

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

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

Nataly Gabrielly Mercado Costa¹, Carolinne Maia Melo^{2*}, Athos Hendrik da Silva Melo³, Romáina Idayara Silva de Araújo⁴ Lisandro Juno Soares Vieira⁵

¹Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia Ocidental (CITA), Universidade Federal do Acre (UFAC); ²Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia Ocidental (CITA), Universidade Federal do Acre (UFAC);

³Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia Ocidental (CITA), Universidade Federal do Acre (UFAC); ⁴Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia Ocidental (CITA), Universidade Federal do Acre (UFAC);

⁵Biólogo, Mestre e Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela UFSCar.

*Autor correspondente; e-mail: carolinnem@gmail.com

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 Odonatas. 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,” “bioindicadores.” 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's 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.

1. 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 odonatas, 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 Odonatas 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 a base 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 de 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 exótica.

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 avaliação de modificações na riqueza de espécies e índices de diversidade; abundância de 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 diagnóstico 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 a avaliação acumulativa de eventos ocorridos num determinado período

de tempo, resgatando um histórico ambiental não passível de detecção 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.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura de trabalhos científicos que estudaram o biomonitoramento com insetos da ordem odonatas 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.

3. 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.

Família	Título do artigo	Tipo de Biomonitoramento	Local	Bioma	Estado	ano	Referências
Libellulidae	Contribuição ao conhecimento das Odonatas da estação ecológica de Maracá-Roraima.	Conservação da área.	Estação Ecológica de Maracá.	Floresta Amazônica	RR	1991	[13]
Libellulidae	Macroinvertebrados Bentônicos como ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos.	Conservação da área.	Quatro Parques municipais de Belo Horizonte.	Cerrado	MG	2000	[14]
Aeshnidae Calopterygidae Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae Megapodagrionidae Protoneuridae	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	2002	[15]
Aeshnidae Calopterygidae Coenagrionidae Corduliidae Dicteriadidae Gomphidae Libellulidae	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	2003	[6]

Aeshnidae Calopterygidae Corduliidae Dicteriadidae Gomphidae Lestidae Libellulidae Protoneuridae	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	2004	[16]
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	2006	[17]
Aeshnidae Coenagrionidae Libellulidae	The Odonata (Insecta) assemblage on <i>Eichhornia azurea</i> (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	2006	[18]
Libellulidae	Influence of taxonomic resolution of stream macroinvertebrate communities on the	Qualidade da água.	Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.	Cerrado	SP	2006	[19]

	evaluation of different land uses.						
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	2007	[20]
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	2007	[21]
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	2007	[22]
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	2007	[23]

Coenagrionidae Libellulidae	Sewage input effects on the macroinvertebrate community associated to <i>Typha domingensis</i> Pers in a coastal lagoon in southeastern Brazil.	Efeito do esgoto.	Lagoa Imboassica.	Mata Atlântica	RJ	2007	[24]
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	2007	[25]
Coenagrionidae Gomphidae Libellulidae	Benthic macroinvertebrate assemblages structure in two headwater streams, South-eastern Brazil.	Qualidade da água.	Bacia do Rio São Francisco.	Cerrado	MG	2007	[26]
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	2007	[27]
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	2007	[28]

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	2008	[29]
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	2009	[30]
Gomphidae Libellulidae	Benthic macroinvertebrates as ecological indicators of water level changes in marginal lagoons at lower São Francisco floodplain river.	Conservação ambiental.	Rio São Francisco.	Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga	AL; SE	2009	[31]
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	2009	[32]
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	2009	[33]

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	2009	[34]
Calopterygidae Coenagrionidae Corduliidae Gomphidae Libellulidae	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	2009	[35]
Aeshinidae Calopterygidae Coenagrionidae Corduliidae Gomphidae Hydrometridae Libellulidae Megapodagrionidae Naucoridae	Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas.	Qualidade da água.	Bacia Rio das vellhas.	Mata Atlântica e Cerrado	MG	2009	[36]
Aeshinidae Calopterygidae Coenagrionidae Corduliidae Gomphidae	Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question.	Qualidade da água.	Bacia do Rio dos Sinos.	Mata Atlântica e Pampa	RS	2010	[37]
Aeshinidae Gomphidae Libellulidae Protoneuridae	Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na	Conservação ambiental e Qualidade da água.	Bacia hidrográfica do Rio Sorocaba.	Mata Atlântica	SP	2011	[38]

	bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim – SP, Brasil.						
Aeshinidae Calopterygidae Coenagrionidae Corduliidae Gomphidae	Avaliação da contaminação de córregos de Cerrado por metais pesados utilizando-se larvas de Odonata como bioindicador.	Metais pesados.	Triângulo Mineiro.	Cerrado	MG	2012	[39]
Aeshinidae Calopterygidae Coenagrionidae Corduliidae Gomphidae Libellulidae	Larvas de Odonata como bioindicadores de qualidade ambiental de cursos d'água no Cerrado.	Qualidade da água.	Triângulo Mineiro.	Cerrado	MG	2012	[40]
Aeshinidae Calopterygidae Coenagrionidae Dicteriadidae Gomphidae Libellulidae Megapodagrionidae Perilestidae Polythoridae Protoneuridae Pseudostigmatidae	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	2012	[41]
Calopterygidae Coenagrionidae Lestidae Libellulidae Protoneuridae	Presença de Odonata em áreas preservadas nas matas ciliares do Rio Taquari, RS.	Conservação ambiental.	Rio Taquari.	Mata Atlântica	RS	2014	[42]

Aeshinidae Calopterygidae Coenagrionidae Dicteriadidae Gomphidae Libellulidae Megapodagrionidae Polythoridae Protoneuridae	Setting boundaries: Environmental and spatial effects on Odonata larvae distribution (Insecta).	Conservação ambiental.	Bacia do Rio Suiá-Missu.	Cerrado	MT	2014	[9]
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	2015	[43]
Aeshinidae Corduliidae Gomphidae	Uso de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água da microbacia do córrego dos Palmitos, Orlandia-SP.	Qualidade da água.	Microbacia do córrego dos Palmitos.	Cerrado	SP	2018	[44]
Calopterygidae Coenagrionidae Libellulidae Protoneuridae	Libélulas (Insecta) como indicadores da qualidade do habitat de riachos de lavrado em Roraima, Brasil.	Qualidade da água.	Riachos de Lavrado.	Floresta Amazônica	PR	2018	[45]

Tabela 1. Utilização de indivíduos da ordem Odonata para biomonitoramento em Estados brasileiros.

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.

A tabela a seguir, ilustra a quantidade de vezes que uma família de Odonatas foi citada nos 35 trabalhos científicos diferentes:

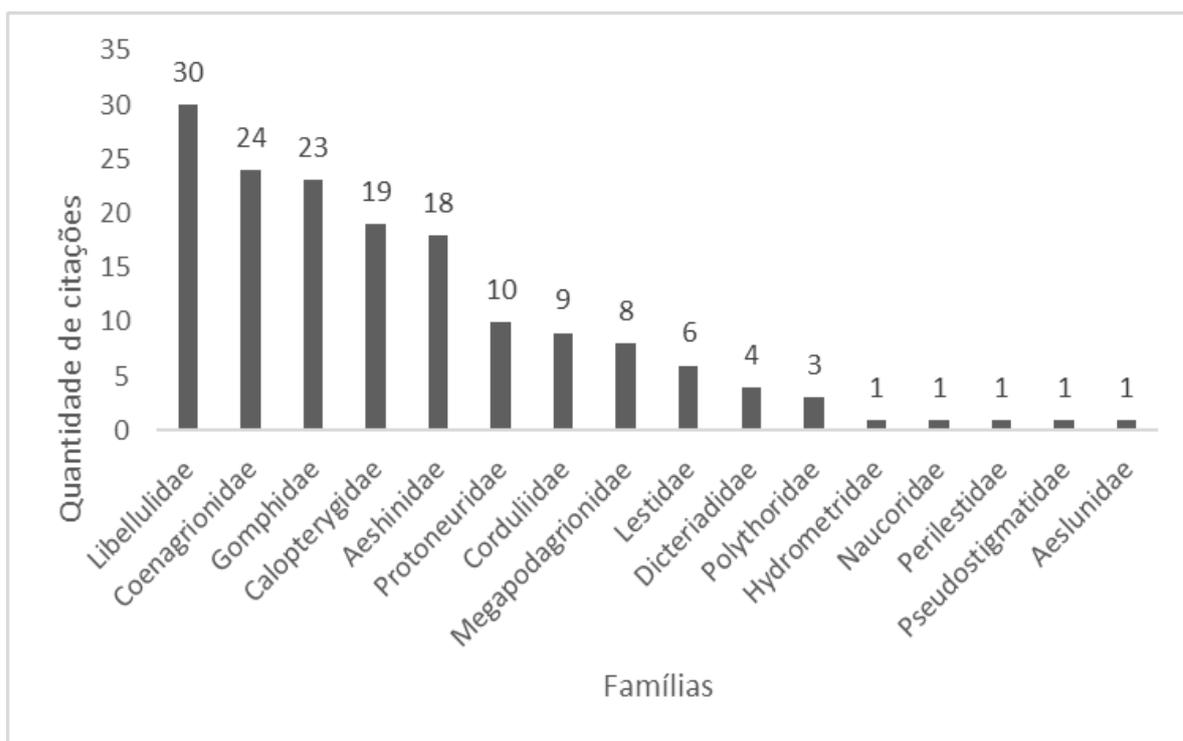


Tabela 2. Distribuição das famílias de Odonata por trabalhos científicos.

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. Já 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 a 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 mais registrada 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 3 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

- [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 morfológica e 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>>. Acesso em: 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 Amazônia, 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 f. 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 de cursos 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, Orlândia-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 Riachos de 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.