonata está dividida em três subordens: Anisoptera, Zygoptera e Anisozygoptera. Na subordem Anisoptera, os adultos são reconhecidos devido à diferença nas asas anteriores e posteriores e também por pousarem com as asas abertas. Já os adultos da subordem Zygoptera possuem as bases das asas semelhantes, e pousam com as asas fechadas sobre o dorso [7].

A divisão, abundância e arranjo das espécies de Odonata estão intimamente ligadas a mudanças nas variáveis ambientais ou estruturais. Cada fase do ciclo de vida da Odonata está associada a tipos distintos de habitat e exigências ecológicas [8]. A história de vida dessa ordem inclui uma série de características que tornam esses insetos especialmente úteis para a detecção dos efeitos de mudanças na integridade ambiental na distribuição de espécies [9].

De acordo com [10], os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa devido a múltiplos impactos ambientais resultantes de atividades mineradoras; construção de barragens e represas; retificação e desvio do curso natural dos rios; lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados; desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação; exploração de recursos pesqueiros e introdução de espécies exóticas.

O monitoramento biológico pode ser realizado principalmente através da aplicação de diferentes protocolos de avaliação, índices biológicos e multimétricos, tendo como base a

utilização de bioindicadores de qualidade de água e hábitat. Os principais métodos envolvidos abrangem o levantamento e modificações na riqueza de espécies e índices de diversidade; abundâncias e organismos resistentes, perda de espécies sensíveis; medidas de produtividade primária e secundária, sensibilidade a concentrações de substâncias tóxicas, entre outros [11].

Segundo [3], os Odonata são excelentes bioindicadores de qualidade ambiental, pois são relativamente fáceis de estudar, auxiliando em diagnósticos e programas de monitoramento. Dado este fato o uso de bioindicadores contraposto as ferramentas convencionais de avaliação da qualidade ambiental está em seu custo reduzido, podendo ser utilizado para avaliação acumulativa de eventos ocorridos num determinado período de tempo, resgatando um histórico ambiental não passível de detecções ou medição por outros métodos [12].

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura dos principais estudos que utilizaram a Ordem Odonata como bioindicadores no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura de trabalhos científicos que estudaram o biomonitoramento com insetos da ordem odonata como bioindicadores, seguindo os seguintes passos:

- A) Elaboração da pergunta de pesquisa: Qual é a eficiência da ordem Odonata como bioindicadores da qualidade ambiental?
- B) Busca na literatura: Foram pesquisados artigos científicos nas bases: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), National Institute of Health (PUBMED), Web Of Science e SCOPUS, Google Acadêmico, utilizando os seguintes descritores: “biomonitoring”, “odonata”, “bioindicators”. Foram incluídos no estudo, artigos redigidos no idioma inglês e português que atendessem nos seguintes filtros: texto completo disponível, assunto principal (macroinvertebrados bentônicos, qualidade da água e preservação ambiental) e ano de publicação baseado de acordo com o estudo mais antigo até os mais atuais (1991 até 2019). Obteve-se na busca inicial 2523 (dois mil quinhentos e vinte e três) artigos.
- C) Seleção de artigos: Essa seleção de artigos foi realizada por três pesquisadores, sendo que os artigos rejeitados por dois destes, foram excluídos da revisão. Os critérios para

exclusão foram artigos que não tiveram foco em biomonitoramento, baixa qualidade metodológica, estudos que não foram realizados em campo, que estavam fora do objetivo da pesquisa e estudos que não foram realizados no Brasil.

- D) Extração dos dados: Após a avaliação dos artigos foram selecionados um total de 35 (trinta e cinco), os quais foram utilizados nos resultados do presente estudo. Além dos artigos selecionados foram utilizados outros trabalhos como teses e dissertações para a elaboração da introdução e enriquecimento da discussão deste artigo.
- E) Síntese dos dados: Os dados foram organizados em tabelas e gráficos. Descritos no texto de acordo com o tipo de estudo e região do país (Brasil).
- F) Redação e discussão dos resultados: Os dados estão descritos nos tópicos 3 e 4 do presente trabalho

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quadro a seguir apresenta o resumo descritivo dos estudos que foram selecionados pelos pesquisadores e que atenderam aos critérios desse estudo. Os artigos foram elaborados em vários estados brasileiros, do ano de 1991 até o presente momento, todos os artigos tinham foco em biomonitoramento com a utilização de indivíduos da ordem Odonata. Foram encontrados um total de 35 artigos de acordo com a tabela 1

Família	Título do artigo	Tipo de Biomonitoramento	Local	Bioma	Estado	Referências
Libellulidae	Contribuição ao conhecimento das Odonatas da estação ecológica de Maracá-Roraima.	Conservação da área.	Estação Ecológica de Maracá.	Floresta Amazônica	RR	MACHADO et al., 1991
Libellulidae	Macroinvertebrados Bentônicos como ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos.	Conservação da área.	Quatro Parques municipais de Belo Horizonte.	Cerrado	MG	CALLISTO et al., 2000
Aeshnidae Calopterygidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae	Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil.	Mata ciliar dos cursos d'água.	Bacia do Ribeirão São Bartolomeu e do córrego Turvo.	Mata Atlântica	MG	PERUQUETTI; JÚNIOR, 2002

Megapodagrionidae						
Protoneuridae						
Aeshnidae	Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística.	Comparação entre local conservado e local com monocultura.	Estação Ecológica de Jataí.	Cerrado	SP	PERUQUETTI; GESSNER, 2003
Calopterygidae						
Coenagrionidae						
Corduliidae						
Dictyodidae						
Gomphidae						
Libellulidae						
Aeshnidae	Odonata (Libélulas) do município de Luís Antônio, São Paulo, Brasil; Relação com o uso do solo e riqueza faunística.	Uso de solos e características dos corpos d'água.	Lagoas marginais do rio Mogi Guaçu.	Cerrado	SP	PERUQUETTI, 2004
Calopterygidae						
Corduliidae						
Dictyodidae						
Gomphidae						
Lestidae						

Libellulidae Protoneuridae						
Polythoridae	Estrutura da comunidade de insetos aquáticos em igarapés na Amazônia Central, com diferentes graus de preservação da cobertura vegetal e apresentação de chave de identificação para gêneros de larvas da ordem Odonata.	Cobertura vegetal de igarapés.	Reservas e fazendas do Projeto Dinâmica Biológica Fragmentada.	Floresta amazônica	AM	SILVA, 2006
Aeshnidae Coenagrionidae Libellulidae	The Odonata (Insecta) assemblage on Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (State of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode.	Perturbação de área.	Lagoa Camargo.	Mata atlântica	SP	FULAN; HENRY, 2006
Libellulidae	Influence of taxonomic resolution of stream macroinvertebrate communities on the evaluation of different land uses.	Qualidade da água.	Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.	Cerrado	SP	CORBI; STRIXINO, 2006

Aeshnidae Calopterygidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae Megapodagrionidae	Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil.	Desmatamento e efeito do esgoto.	Áreas urbanas de Manaus.	Floresta amazônica	AM	CONCEIRO et al., 2007
Aeshnidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae	Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga.	Qualidade da água.	Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá.	Caatinga	PB	ABÍLIO et al., 2007
Libellulidae	Monitoramento da fauna de macroinvertebrados bentônicos do Ribeirão Ipanema – Ipatinga, MG: uma comunidade bioindicadora da efetividade de programas de despoluição de cursos d'água II	Qualidade da água.	Rio Ribeirão do Ipanema.	Mata Atlântica	MG	FARIA; ALMEIDA, 2007

Calopterygidae Coenagrionidae Libellulidae Megapodagrionidae	Macroinvertebrados em córregos da região da Mata Atlântica (Sudeste do Brasil): influência do cultivo da banana.	Comparação entre local conservado e local com monocultura.	Vale do Ribeira e Litoral Sul.	Mata Atlântica	SP	KLEINE, 2007
Coenagrionidae Libellulidae	Sewage input effects on the macroinvertebrate community associated to TyphadomingensisPers in a coastal lagoon in southeastern Brazil.	Efeito do esgoto.	Lagoa Imboassica.	Mata Atlântica	RJ	OLIVEIRA et al., 2007
Aeshnidae Calopterygidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae Protoneuridae	Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de Qualidade de Água: Proposta para Elaboração de um Índice de Integridade Biológica.	Qualidade da água.	Bacia do Rio São Bartolomeu.	Cerrado	DF	FERNANDES, 2007

Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae	Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, South-eastern Brazil.	Qualidade da água.	Bacia do Rio São Francisco.	Cerrado	MG	TUPINAMBÁS et al., 2007
Aeshnidae Gomphidae	Uso de macroinvertebrados bentônicos na avaliação do impacto antropogênico às nascentes do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo, SP.	Conservação ambiental e qualidade da água.	Parque estadual do Jaraguá.	Mata Atlântica	SP	RINALDI, 2007
Calopterygidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae	Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d' Armas, DF.	Qualidade da água.	Bacia do Ribeirão Mestre d' Armas.	Cerrado	DF	SILVA, 2007

Coenagrionidae Corduliidae Gomphidae Lestidae Libellulidae	Efeito de metais cobre (Cu) e Zinco (Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil.	Efeitos de metais pesados.	bacias hidrográficas dos rios Tigre e Campo.	Mata Atlântica	RS	MILESI et al., 2008
Aeshnidae Calopterygidae Coenagrionidae Libellulidae Protoneuridae	Macroinvertebrados aquáticos do córrego Pinheirinho, Parque do Basalto, Araraquara-SP: subsídio para estratégias de conservação local.	Conservação ambiental.	Parque do Basalto no córrego Pinheirinho.	Cerrado e Mata Atlântica	SP	CORBI et al., 2009
Gomphidae Libellulidae	Benthic macroinvertebrates as ecological indicators of water level changes in marginal lagoons at lower São Francisco floodplainriver.	Conservação ambiental.	Rio São Francisco.	Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga	AL; SE	OLIVEIRA et al., 2009

Calopterygidae Gomphidae Libellulidae Megapodagrionidae	Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a neotropical basin.	Qualidade da água.	Rio das Velhas.	Mata Atlântica e Cerrado	MG	MORENO et al., 2009
Aeslunidae Calopterygidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae Protoneuridae	Macroinvertebrados bentônico e fatores físicos e químicos como indicadores de qualidade de água da bacia do alto jacaré-Guaçu.	Qualidade da água.	Área superior da sub-bacia do Rio Jacaré-Guaçu.	Cerrado	SP	ANDRADE, 2009
Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae Megapodagrionidae	Macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água em reservatórios eutrófico e oligotrófico.	Qualidade da água.	Bacia hidrográfica do Rio Paraopeba.	Cerrado	MG	VIANA, 2009

Calopterygidae	Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos rios Lava-pés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de Botucatu (SP) e região.	Qualidade da água.	Sub-bacias dos rios Capivara, Lava-pés, Pardo e Araquá.	Mata Atlântica e Cerrada	SP	OLIVEIRA, 2009
Coenagrionidae						
Corduliidae						
Gomphidae						
Libellulidae						
Aeshinidae	Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas.	Qualidade da água.	Bacia Rio das velhas.	Mata Atlântica e Cerrado	MG	FERREIRA, 2009
Calopterygidae						
Coenagrionidae						
Corduliidae						
Gomphidae						
Hydrometridae						
Libellulidae						
Megapodagrionidae						
Naucoridae						

<p>Aeshinidae</p> <p>Calopterygidae</p> <p>Coenagrionidae</p> <p>Corduliidae</p> <p>Gomphidae</p>	<p>Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question.</p>	<p>Qualidade da água.</p>	<p>Bacia do Rio dos Sinos.</p>	<p>Mata Atlântica e Pampa</p>	<p>RS</p>	<p>BIEGER et al., 2010</p>
<p>Aeshinidae</p> <p>Gomphidae</p> <p>Libellulidae</p> <p>Protoneuridae</p>	<p>Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim – SP, Brasil.</p>	<p>Conservação ambiental e Qualidade da água.</p>	<p>Bacia hidrográfica do Rio Sorocaba.</p>	<p>Mata Atlântica</p>	<p>SP</p>	<p>TANIWAKI; SMITH, 2011</p>
<p>Aeshinidae</p> <p>Calopterygidae</p> <p>Coenagrionidae</p> <p>Corduliidae</p> <p>Gomphidae</p>	<p>Avaliação da contaminação de córregos de Cerrado por metais pesados utilizando-se larvas de Odonata como bioindicador.</p>	<p>Metais pesados.</p>	<p>Triângulo Mineiro.</p>	<p>Cerrado</p>	<p>MG</p>	<p>BRUNO, 2012</p>

Aeshinidae	Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental de cursos d'água no Cerrado.	Qualidade da água.	Triângulo Mineiro.	Cerrado	MG	GONÇALVES, 2012
Calopterygidae						
Coenagrionidae						
Corduliidae						
Gomphidae						
Libellulidae						
Aeshinidae	Efeitos de alteração ambiental causada pela urbanização na cidade de Manaus (AM) sobre comunidades de adultos de libélulas (Insecta: Odonata).	Conservação ambiental e Qualidade da água.	Reserva florestal Adolpho Ducke.	Floresta Amazônica	AM	JÚNIOR, 2012
Calopterygidae						
Coenagrionidae						
Dictyodidae						
Gomphidae						
Libellulidae						
Megapodagrionidae						
Perilestidae						
Polythoridae						

Protoneuridae						
Pseudostigmatidae						
Calopterygidae	Presença de Odonata em áreas preservadas nas matas ciliares do Rio Taquari, RS.	Conservação ambiental.	Rio Taquari.	Mata Atlântica	RS	CONSATTI et al., 2014
Coenagrionidae						
Lestidae						
Libellulidae						
Protoneuridae						
Aeshnidae	Setting boundaries: Environmental and spatial effects on Odonata larvae distribution (Insecta).	Conservação ambiental.	Bacia do Rio Suiá-Missu.	Cerrado	MT	MENDES et al., 2014
Calopterygidae						
Coenagrionidae						
Dictyodidae						
Gomphidae						
Libellulidae						
Megapodagrionidae						
Polythoridae						

Protoneturidae						
Aeshinidae Coenagrionidae Lestidae Libellulidae	Testing Dragonflies as Species Richness Indicators in a Fragmented Subtropical Atlantic Forest Environment.	Conservação ambiental.	Município de Cruzeiro do Sul.	Mata Atlântica	RS	RENNER et al., 2015
Aeshinidae Corduliidae Gomphidae	Uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água da microbacia do córrego dos Palmitos, Orlândia-SP.	Qualidade da água.	Microbacia do córrego dos Palmitos.	Cerrado	SP	BISCALQUINI, 2018
Calopterygidae Coenagrionidae Libellulidae	Libélulas (Insecta) como indicadores da qualidade do habitat de riachos de lavrado em Roraima, Brasil.	Qualidade da água.	Riachos de Lavrado.	Floresta Amazônica	PR	PERÉZ, 2018

Protoneuridae						
---------------	--	--	--	--	--	--

Os 35 trabalhos científicos encontrados, foram organizados de acordo com o Bioma que o estudo era desenvolvido, 37,2% deles foi desenvolvido no bioma do Cerrado, 28,6% na Mata Atlântica, 14,4 % na Floresta Amazônica, 11,4% na Mata Atlântica e no Cerrado, 2,8% na Mata atlântica Cerrado e Caatinga, 2,8% na Mata Atlântica e no Pampa e 2,8% na Caatinga.

O gráfico a seguir, ilustra a quantidade de vezes que uma família de Odonata foi citada nos 35 trabalhos científicos diferentes:

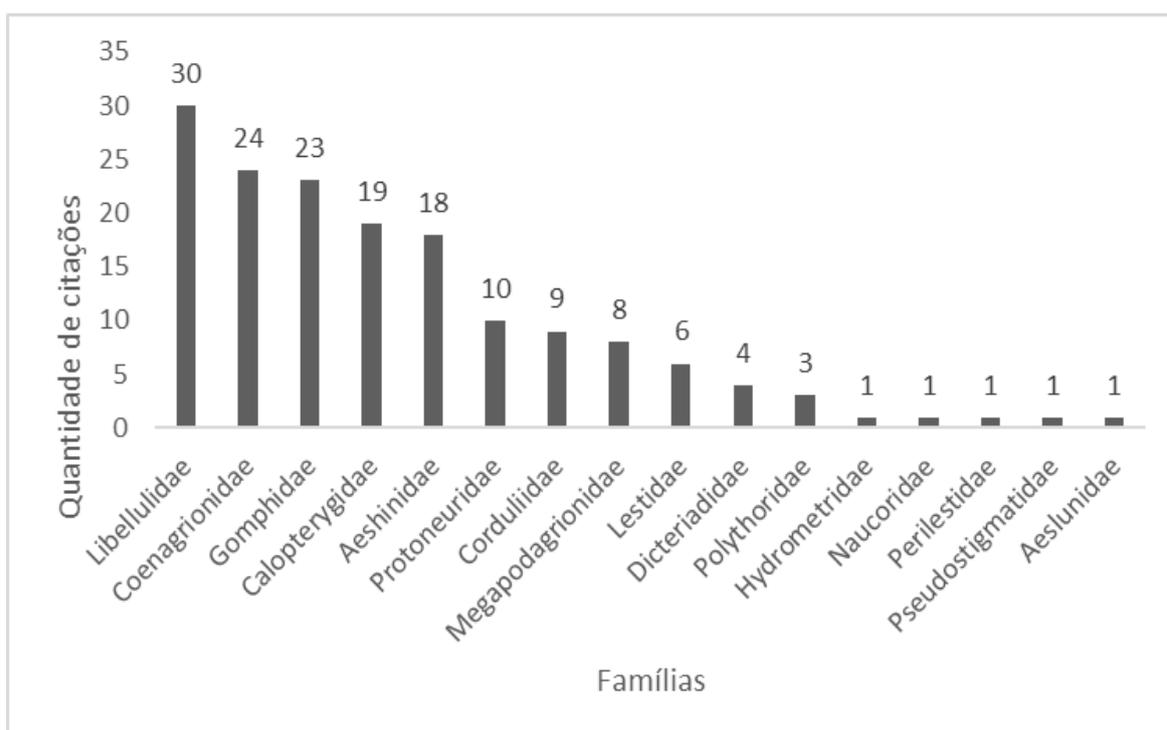


Tabela 2. Distribuição das famílias de Odonata por trabalhos científicos.

O bioma com a maior quantidade de artigos publicados foi o Cerrado, seguido da Mata atlântica e Floresta Amazônica, com 13, 10 e 5 citações em diferentes artigos respectivamente. Vale ressaltar que eles também foram encontrados em outros artigos, porém não como o único bioma da região de estudo, tendo em vista que em alguns estudos a região delimitada para o trabalho foi ampla ocupando mais de um estado e em alguns estudos as coletas foram feitas em regiões de transições de dois biomas.

Em relação as famílias a que obteve a maior citação de seu uso em estudos foi a família, Libellulidae, seguida das famílias Coenagrionidae e Gomphidae, com 30, 24 e 23 citações em diferentes artigos respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, notou-se que as diversas famílias da ordem estudada apresentam particularidades e demonstram um grande potencial como bioindicadores

ambientais.

Vários estudos desenvolvidos com Odonata tem observado diversos aspectos relacionados a fatores ambientais, como manejo de ecossistemas aquáticos, conservação, padrões de distribuição, áreas de reprodução e relação com o uso do solo [14].

O cerrado foi o bioma que se mostrou mais relevante com relação a estudos realizados comparado aos outros biomas pelo fato de se apresentar como um dos biomas com alta biodiversidade, no entanto, não há uma atenção voltada á sua conservação comparada à Amazônia e Mata Atlântica [46].

Algumas famílias podem ter sido mencionadas nos 35 (trinta e cinco) artigos em maior quantidade devido a riqueza de espécies presentes, como é o caso da família Gomphidae que tem aproximadamente 813 espécies, a família Aeshnidae com aproximadamente 377 espécies. Dentro da subordem Anisoptera, as famílias Aeshnidae, Gomphidae e Libellulidae representam $\frac{3}{4}$ do número total de espécies [47]. Constatou-se que a família Libellulidae, foi a de maior frequência de ocorrência dentre as demais, sendo citada em um total de 30 (trinta) artigos, estas que possuem uma grande importância na conservação de ambientes aquáticos, pois são abundantes em águas quentes de áreas baixas nas regiões tropicais e subtropicais.

Alguns autores encontraram uma associação de ambiente alterado e preservado com algumas espécies das famílias mencionadas, na figura 2. As espécies *Orthemis discolor* e *Acanthagrion cuyabae* da família Libellulidae foram relacionadas a ambientes que sofreram alterações. Enquanto as espécies *Argia* sp. 2, da família Coenagrionidae, *Hetaerina moribunda*, da Família Calopterygidae, *Chalcopteryx rutilans*, da família Polythoridae, *Psaironeura tenuissima* e *Epipleoneura manauensis*, da família Protoneuridae, *Heteragrion* sp. 2 da família Megapodagrionidae, e *Perilestes attenuatus*, da família Perilestidae, foram pertencentes a ambientes preservados [41].

As espécies *Acanthagrion gracile*, *Argia* sp.3, *Argia* sp.4, da Família Coenagrionidae, a espécie *Hetaerina* sp.1 da família Calopterygidae e as espécies *Micrathyria ocellata* *Micrathyria* sp. da família Libellulidae foram mencionadas como bioindicadores de locais de áreas não preservadas, enquanto as espécies *Argia albistigma*, *Argia indocilis*, *Argia* sp.1, *Argia* sp.2, *Telebasis willinki*, da Família Coenagrionidae, as espécies *Erythrodiplax atroterminata*, *Erythrodiplax fusca*, *Orthemis ferrugínea*, *Perithemis* sp., *Tramea* sp. da família Libellulidae e as espécies *Lestes* sp., *Lestes tricolor* da família Lestidae, foram bioindicadores de locais preservados [42]. O uso de bioindicadores

para diferenciar locais preservados de locais não preservados, deve ser feito com base na identificação das espécies e não somente na identificação das famílias, à medida que as espécies são relatadas, nos locais de estudo, o trabalho se torna mais criterioso e detalhista.

As famílias Aeshinidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Libellulidae, Protoneuridae, foram associada a um estudo em um parque chamado de Parque do Basalto, localizado no município de Araraquara-SP, onde tinham três trechos: o primeiro trecho tinha o maior impacto ambiental e não apresentou nenhuma das cinco famílias citadas; já o segundo trecho tinha o menor impacto ambiental e apresentou as cinco famílias; o terceiro trecho apresentou somente as famílias Coenagrionidae, Libellulidae, Protoneuridae, este terceiro trecho foi caracterizado como um local um pouco menos impactado que o primeiro trecho [30].

Foi encontrado uma relação com o tamanho da subordem Zygoptera que possui indivíduos menores em relação a subordem Anisoptera com a disposição das espécies sobre os habitats, sendo aquela, a que apresentou maior riqueza em ambientes preservados em relação a subordem Anisoptera a qual apresentou menor riqueza nesses ambientes [41].

Outros estudos relacionam a ocorrência de subordens de Odonata a determinadas temperaturas, sendo a subordem Zygoptera a que obteve uma maior riqueza em relação à Anisoptera, em locais com baixas temperaturas e quando separado por espécie foram encontradas uma relação entre espécie e Índice de Integridade de Habitat, sendo que as espécies *Acanthagrion adustum*, *Neoneura gaida* ocorreram em riachos com baixo Índice de Integridade de Habitat [45].

Alguns estudos encontraram a relação de espécies de Odonata com a sazonalidade, no qual as espécies *Anax concolor*, *Argentagrion ambiguum* e *Telebasis willinki*, tiveram ocorrência em determinadas áreas de acordo com a época do ano, sendo que a *Anax concolor*, foi encontrada no verão [43].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Odonatas são excelentes bioindicadores de qualidade ambiental e neste estudo verificou-se algumas diferenças em relação as características físicas do ambiente, a riqueza de espécie e a diversidade da composição das famílias dessa ordem em diversas áreas do país.

O estudo auxiliou na interpretação das alterações na qualidade da água, conservação

ambiental, dentre outros tipos de biomonitoramento, havendo uma relação entre a presença de espécies de famílias dessa ordem com ambientes preservados e ambientes alterados. Além de fornecer dados sobre a utilização de indivíduos da ordem Odonata para biomonitoramento em estados brasileiros. Diante disto, pôde-se verificar que em locais menos preservados foram encontradas espécies mais tolerantes em relação aos gradientes ambientais e com grande ação antrópica (pastagem, agricultura e vegetação ripária), em contrapartida, outras espécies que são menos tolerantes foram encontradas apenas em locais com maior preservação.

O biomonitoramento é uma técnica utilizada para se estabelecer um nível adequado de qualidade ambiental dos ecossistemas, sendo o uso de macroinvertebrados muito satisfatório por estes apresentarem grande sensibilidade aos fatores que os circundam e alta biodiversidade. Porém, no uso de bioindicadores para avaliação da qualidade de ambientes aquáticos, encontra-se alguns problemas de execução. Um deles, é a metodologia utilizada para avaliação biológica, que deveria ser o uso de um método único (protocolo) a fim de fornecer comparações, ao invés de metodologias diferentes em cada estado como vem sendo percebido. Com base nisso, o biomonitoramento aquático necessita vencer muitos obstáculos para se tornar uma grande ferramenta na avaliação da qualidade ambiental, sabendo que essa técnica fornece informações importantes sobre a extensão da poluição no ambiente e na maioria das vezes se torna mais eficaz que as ferramentas tradicionais, como as avaliações físicas ou químicas, essas que são altamente variáveis, podendo facilmente esconder as verdadeiras condições do ambiente, sendo assim, torna-se necessário realizar monitoramentos físicos, químicos e biológicos para garantir o controle de qualidade hídrico.

Contudo, os bioindicadores, são organismos bem aceitos pela comunidade científica, pois apresentam baixo custo e acabam fornecendo resultados satisfatórios e confiáveis do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. **Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. Megadiversidade**, v.1. n.1., p. 14-21, 2005.

- [2] HANAUER, G.; RENNER, S. PÉRICO, E. **Inventariamento preliminar da fauna de libélulas(odonata) em quatro município do vale Taquari.** Revista Destaque Acadêmico, v. 6, n. 3, 2014.
- [3] KALKMAN, V.; CLAUSNITZER, V.; DIJKSTRA, K. D. B.; ORR A. G.; PAULSON, D.R.; TOL, J. V. **Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater.** Global diversity of nematodes (Nematoda) in freshwater p.351-363, 2008.
- [4] NEISS, U. G. **Taxonomia de Odonata (Insecta), com ênfase na caracterização morfológicae biologia de larvas, na Amazônia Central,** Brasil. 2012. 43 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2012.
- [5] RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** 3. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2012.
- [6] FERREIRA-PERUQUETTI. FONSECA-GESSNER A. A. **Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais do Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo,** Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. Revista Brasileira de Zoologia v. 20, n. 2, p. 219-224, 2003.
- [7] SOUZA, L. O. I.; et al. Odonata. In: 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>. 24 de julho de 2019.
- [8] OERTLI, B. BIGGS, J. CÉRÉGHINO, R.; GRILLAS, P. JOLY, P. LACHAVANNE, J. **Conservation and monitoring of pond biodiversity: introduction.** Aquat Conserv, v.15, p. 535–540, 2005.
- [9] MENDES T.P.; CABETTE, H. S. R.; JUEN, L. **Setting boundaries: Environmental and spatial effects on Odonata larvae distribution (Insecta).** An Acad Bras Ciênc, v. 87, p. 239-248,2014.

- [10] GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM, n. 1, 2003.
- [11] BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish.** 2 ed. Washington, D.C. 1999.
- [12] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **O uso de bioindicadores vegetais no controle da poluição atmosférica.** Disponível em:
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/informacoes-Básicas/Vegetação/8Bioindicadores>>.
Acessoem: 04/08/2019.
- [13] MACHADO, A. B. M.; MESQUITA, H. G; MACHADO, P. A. R. **Contribuição ao conhecimento dos odonatos da estação ecológica de Maracá - Roraima.** Acta Amazônica, v. 21,p. 159-173, 1991.
- [14] CALLISTO, M. et al. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 6, n. 1, p. 71-82, 2000.
- [15] FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; MARCO-JUNIOR, P. **Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 19, n. 2, p. 317-327, 2002.
- [16] PERUQUETTI, P. S. F. **Odonata (libélulas) do município de Luís Antônio, São Paulo, Brasil: Relação com o solo e riqueza faunística. 2004.** 49 f.Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- [17] SILVA, L. F. **Estrutura da comunidade de insetos aquáticos em igarapés na Amazônia Central, com diferentes graus de preservação de cobertura vegetal e apresentação de chave de identificação para gêneros de larvas da ordem Odonata.** 2006. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

- [18] FULAN, J.A.; HENRY, R. **The Odonata (Insecta) assemblage on Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil)**, after an extreme inundation episode. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.18, p. 99-127, 2006.
- [19] CORBI, J.J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Influence of taxonomic resolution of stream macroinvertebrate communities on the evaluation of different land uses**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 18, p. 469-675, 2006.
- [20] COUCEIRO, S. R. M. et al. **Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil**. *Hydrobiologia*, v. 575, p. 271-284, 2007.
- [21] ABÍLIO, F. J. P. et al. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga**. *Oecol. Bras*, v. 11, p. 397-409, 2007.
- [22] FARIA, M. L.; ALMEIDA, G. W. **Monitoramento da Fauna de Macroinvertebrados Bentônicos do Ribeirão Ipanema – Ipatinga MG: uma comunidade bioindicadora da efetividade de programas de despoluição de cursos d’água – II**. *Principium Online: Iniciação Científica no Unileste - MG*, v.1, n. 2, p.82-89, 2007.
- [23] KLEINE, Priscilla. **Macroinvertebrados em córregos da região na Mata Atlântica (Sudeste do Brasil): influência do cultivo de banana**. 2007. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- [24] OLIVEIRA, H. et al. **Sewage input effects on the macroinvertebrate community associated to *Typha domingensis* Pers in a coastal lagoon in southeastern Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67 p. 73-80. 2007.

- [25] FERNANDES, A. C. M. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos de qualidade da água: proposta para elaboração de um índice de integridade biológica**. 2007. 220 Tese (Doutorado em Ecologia) Universidade de Brasília, Brasília 2007.
- [26] TUPINAMBÁS, T. H. et al. **Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, South-eastern Brazil**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 24, n. 4, p. 887-897, 2007.
- [27] RINALDI, S. A. **Uso de macroinvertebrados bentônicos na avaliação do impacto antropogênico às nascentes do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo, SP**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- [28] SILVA, N. T. C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d’Armas, DF**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituição de Ciências Biológicas Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.
- [29] MILESI, S. V. et al. **Efeito de metais cobre (Cu) e Zinco (Zn) sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do sul do Brasil**. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 30, n. 3, p. 283-289, 2008.
- [30] CORBI, J. J. et al. **Macroinvertebrados aquáticos do córrego Pinheirinho, Parque do Basalto, Araraquara-SP: subsídios para estratégias de conservação local**. Revista Uniara, v. 12, n. 2, p. 9-20, 2009.
- [31] OLIVEIRA, D. R. et al. **Benthic macroinvertebrates as ecological indicators of water level changes in marginal lagoons at lower São Francisco Floodplain River**. In: The International Conference of Science and Information Technologies for Sustainable

Management of Aquatic Ecosystems, 2009, Concepción. 7th International Symposium on Ecohydraulics. Concepción: Universidad de Concepción, 2009, v. 1, p. 171– 181.

- [32] MORENO, P. et al. **Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a neotropical basin.** *Hydrobiologia* v. 630, n. 1, p. 231-242, 2009.
- [33] ANDRADE, C. C. **Macroinvertebrados bentônicos e fatores físicos e químicos como indicadores de qualidade de água da Bacia do Jacaré-Guaçu (SP).** 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- [34] VIANA, A. L. **Macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água em reservatórios eutróficos e oligotróficos.** 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo da Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- [35] OLIVEIRA, P. C. R. **Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos Rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de Botucatu (SP) e região.** 2009. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Botucatu/SP, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- [36] FERREIRA, Wander Ribeiro. **Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas.** 2009. 96 f. Mestrado (Ciências Biológicas) Universidade Estadual de Monte Claros, Monte Claros, 2009.
- [37] BIEGER, L. et al. Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 4, p. 1207-1215, 2010.

- [38] TANIWAKI, R. H.; SMITH, W. S. Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim – SP, Brasil. *Journal Health Science Institute*, v. 29, n. 1, p. 7-10, 2011.
- [39] BRUNO, C. G. C. **Avaliação da contaminação de córregos de Cerrado por metais pesados utilizando-se larvas de Odonata como bioindicador.** 2012. 78 f. (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
- [40] GONÇALVES, R. C. **Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental decursos d'água no cerrado.** 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2012.
- [41] JÚNIOR, C. S. M. **Efeitos da alteração ambiental causada pela urbanização na cidade de Manaus (AM) sobre comunidades de adultos de libélulas (Insecta: Odonata).** 2012. 59 f. (Mestrado em Entomologia) – Instituição Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.
- [42] CONSATTI, G. et al. **Presença de Odonata em áreas preservadas e não preservadas nas matas ciliares do Rio Taquari, RS.** *Revista de Iniciação Científica da ULBRA*. v.1, n.12, p. 57-65, 2014.
- [43] RENNER, S. et al. **Testing Dragonflies as Species Richness Indicators in a Fragmented Subtropical Atlantic Forest Environment.** *Neotrop. Entomol.* v. 45, p. 231-239, 2015.
- [44] BISCALQUINI, A. C. **Uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água da microbacia do córrego dos Palmitos, Orlandia-SP.** 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2018.

- [45] PÉREZ, R. E. P. **Libélulas (Insecta) como indicadores da qualidade do habitat de Riachosde Lavrado em Roraima, Brasil. 2018.** 43 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018.
- [46] KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A. **Conservação do Cerrado Brasileiro.** Megadiversidade, v.1, n.1, p. 150, 2005.
- [47] MISOF, B. Diversity of Anisoptera (Odonata): Inferring speciation processes from patterns of morphological diversity. *Zoology*, v. 105, n. 4, p. 355-365, 2002.

CAPÍTULO II

PROTOCOLOS DE BIOMONITORAMENTO PARA AVALIAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO SOBRE A COMUNIDADE DE ODONATAS EM RIACHOS DO ESTADO DO ACRE

RESUMO

Os custos relacionados a análise da água, o tempo de resposta dos resultados das análises e as dificuldades levaram à busca por novas estratégias e a metodologia biológica passou a ser utilizada de modo complementar às demais metodologias tradicionais da avaliação da qualidade de água. Dentre a aplicação de índices bióticos, como ferramentas para avaliar a qualidade ambiental de recursos hídricos, o biomonitoramento tem sido eficiente nos diagnósticos de rios e lagos. O objetivo deste trabalho foi testar a viabilidade de protocolos para o monitoramento do efeito do uso do solo utilizando insetos aquáticos da ordem Odonata na fase adulta como bioindicadores. O estudo foi desenvolvido na regional do Baixo Acre que está localizada na porção leste do Estado do Acre. O protocolo foi aplicado em sete igarapés, dos quais três foram especificamente na Reserva Florestal Humaitá (RFH) localizada no município de Porto Acre, Brasil, nos seguintes igarapés: Trombetão, Piancó e São Lourenço. E no município de Senador Guimard com quatro igarapés de modo que dois encontram-se na Fazenda Experimental Catuaba com seus respectivos nomes: igarapé Floresta e igarapé da Ponte, e por fim no Igarapé Judia e Igarapé Quimoa. Foram encontrados um total de 127 indivíduos, pertencentes a 5 famílias e 8 gêneros nas sete áreas amostrais. Pode-se observar que os resultados obtidos sugerem que os diversos gêneros de Odonata apresentam particularidades para a sua ocorrência, podendo ser possível a sua utilização como indicadores da qualidade ambiental. A integridade ambiental dos pontos monitorados no estudo foi determinada por um protocolo de avaliação rápida. Com base nos resultados obtidos é necessário a utilização de mais pontos de estudos, em diferentes locais e que possuem características e graus de degradação diferentes.

Palavras-Chave: monitoramento aquático, zygoptera, anisoptera.

ABSTRACT

The costs related to water analysis, the response time of the analysis results and the difficulties led to the search for new methodology and the biological methodology started to be used in a complementary way to the other traditional methodologies of water quality assessment. Among the application of biotic indices as tools to assess the environmental quality of water resources, biomonitoring has been efficient in diagnosing rivers and lakes. The objective of this work was to test the feasibility of protocols for monitoring the effect of land use using aquatic insects of the order Odonata in adulthood as bioindicators. The study was carried out in the Baixo Acre region, which is located in the eastern portion of the State of Acre. The protocol was applied in seven streams, three of which were specifically in the Humaitá Forest Reserve (RFH) located in the municipality of Porto Acre, Brazil, in the following streams: Trombetão, Piancó and São Lourenço. And in the municipality of Senador Guiomard with four streams so that two are in the Experimental Farm Catuaba with their respective names: Igarapé Floresta and Igarapé da Ponte, and finally Igarapé Judia and Igarapé Quimoa. A total of 127 individuals were found, belonging to 5 families and 8 genera in the seven sample areas. It can be observed that the results obtained suggest that the different genera of Odonata have particularities for their occurrence, and it may be possible to use them as indicators of environmental quality. The environmental integrity of the points monitored in the study was determined by a rapid assessment protocol. Based on the results obtained, it is necessary to use more study points, in different locations and that have different characteristics and degrees of degradation.

Key words: aquatic monitoring, zygoptera, anisoptera.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o biomonitoramento é considerado um instrumento útil e barato na análise da qualidade das águas (QUEIROZ et al., 2008). Os custos relacionados a análise da água, o tempo de resposta dos resultados das análises e as dificuldades levaram à busca por novas estratégias e a metodologia biológica passou a ser utilizada de modo complementar às demais metodologias tradicionais da avaliação da qualidade de água (MENDES & OLIVEIRA, 2004).

Dentre a aplicação de índices bióticos, como ferramentas para avaliar a qualidade ambiental de recursos hídricos, o biomonitoramento tem sido eficiente nos diagnósticos de rios e lagos. Na maioria das vezes, os índices aplicados no país são de origem estrangeira, tendo em vista que não são totalmente representativos dos ecossistemas regionais, sendo necessário uma adequação ao ambiente avaliado (GONÇALVES; MENEZES, 2011).

Os modelos de uso do solo têm importante influência acerca na qualidade da água (superficial e subterrânea) e os ecossistemas aquáticos dentro de uma bacia hidrográfica. Diversos problemas relacionados com a qualidade da água são causados pelo mau uso do solo (LEE et al., 2009). As alterações no uso da terra como a conversão de florestas nativas em campos agrícolas ou pastagens, afetam a diversidade do ambiente aquático, causando a diminuição das comunidades locais (ALAHUHTA et al., 2017).

A atuação de um monitoramento ambiental nos ecossistemas aquáticos é imprescindível para verificar como ocorrem diversos impactos ambientais, podendo dimensionar sua gravidade e avaliar medidas de prevenção que podem ser tomadas (CANDIANI & TOLEDO, 2020)

Com o desenvolvimento da pesquisa em relação à manutenção dos ecossistemas aquáticos, tal como em decorrência da necessidade em examinar as verdadeiras causas da contaminação dos corpos de água da biota aquática, podem ser utilizados protocolos de avaliação rápida nas quais atribuem pontuações de acordo com observações diretas das condições avaliadas. (CALLISTO et al., 2001; 2004). O monitoramento biológico tem sido apontado como um método eficiente na avaliação da qualidade de água, pois emprega comunidades relacionadas ao ambiente como um excelente indicador de áreas preservadas ou degradadas (FLEITUTCH et al., 2002).

Os insetos aquáticos destacam-se como excelentes bioindicadores devido ao fato de apresentarem uma sensibilidade no que está relacionado a alterações do ambiente, especialmente pelo seu delicado sistema sensorial que os possibilitam acusar condições ambientais em determinadas situações (OLIVEIRA et al., 2015). Suas características morfofisiológicas, sua abundância e riqueza, sua natureza sedentária, ciclo de vida longo e fácil visualização e identificação atribuem a estes organismos uma grande capacidade de bioindicação de qualidade ambiental (CALLISTO; ESTEVES, 1998).

Dentre os insetos, a ordem Odonata apresenta restrita relação com a vegetação ripária atingindo espécies comuns de áreas com vegetação ripária densa além de espécies comum em áreas abertas (OLIVEIRA; JUAN, 2019).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é testar a viabilidade de protocolos para o monitoramento do efeito do uso do solo utilizando insetos aquáticos da ordem Odonata na fase adulta como bioindicadores.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

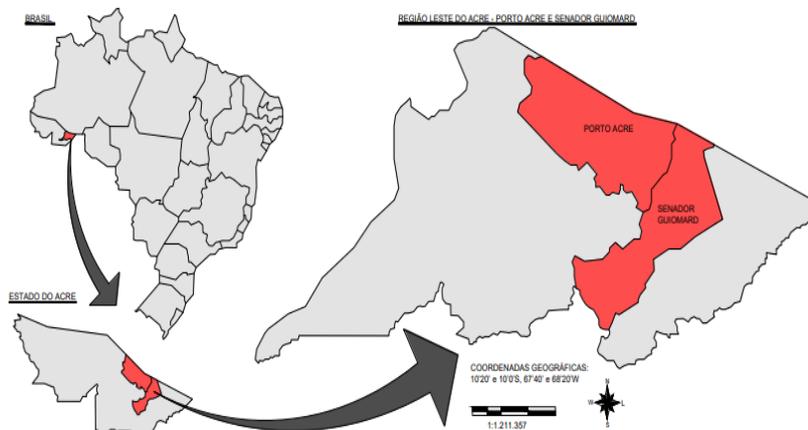
O estudo foi desenvolvido na regional do Baixo Acre que está localizada na porção leste do Estado do Acre, entre as coordenadas 10°20' e 10°0'S, 67°40' e 68°20'W, tem uma altitude média de 150 m e uma área aproximada de 2.214.595 ha, que representa 13,5% do Estado do Acre (EMBRAPA, 2011).

O clima no Acre possui uma média pluviométrica anual que varia entre 1.600 mm e 2.750 mm. O padrão climático é do tipo equatorial, quente e úmido, com dois períodos distintos: estação chuvosa, de novembro a março e estação seca, de abril a outubro, com temperatura média de 26,2°C (Inmet, 2018).

O estado do Acre possui uma extensa rede hidrográfica, com rios fluindo no sentido sudoeste – Nordeste, sendo caracterizada pelo paralelismo, mudanças de direção no curso hídrico e drenagem bem distribuída (ACRE, 2010). A rede hidrográfica do Acre é um valioso meio de transporte tanto para pessoas quanto para mercadorias, devido ao seu relevo baixo e relativamente plano, tendo em vista que a maioria dos núcleos urbanos se encontram as margens de rios.

O Acre possui duas importantes bacias hidrográficas: A bacia do Acre/Purus e a bacia do Juruá (IBGE, 2006).

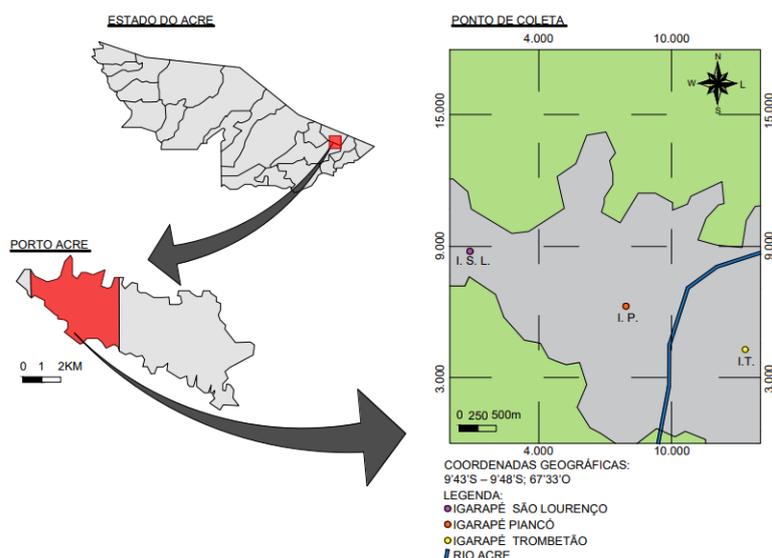
Figura 1: Localização geográfica da região leste do Estado do Acre.



Fonte: Mapa elaborado com o auxílio do software AutoCAD®

O protocolo foi aplicado em sete igarapés como consta na tabela 1, dos quais três foram especificamente na Reserva Florestal Humaitá (RFH) localizada no município de Porto Acre, Brasil, nos seguintes igarapés: Trombetão, Piancó e São Lourenço (figura 2). E no município de Senador Guiomard com quatro igarapés de modo que dois encontram-se na Fazenda Experimental Catuaba com seus respectivos nomes: igarapé Floresta e igarapé da Ponte, e por fim no Igarapé Judia e Igarapé Quimoa.

Figura 2: Representação dos pontos de coletas na RFH.



Fonte: Mapa elaborado com o auxílio do software AutoCAD®

Tabela 1: Caracterização dos pontos de coleta.

Igarapé/Ponto de coleta	Coordenadas	Município	Média de profundidade	Média da Largura
Trombetão	9°67'S – 9°72'S; 67°65'O	P.A	11,4	1,65
Piancó	9°43'S – 9°48'S; 67°33'O	P.A	43,2	2,54
São Lourenço	9°64'S – 9°69'S; 64°65 O	P.A	15,54	3,93
Floresta	10°4'36"S 67°37'0"W	S.G	27,44	3,13
Igarapé da Ponte	10°68'S – 67°62'0"W	S.G	19,48	2,92
Judia	10°9'14" S e 67°44'14"W	S.G	33,22	4,32
Quimoa	10°02'52.2 S 67°36'38.1 W	S.G	44,1	4,58

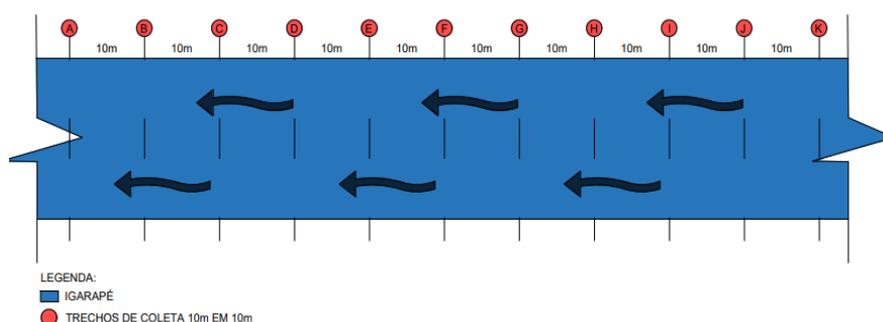
Por meio da análise de configuração da cobertura do solo, utilizando-se imagens do Google Earth, foram selecionados sete igarapés de primeira até terceira ordem.

Caracterização do habitat físico

Em cada igarapé foi estabelecido um trecho amostral de 100 metros subdividido em 10 segmentos equidistantes de 10 metros cada, separados por 11 transecções transversais nomeadas das letras “A” a “K” (sendo a transecção “A” sempre a jusante e a “K” a montante), na qual foram coletadas as informações sobre o hábitat físico de cada trecho amostral, bem como, dados bióticos. Só foram coletados dados de igarapés pequenos de até seis metros de

largura e até terceira ordem, de acordo com a classificação de STRAHLER (1957). Foi caracterizado o hábitat físico ao longo de cada ponto de coleta e em cada transecto de acordo com a metodologia de avaliação de riachos de PECK et al. (2006), para mensurar as características dos ambientes avaliados e verificar quais variáveis são melhores preditoras na estrutura das assembleias de organismos aquáticos.

Figura 3: Ilustração do transecto com as subdivisões transversais.



Fonte: Adaptado a partir da imagem do laboratório de ecologia UFPA

De acordo com o protocolo de avaliação ambiental de Peck et al. (2006) e Callisto et al. (2014) a caracterização do transecto considera características como largura e profundidade do canal, largura média molhada e profundidade, altura da incisão, também é registrado continuamente a presença de restos de madeira de diferentes classes de tamanho em ou acima do canal principal. O protocolo inclui também a quantificação e caracterização da vegetação ripária. Em detalhe, das variáveis algumas são medidas visualmente como estrutura do sub-bosque, tipo de substrato e porcentagem de abrigo no canal.

Ao todo foram mensuradas as seguintes variáveis ambientais locais, sendo: quatro variáveis físico-químicas da água tomados em três pontos equidistantes (transecções A, F e K) para a obtenção da média dos valores. Dentre os fatores mensurados, teremos: temperatura da água (°C); pH; condutividade elétrica (mS/cm) e oxigênio dissolvido (mg/L), os dados foram obtidos por meio do uso de um Medidor Multiparâmetros de Qualidade de Água – Horiba.

O protocolo que mensura a integridade ambiental de igarapés (IIH) contém 12 itens os quais são avaliados visualmente. Tais itens consideram características do igarapé como estado de conservação da mata ciliar, estrutura da margem e cobertura de dossel. O IIH varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior é a integridade ambiental do igarapé (NESSIMIAN

et al., 2008). O IHH tem se apresentado uma métrica importante na análise das comunidades de Odonata na Amazônia e Cerrado (CARVALHO et al., 2013, BRASIL et al., 2014).

Amostragem de Odonata

Foram amostrados Odonata adultos de sete riachos, distribuídos ao longo de duas regiões, sendo elas Senador Guimard e Porto Acre, entre julho e agosto de 2021, todas as coletas foram realizadas a partir dos seguintes requisitos - período de estiagem e em dias ensolarados para melhor obtenção na eficiência de amostragem do odonata – pois estas condições são ideais para a captura dos indivíduos segundo os requerimentos ecofisiológicos da ordem (RESENDE, 2002).

As coletas foram realizadas entre as 10 e 14:30 h momento em que os raios solares alcançam o riacho, essas condições mínimas são necessárias para garantir que todos os grupos de Odonata (conformadores, heliotérmicos e endotérmicos) estejam ativos no momento da coleta (MAY, 1976).

Os insetos da ordem Odonata foram amostrados apenas nos dois primeiros segmentos de cada seção, totalizando 20 segmentos de 5 m em cada riacho, durante uma hora de caminhada ao longo do trecho no riacho. Para a realização da coleta ativa foi utilizado um puçá (diâmetro: 40 cm, profundidade: 65 cm) acoplada a um cabo de alumínio de 90 cm de comprimento.

Em seguida os insetos foram acondicionados em álcool 70% para que fossem sacrificados, retirados e arrumando-se as pernas, cabeça, tronco e asas e depois imersos brevemente em acetona por 12 horas, de acordo com o protocolo de Lencioni (2006). Para a identificação taxonômica dos indivíduos coletados foram utilizadas chaves taxonômicas e guias ilustrados (GARRISON et al., 2010).

Após a identificação, os indivíduos serão depositados como material testemunho nas coleções do Museu de Zoologia da Universidade Federal do Pará e do Museu Universitário da Universidade Federal do Acre. Espécies de difícil identificação serão encaminhadas para análise por especialistas.

Análise de dados

Foram excluídas as métricas ambientais das quais as variáveis cujo valor foi zero em pelo menos 80% ou mais das amostras. Para visualizar a distribuição das métricas em relação

aos pontos de coletas, foram utilizadas as ordenações da Análise de Coordenadas Principais - PCoA (LEGENDRE & LEGENDRE 2012).

A ferramenta utilizada para testar as operações estatísticas e o gráfico foi o programa de linguagem livre R Studio (DIXON, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados biológicos

Foram encontrados um total de 127 indivíduos, pertencentes a 5 famílias e 8 gêneros nas sete áreas amostrais. Os gêneros mais abundantes foram *Hetaerina* com 41 indivíduos, seguida por *Heteragrion* com 23 indivíduos ambos da subordem zygoptera, a família que menos se destacou faz parte da subordem anisoptera com apenas nove indivíduos da família Libellulidae. Os gêneros *Argia sp*, *Mnesarete* e *Heteragrion*. Foram as espécies com mais frequência no estudo, sendo encontradas em cinco pontos dos sete locais de coletas. O ponto de coleta que mais obteve dados de insetos aquáticos em fase adulta com 44 espécimes coletadas foi o ponto sete como pode ser observado na tabela 2.

O ponto quatro foi o que mais obteve uma variedade de gêneros sendo encontrada as seguintes famílias: Libellulidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Megapodagrionidae e Protoneuridae.

Tabela 2. Lista de famílias e seus respectivos gêneros de Odonata de acordo com os pontos de coleta.

Familia	Gênero	Pontos de coletas							Total	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7		
Anisoptera										
Libellulidae	<i>Perithemis</i>			2		1		4		7
Libellulidae	<i>não identificada</i>				1			1		2
Zygoptera										
Calopterygidae	<i>Hetaerina</i>			7	1			33		41
Calopterygidae	<i>Mnesarete</i>	5	8		2		1	3		19
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i>	1		6	1					8
Coenagrionidae	<i>Argia sp</i>	3	7	1	3			3		17
Megapodagrionidae	<i>Heteragrion</i>	11	3		3	5	1			23
Protoneuridae	<i>Prodasineura</i>			3						3
Protoneuridae	<i>Neoneura</i>				2	5				7

Em relação as famílias existem alguns estudos que associam suas espécies a locais preservados e alterados (JUNIOR, 2012; MENDES et al., 2014; PERÉZ, 2018) um exemplo é a família Libellulidae no qual pode estar associada a locais que possuíram alterações, essa é uma das famílias que mais possui indivíduos distribuídos no Brasil da subordem Anisoptera (COSTA & OLDRINI, 2005), enquanto a família calopterygidae e coenagrionidae podem estar associadas a ambientes preservados.

No que se refere aos gêneros observa-se uma grande quantidade de indivíduos do gênero *Hetaerina* com um total de 41 espécimes, seguida do gênero *Heteragrion* ambos da subordem zygoptera, com base nesses dados pode-se observar que esse gênero possui uma facilidade para serem encontrados e coletados (HANAUER et al., 2014).

Em relação a amostragem dos riachos com diferenças mais acentuadas considerando os parâmetros físicos e químicos, poderia ser esperado uma tendência mais forte da diferença da composição de gêneros de Odonata em cursos de água com diferentes níveis de qualidade de água. A presença do gênero *Mnsarete* pode ser explicada pelo tipo de local que esse gênero ocupa, tal como seu hábito, visto que este tem preferência por ambientes lóticos com fundo arenoso (COSTA et al., 2004).

Pode-se observar que os resultados obtidos sugerem que os diversos gêneros de Odonata apresentam particularidades para a sua ocorrência, podendo ser possível a sua utilização como indicadores da qualidade ambiental.

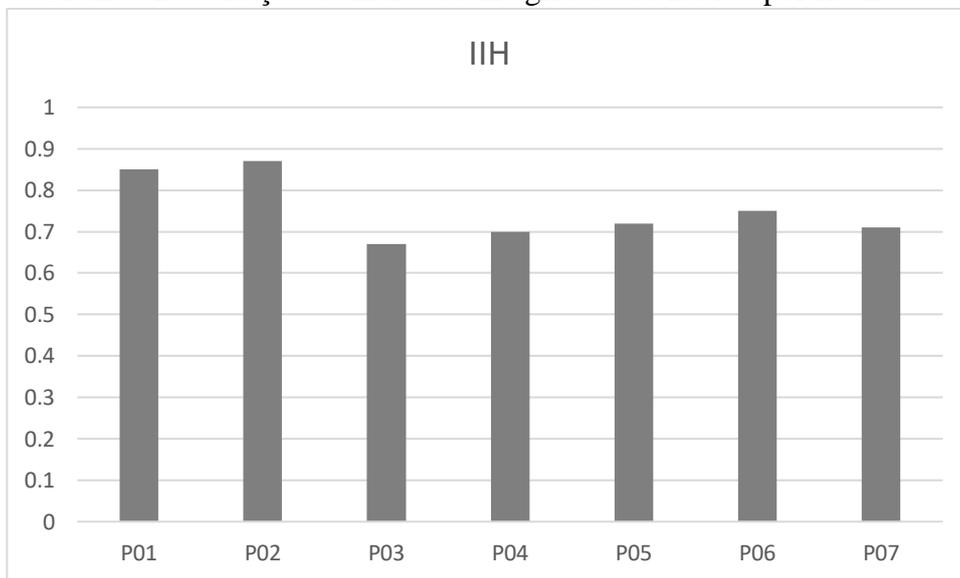
As diferenças na composição da fauna de Odonata nesses pontos de coletas pode ser baseada em fatores como as diferenças de volume da água e os impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos, que podem vir a afetar a composição dessa ordem nos locais estudados (JUN; CABETTE; DE MARCO JUNIOR, 2007).

Índice de integridade de habitat

A integridade ambiental dos pontos monitorados no estudo foi determinada por um protocolo de avaliação rápida, este protocolo possui uma tabela de pontuação que atribui valores para diversas características do local, além disso considera-se aspectos da vegetação e paisagens ripárias e a extensão e continuidade da vegetação. Os valores finais variam de 0 a 1, sendo que os próximos a 1 indicam alta integridade do habitat e valores menores que 0,85 já indicam algum tipo de alteração (NESSIMIAN et al., 2008).

O IHH comumente é utilizado considerando o rio como unidade amostral (MONTEIRO-JÚNIOR, 2014).

Gráfico 1: Variação do índice de integridade de habitat por riacho.



Os resultados do índice de integridade variaram de 0,67 a 0,87. Foram considerados íntegros os seguintes pontos: ponto um e ponto dois, devido os seus respectivos valores 0,85 e 0,87, tais valores são estabelecidos para locais com pouca perturbação (NESSIMIAN et al., 2008). A mata ciliar possui papel essencial nos ecossistemas aquáticos, pois estão relacionadas aos processos de oxido-redução e reciclagem de nutrientes. Entretanto, quando em muita quantidade, ocorre excessos de galhos e troncos dentro do leito, dificultando o fluxo de água e causando represamentos parciais (BASTOS et al., 2004).

O ponto três 0,67 e o ponto quatro 0,70 encontram-se com valores estipulados abaixo do padrão, logo foram classificados como ambientes com perturbação por apresentarem margens descaracterizadas, devido parte da vegetação ter sido retirada. Com base no resultado, o riacho torna-se suscetível a intensa exposição solar, com consequente aumento da luminosidade e temperatura (BASTOS et al., 2004).

Figura 6: Imagem A, representa o ponto de coleta 01. Imagem B, representa ponto de coleta 02.



Fonte: Arquivo pessoal.

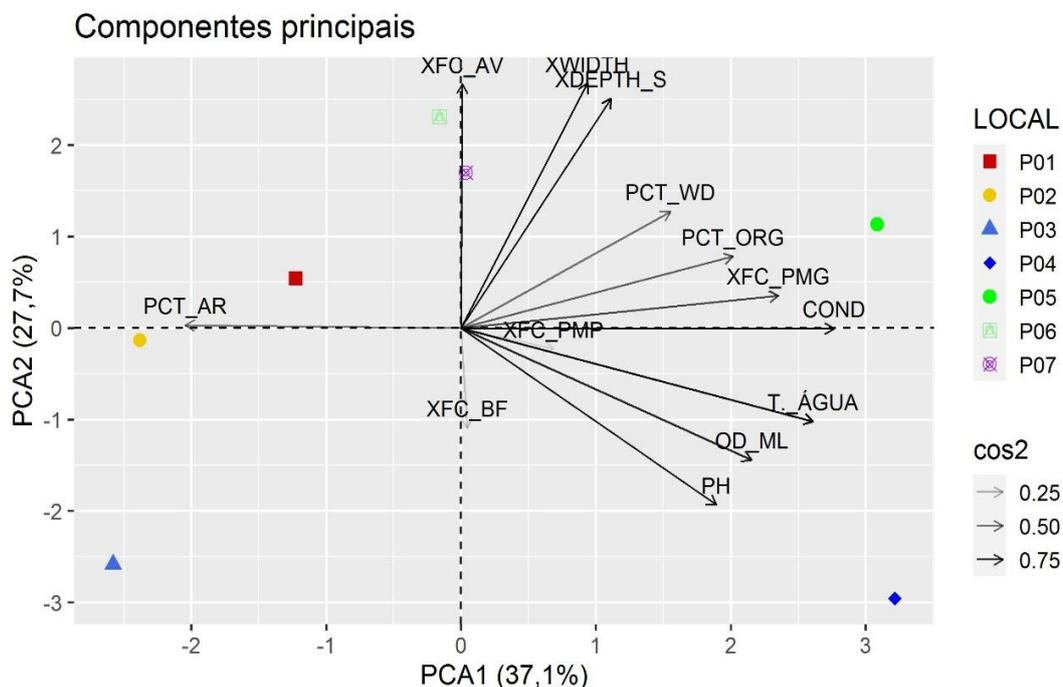
Protocolo de avaliação de integridade física

Das métricas mensuradas no estudo, foram selecionadas nove para serem analisadas. As métricas selecionadas possuem informações relacionadas a matéria orgânica, quantidade de madeira dentro do canal, areia, média de abrigo arvores vivas e banco de folhas, abrigo de madeira grande e pequena, largura molhada e profundidade. Alguns estudos descrevem tais métricas como componentes importantes na estruturação das comunidades de macroinvertebrados aquáticos (JUN et al., 2016, LUIZA-ANDRADE et al., 2017, OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2017, MONTAG et al., 2019).

Tabela 3: Valores brutos das métricas selecionadas dos pontos coletados.

LOCAL	PCT_ORG	PCT_WD	PCT_AR	XFC_AV	XFC_BF	XFC_PMG	XFC_PMP	XWIDTH	XDEPTH_S
P1	27.78	5.56	5.56	4.090	8.181	3.188	0.905	3.135	27.44
P2	62.86	4.29	31.43	1.818	11.136	2.128	1.363	2.925	19.48
P3	44.29	1.43	55.71	0.454	50	2.323	5	1.655	11.4
P4	84.29	5.71	00.00	0.909	26.818	4.090	2.727	2.542	15.54
P5	90.00	17.14	00.00	2.722	27.954	3.636	4.545	3.938	43.2
P6	92.86	14.29	28.57	5.454	31.136	2.920	3.633	4.32	33.22
P7	71.43	00.00	48.57	3.896	22.759	4.120	3.333	4.58	44.1

Gráfico 1: PCA contendo os componentes principais dos sete pontos de coletas.



De acordo com o gráfico os pontos de coletas: um, dois, três e seis, estão em situações opostas aos pontos: quatro, cinco e sete. Foram incluídas também algumas variáveis físicas e químicas: temperatura, oxigênio dissolvido, PH e condutividade. As variáveis selecionadas podem colaborar com alguns estudos que avaliaram os efeitos da ação antrópica sobre os ecossistemas aquáticos, usando a ordem Odonata como bioindicador (JUNEN et al., 2014; MONTEIRO-JÚNIOR et al., 2013, 2014, 2015).

O eixo 1 da PCA explicou 37,1% das variações, enquanto o eixo 2 explicou 27,7%. O ponto quatro correlaciona-se com as seguintes variáveis: Temperatura da água, oxigênio dissolvido e PH. Pode-se observar que o ponto três encontra-se distante de todas as variáveis.

Com base nos resultados sugere-se que a temperatura pode ser um fator que influencie na distribuição de Odonata nos riachos, pois os indivíduos que persistem em ambientes de temperatura baixa são aqueles que cujas exigências de temperatura são muito específicas, apresentando uma fraca resistência a alta variação (FULAN & HENRY, 2007).

Já em relação a quantidade de madeira também pode se considerar um fator determinante, pois os indivíduos da ordem passam parte do tempo nos poleiros, buscando pontos estratégicos para a reprodução (CORBET, 1999), tem-se como exemplo a família Calopterygidae que usam o tronco para oviposição.

CONCLUSÃO

O índice de integridade de habitat se mostrou relevante e coerente com as tendências ambientais apresentadas. Os resultados nesse estudo mostraram que a ordem Odonata é um bom indicador ambiental, tendo em vista que algumas famílias são mais sensíveis a locais preservados e alterados.

Habitat Físico: SEÇÃO TRANSVERSAL DO CANAL/ZONA RIPÁRIA - RIACHOS

Revisado por (iniciais): _____

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____ DATA: ____/____/____ TRANSECTO: A B C D E F G H I J K Canal Lateral

INFORMAÇÕES DO SUBSTRATO DA SEÇÃO TRANSVERSAL					
	Dist. marg. esq. XX.XX m	Prof. XXX cm	Código Tam. clas.	Imersão 0-100%	Obs.
ESQ					
C.ESQ					
CENT					
C.DIR					
DIR					

CÓDIGOS DE CLASSES - TAMANHO DO SUBSTRATO		Imersão (%)
RL = Rocha Lisa - (Mais larga que um carro)		0
RR = Rocha Rugosa - (Mais larga que um carro)		0
CO = Concreto/Asfalto		
ML = Matacão Largo (1 até 4 m) - (Caixa d'água até um carro)		
MT = Matacão (25 cm até 1 m) - (Bola de basquete até caixa d'água)		
SX = Seixo (64 até 250 mm) - (Bola de tênis até bola de basquete)		
CG = Cascalho Grosso (16 até 64 mm) - (Jabuticaba até bola de tênis)		
CF = Cascalho Fino (2 até 16 mm) - (Joaninha até jabuticaba)		
AR = Areia (0,06 até 2 mm) - (Arenosa até tamanho de joaninha)		100
ST = Silte/Argila/Lama - (Não arenosa)		100
AC = Argila Consolidada (Hardpan) - (Substrato fino consolidado, firme)		
BF = Banco de Folhas (e galhos pequenos)		
MO = Matéria Orgânica Particulada		
MA = Macrofitas		
AL = Algas		
RZ = Raízes Finas da Mata Ciliar		
MD = Madeira (qualquer tamanho)		
OT = Outro (escreva comentário)		

MEDIDAS DA MARGEM			
	Ângulo da margem 0 - 360	Margem escavada Dist. (m)	Obs.
Esquerda			
Direita			
Largura molhada	XXX.X m		
Largura das barras de canal	XX.X m		
Largura do leito sazonal	XXX.X m		
Altura do leito sazonal	XX.X m		
Altura da incisão	XX.X m		

ABRIGO PARA PEIXES/ OUTROS	0 = Ausente (0%) 1 = Esparsos (<10%) 2 = Médio (10-40%) 3 = Denso (40-75%) 4 = Muito denso (>75%) <small>(circule uma opção)</small>				
	Cobertura no canal				
Algas Filamentosas	0	1	2	3	4
Plantas Aquáticas	0	1	2	3	4
Pedaços de Madeira >0.3 m (GRANDE)	0	1	2	3	4
Pedaços de Madeira/Arbustos <0.3 m (PEQ.)	0	1	2	3	4
Árvores vivas ou raízes	0	1	2	3	4
Banco de Folhas	0	1	2	3	4
Vegetação pendurada <=1 m da Superfície	0	1	2	3	4
Margem Escavada	0	1	2	3	4
Matacão	0	1	2	3	4
Estruturas Artificiais	0	1	2	3	4

MEDIDAS DA COBERTURA DO DOSSEL					
DENSÍMETRO (0-17Max)					
Obs.			Obs.		
Centro a montante			Centro a direita		
Centro a esquerda			Esquerda		
Centro a jusante			Direita		

Obs.		Comentário	

ESTIMATIVAS VISUAIS DA ZONA RIPÁRIA				
0 = Ausente (0%) 1 = Esparsos (<10%) 2 = Médio (10-40%) 3 = Denso (40-75%) 4 = Muito Denso (>75%)				
COBERTURA VEG. DA ZONA RIPÁRIA	Margem Esquerda	Margem Direita	Obs.	
Dossel (>5 m altura)				
Árvores GRANDES (DAP >0.3 m)	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Árvores PEQUENAS (DAP <0.3 m)	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Sub-bosque (0.5 até 5 m altura)				
Arbustos lenhosos & mudas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Vegetação Rasteira (<0.5 m altura)				
Arbustos lenhosos & mudas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Ervas sem tronco lenhoso & gramíneas	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
Solo sem cobertura vegetal ou serrapilheira	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4		
INFLUÊNCIA HUMANA				
0 = Ausente P = >10 m C = < 10 m B = Na margem				
Muro/dique/Canalização gabião/barramento	0 P C B	0 P C B		
Construções	0 P C B	0 P C B		
Estrada calçada ou cascalhada	0 P C B	0 P C B		
Rodovia/Ferrovia	0 P C B	0 P C B		
Canais (Captação/descarga)	0 P C B	0 P C B		
Entulho/Lixo	0 P C B	0 P C B		
Parque/Gramado	0 P C B	0 P C B		
Plantações de Grãos	0 P C B	0 P C B		
Pastagem/ campo de feno	0 P C B	0 P C B		
Silvicultura/ desmatamento	0 P C B	0 P C B		
Mineração	0 P C B	0 P C B		

Habitat Físico: PERFIL LONGITUDINAL & PEDAÇOS DE MADEIRA DO RIACHO

Revisado por (iniciais): _____

IDENTIFICAÇÃO DO PONTO (ID): _____		DATA: ____/____/____		SEÇÃO: <input type="checkbox"/> A-B <input type="checkbox"/> B-C <input type="checkbox"/> C-D <input type="checkbox"/> D-E <input type="checkbox"/> E-F <input type="checkbox"/> F-G <input type="checkbox"/> G-H <input type="checkbox"/> H-I <input type="checkbox"/> I-J <input type="checkbox"/> J-K									
PERFIL LONGITUDINAL				SOMENTE p/ os transectos A e B: Incremento (m) X.X: _____ Comprimento total do trecho (m): _____									
TRAN-SECTO	PROFUNDIDADE DO TALVEGUE (cm) (XXX)	LARGURA MOLHADA (m) (XXX.X)	LARGURA DAS BARRAS DE CANAL 1		SEDIMENTOS PEQUENOS < CASCALHO	CÓDIGO DA UNIDADE DO CANAL	CÓDIGO DA FORMADA PISCINA	CANAL LATERAL	REMANSO	OBS.	COMENTÁRIOS	CÓD. DA PISCINA N = Não é piscina M = Pedraços grandes de madeira Rz = Raiz Ml = Matão ou rocha D = Descontinuidade COMBINAÇÕES Ex.: MzRz, MlMl	
			Presente	XX.X									S
0			S	N	S	N		S	N	S	N		
1			S	N	S	N		S	N	S	N		
2			S	N	S	N		S	N	S	N		
3			S	N	S	N		S	N	S	N		
4			S	N	S	N		S	N	S	N		
*5			S	N	S	N		S	N	S	N		
6			S	N	S	N		S	N	S	N		
*7			S	N	S	N		S	N	S	N		
8			S	N	S	N		S	N	S	N		
9			S	N	S	N		S	N	S	N		
10			S	N	S	N		S	N	S	N		
11			S	N	S	N		S	N	S	N		
12			S	N	S	N		S	N	S	N		
13			S	N	S	N		S	N	S	N		
14			S	N	S	N		S	N	S	N		

SUBSTRATO	Transecto (5 ou 7)	ESQ	C.ESQ	CENT	C.DIR	DIR	OBS.	PEDAÇOS GRANDES DE MADEIRA (diâm. extremidade menor > 10 cm ; comp. > 1.5 m)			CHECAR SE OS QUADRADOS NÃO PREENCHIDOS CORRESPONDEM A ZERO			OBS.	
								DIÂMETRO DA EXTREMIDADE MAIOR	PEÇAS OU PEDAÇOS DENTRO DO LEITO SAZONAL			PEÇAS DEPENDURADAS ACIMA DO LEITO SAZONAL			
OBS.	COMENTÁRIOS (para SUBSTRATO e PGM)							Comp. 1.5-5m	5-15m	>15m	Comp. 1.5-5m	5-15m	>15m		
								0.1-<0.3 m							
								0.3-0.6 m							

CÓDIGOS DAS CLASSES DO TAMANHO DO SUBSTRATO		
RL = Rocha Lisa	AR = Areia	MD = Madeira (qualquer tamanho)
RR = Rocha Rugosa	ST = Silte/Argila/Lama	OT = Outro

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE): Fase II. Escala 1:250.000**. Rio Branco: Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), 2006.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Acre, 2000**.

ALAHUHTA J., KOSTEN S., AKASAKA M., AUDERSET D., AZZELLA M.M, BOLPAGNI R., DE WINTON M. (2017). **Global variation in the beta diversity of lake macrophytes is driven by environmental heterogeneity rather than latitude**. *Journal of Biogeography* 44(8): 1758-1769.

BAPTISTA, D. F., BUSS, D. F., & EGLER, M. (2003). **Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos**. *É Veneno ou é Remédio*, 157-175.

BARBOUR, M.T. et al. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2a ed. EPA 841-B-99-002. U. S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. 1999.

BASTOS R., BRASIL L., MAX J., OLIVEIRA J., JOSÉ M, OLIVEIRA J., FERNANDO, LENNOX, GARETH, BARLOW, JOS, JUAN L. (2021). **Morphological and phylogenetic factors structure the distribution of damselfly and dragonfly species (Odonata) along an environmental gradient in Amazonian streams**. *Ecological Indicators*. 1470-160. 10.1016/j.ecolind.2020.107257.

BASTOS, P. L.; ABILHOA, V. **A utilização do índice de integridade biótica para avaliação da qualidade de água: um estudo de caso para os riachos urbanos da bacia hidrográfica do Rio Belém, Curitiba, Paraná**. *Revista Estudos de Biologia, Curitiba*, v.26, n.55, p.33-44, 2004.

BIEGER et al., (2010). **Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question**. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (4 suppl.), 1207-1215.

BISCALQUINI, A. C. **Uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água da microbacia do córrego dos Palmitos, Orlândia-SP**. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2018.

BRASIL L.S, BATISTA J.D, GIEHL N.F.D.S, VALADÃO M.B.X, SANTOS J.O.D, DIAS-SILVA K. (2014). **Environmental integrity and damselfly species composition in Amazonian streams at the " arc of deforestation" region, Mato Grosso, Brazil**. *Acta Limnologica Brasiliensia* 26(3): 278-287.

BUSS D.F, BAPTIST D.F, NESSIMIAN J.L 2003. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade de água de rios**. *Cadernos de saúde pública*.

BUSS, D. F.; BORGES, E. L. **Application of Rapid Bioassessment Protocols (RBP) for benthic macroinvertebrates in Brazil: comparison between sampling techniques and mesh sizes.** Neotropical entomology, v. 37, n. 3, p. 288–95, 2008.

CALLISTO M, FERREIRA W, MORENO P, GOULART MDC, PETRUCIO M (2002). **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ).** Acta Limnologica Brasiliensis 14: 91-98.

CALLISTO, M. et al. **Macro invertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. **Categorização funcional dos macroinvertebrados Bentônicos em Quatro Ecossistemas Lóticos Sob Influência das Atividades de Uma Mineração de Bauxita na Amazônia Central (Brasil).** In: NESSIMIAN, J. L.;

CANDIANI, G.; DE TOLEDO, S. A. **Revisão da qualidade do estudo de impacto ambiental centro logístico campo grande: um estudo de caso.** Caminhos de Geografia, v. 21, n. 76, p. 147-160, 2020.

CARVALHO F.G.D, PINTO N.S, OLIVEIRA-JUNIOR J.M.B.D, JUAN L. (2013). **Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities.** Acta Limnologica Brasiliensis 25(1): 10-18.

CONSATTI, G. et al. **Presença de Odonata em áreas preservadas e não preservadas nas matas ciliares do Rio Taquari, RS.** Revista de Iniciação Científica da ULBRA. v.1, n.12, p. 57-65, 2014.

CORBET, S. **Dragonflies. Behavior and Ecology of odonata.** New York: Harley Books, 1999, 864p.

COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. **Diversidade e Distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado do Espírito Santo, Brasil.** Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro, n. 107, p. 1–15, mai. 2005.

COSTA, J. M.; SANTOS, T. C.; OLDRINI, B. B. **Odonata Fabricius, 1792.** p.245-256. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R., CARVALHO, C. J. B., CASARI, A. S., CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2012. 810 p.

COSTA, P. F.; SCHULZ, U.H. **The fish community as an indicator of biotic integrity of the streams in the Sinos River Basin, Brazil.** Brazilian Journal of Biology. v. 70, n.4, p. 1195-1205, 2010.

DE MARCO P, RESENDE D.C (2002). **Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage.** Odonatologica 31(2): 129-138.

DIXON, PHILIP. (2003). **VEGAN, a package of R functions for community ecology.** *Journal of Vegetation Science*. 14. 927-930. 10.1658/1100-9233(2003)014[0927:VAPORF]2.0.CO;2.

DOUVERE, F.; EHLER, C. N. **The importance of monitoring and evaluation in adaptive maritime spatial planning.** *Journal of Coastal Conservation*, v. 15, n. 2, p. 305–311, 2010.

ESTEVES, F. A., 1988. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Editora Interciência/Financiadora de Estudos e Projetos.

FLEITUCH, T.; SOSZKA, H.; KUDELSKA, D.; KOWNACKI, A. (2002).

Macroinvertebrates as indicators of water quality in rivers: a scientific basis for Polish standart method. *Arc. Hydrobiol. Suppl* 141(3): 225-239.

FULAN, J.A.; HENRY, R. **The Odonata (Insecta) assemblage on Eichhornia azurea (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode.** *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.18, p. 99-127, 2006.

GARCIA JUNIOR, M. D. N., RAKES, M., PAZINI, J. B., PASINI, R. A., GARCIA, F. R. M., & GRUTZMACHER, A. D. (2019). **The diversity of Odonata adults at Pampa Biome from Brazil.** *Revista Biologia Tropical*, 67(1) 107-117.

GARRISON R.W (1990). **A synopsis of the genus Hetaerina with descriptions of four new species (Odonata: Calopterygidae).** *Transactions of the American Entomological Society* 175-259.

GARRISON R.W (2010). **Damselfly genera of the new worldan illustrated and annotated key to the zygoptera** (No. 595.733097 G3).

GARRISON R.W, VON ELLENRIEDER N, LOUOUN J.A (2006). **Dragonfly genera of the New World: an illustrated and annotated key to the Anisoptera.** JHU Press.

GODE, L., PERUQUETTI, P. F. (2015). **Libélulas (Odonata) da Reserva Biológica de Pedra Talhada.** In: Studer, A., L. Nusbaumer, R. Spichiger (Eds.). *Biodiversidade da Reserva Biológica de Pedra Talhada (Alagoas, Pernambuco - Brasil).* Boissiera (68),199-203. Biodiv_PT_BR_6.6.1.pdf (anitastuder.org).

GONCALVES, F.B; MENEZES, M.S. **Uma análise comparativa de índices bióticos que utilizam macroinvertebrados para avaliar a qualidade da água em um rio costeiro do estado do Paraná, sul do Brasil.** *Biota Neotrop.* Campinas, v. 11, n. 4, p. 27-36, dez. 2011

GONÇALVES, R. C. **Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental de cursos d'água no cerrado.** 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2012.

GOULART, M.; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** *Revista da FAPAM*, n. 1, 2003.

- GROOT, R. DE; BRANDER, L.; PLOEG, S. VAN DER; et al. **Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units**. *Ecosystem Services*, v. 1, n. 1, p. 50–61, 2012. Elsevier.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, L. J.; QUERINO, B. R. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia em Manaus**: Editora do INPA, 2014. 724 p.
- HANAUER, G.; RENNER, S. PÉRICO, E. **Inventariamento preliminar da fauna de libélulas (Odonata) em quatro município do vale Taquari**. *Revista Destaque Acadêmico*, v. 6, n. 3, 2014.
- HERING, D.; BORJA, A.; CARSTENSEN, J.; et al. **The European Water Framework Directive at the age of 10: a critical review of the achievements with recommendations for the future**. *The Science of the total environment*, v.408, n.19.
- JUEN L, CUNHA E.J, CARVALHO F.G, FERREIRA M.C, BEGOT T.O, ANDRADE A.L, SHIMANO Y, LEÃO H, POMPEU P.S, MONTAG L.F.A (2016). **Effects of oil palm plantations on the habitat structure and biota of streams in Eastern Amazon**. *River Research and Applications* 32(10): 2081-2094.
- JUEN, L.; CABETTE, H.S.R.; DE MARCO, P.Jr. 2007. **Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands**. *Hydrobiologia*, 579: 125-134.
- JÚNIOR, C. S. M. **Efeitos da alteração ambiental causada pela urbanização na cidade de Manaus (AM) sobre comunidades de adultos de libélulas (Insecta: Odonata)**. 2012. 59 f. (Mestrado em Entomologia) – Instituição Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.
- KAUFMANN, P.R., LEVINE, P., ROBISON, E.G., SEELIGE, C., PECK, D. V, 1999. **Quantifying Physical Habitat in Wadeable Streams**. EPA/620/R-99/003. U.S. Environ. Prot. Agency, Washington, D.C. <https://doi.org/EPA/620/R-99/003>
- LEGENDRE P, LEGENDRE L.F. (2012). **Numerical ecology**. v. 24. Elsevier.
- LENAT, D.R; BARBOUR, M.T. **Using benthic macroinvertebrate Community structure for rapid, cost-effective, water quality monitoring: rapid bioassessment**. In: LOEB, S.L; SPACIE, A. (org). *Biological monitoring aquatic system*. Boca Raton: Lewis publishers, 1994. P. 187-215.
- LENCIONI, F.A.A. 2006. **The damselflies of Brazil: an illustrated guide Coenagrionidae**. All Print Editora, São Paulo,SP, 743p.
- LUIZA-ANDRADE A, BRASIL L.S, BENONE N.L, SHIMANO Y, FARIAS A.P.J, MONTAG L.F, DOLÉDEC S, JUEN L (2017). **Influence of oil palm monoculture on the taxonomic and functional composition of aquatic insect communities in eastern Brazilian Amazonia**. *Ecological Indicators* 82: 478-483.
- MARTINI, A. G.; RESENDE, D. M. C.; SILVA, L. F. R.; DUARTE, M. A. **Distribuição espacial e temporal da fauna de invertebrados bentônicos na APA do município de Coqueiral, MG, com ênfase em Odonata**. *Revista Brasileira de Zoociências*, v.15, n. 1, 2, 3, p. 183-194, 2013.

- MAY, M.L. 1976. **Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera)**. *Ecological Monographs*, 46: 1-32.
- MENDES T.P.; CABETTE, H. S. R.; JUEN, L. **Setting boundaries: Environmental and spatial effects on Odonata larvae distribution (Insecta)**. *An Acad Bras Ciênc*, v. 87, p. 239-248, 2014.
- MONTAG L.F, WINEMILLER K.O, et al. (2019). **Land cover, riparian zones and instream habitat influence stream fish assemblages in the eastern Amazon**. *Ecology of Freshwater Fish*, 28(2): 317-329.
- MONTEIRO-JÚNIOR CDS, 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.
- MONTEIRO-JUNIOR, D., JUEN, L., HAMADA, N. **Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon Basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality**. *Ecological Indicators*. (S.I), v. 48, p. 303-311. 2014.
- NESSIMIAN, L. et al. **Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams**. *Hidrobiologia*, (S.I), v. 614, p. 117-131. 2008.
- NEUMANN, M., BAUMEISTER, J., LIESS, M., & SCHULZ, R. (2002). **An expert system to estimate the pesticide contamination of small streams using benthic macroinvertebrates as bioindicators: II. The knowledge base of LIMPACT**. *Ecological Indicators*, 2(3), 239-249.
- OLIVEIRA-JUNIOR JMB, JUEN L (2019). **The Zygoptera/Anisoptera Ratio (Insecta: Odonata): a New Tool for Habitat Alterations Assessment in Amazonian Streams**. *Neotropical entomology*, 1(9).
- OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. et al. **Neotropical dragonflies (insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the east Amazon**. *Austral Ecology*, (S.I), v. 40, p. 733-744, 2015.
- OLIVEIRA-JÚNIOR, JÚNIOR P.D.M et al. (2017). **Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams**. *Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters* 66: 31-39.
- PECK, D. V et al. 2006. **Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters Western Pilot Study: Field Operations Manual for Wadeable Streams**. Page 275.
- PEREIRA, M. C. S. A. (2012). **Diversidade de libélulas (Insecta: Odonata) em área de vegetação natural no município de Barroso, Minas Gerais**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Lavras – MG. <https://saojoaodelreitransparente.com.br/files/docs/MONOGRAFIA.pdf>.
- PÉREZ, R. E. P. **Libélulas (Insecta) como indicadores da qualidade do habitat de Riachos de Lavrado em Roraima, Brasil. 2018**. 43 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018.
- PIMENTA, S. M., BOAVENTURA, G. R., PEÑA, A. P., & RIBEIRO, T. G. (2016). **Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana**. *Revista Ambiente & Água*, 11(1) 198-210.

QUEIROZ, J. F. de; SILVA, M. S. G. M. e; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas.** Embrapa, meio ambiente. Jaguariuna, SP. 1 edição, 2008.

RENNER, S. et al. **Testing Dragonflies as Species Richness Indicators in a Fragmented Subtropical Atlantic Forest Environment.** Neotrop. Entomol. v. 45, p. 231-239, 2015.

SANTOS, W. L. **O processo de urbanização e impactos ambientais em bacias hidrográficas: o caso do Igarapé Judia-Acre-Brasil.** 165f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

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

SILVEIRA, M. P. (2004). **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 68p.

SMITH, K. G.; BARRIOS, V.; DARWALL, W. R. T.; NUMA, C. (Ed). **The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Eastern Mediterranean.** Cambridge, UK, Malaga, Spain and Gland, Switzerland: IUCN. 2014. xiv+132p.

SOUZA, L.O.I.; COSTA J. M. & OLDRINI, B. B. 2007. **Odonata.** In: **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.

STRAHLER, H.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** American Geophysical Union Transactions, v. 33, pp. 913-920. 1957.

TANIWAKI, R. H.; SMITH, W. S. **Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim – SP, Brasil.** Journal Health Science Institute, v. 29, n. 1, p. 7-10, 2011.

TOGORO, E.S. 2006. **Qualidade da água e integridade biótica: estudo de caso num trecho fluminense do Rio Paraíba do Sul.** Tese Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 184p.

VARGAS, J.R.A, FERREIRA JUNIOR, P.D. 2012. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do Rio Guandu,** Afonso Cláudio, ES. *Rev. Bras. Recur. Hídric.* 17(1): 161-168.

VICTORINO, C. J. A. (2007). **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos.** EDIPUCRS.

WASHINGTON, H. G., 1984. **Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems.** *Water Research*, 18:653-694.