

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS**

**DIVERSIDADE DE ODONATA E SUA RELAÇÃO COM
DIFERENTES NÍVEIS DE PERTURBAÇÃO EM AMBIENTES
AQUÁTICOS EM UMA ÁREA DE CERRADO DO
TRIÂNGULO MINEIRO**

LUCAS RODRIGUES BORGES

2018

Lucas Rodrigues Borges

**DIVERSIDADE DE ODONATA E SUA RELAÇÃO COM DIFERENTES NÍVEIS DE
PERTURBAÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS EM UMA ÁREA DE CERRADO
DO TRIÂNGULO MINEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia como parte das exigências para a obtenção do
título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlos Santos

Uberlândia
Fevereiro – 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B732d Borges, Lucas Rodrigues, 1991
2018 Diversidade de odonata e sua relação com diferentes níveis de
perturbação em ambientes aquáticos em uma área de Cerrado do
Triângulo Mineiro / Lucas Rodrigues Borges. - 2018.
69 f. : il.

Orientador: Jean Carlos Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.705>

Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Odonata - Teses. 3. Cerrados - Ecologia -
Teses. 4. Habitat (Ecologia) - Teses. I. Santos, Jean Carlos. II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III. Título.

CDU: 574

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

Lucas Rodrigues Borges

**DIVERSIDADE DE ODONATA E SUA RELAÇÃO COM DIFERENTES NÍVEIS DE
PERTURBAÇÃO EM AMBIENTES AQUÁTICOS EM UMA ÁREA DE CERRADO
DO TRIÂNGULO MINEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia como parte das exigências para a obtenção do
título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais

Aprovada em 22 de fevereiro de 2018

Profª. Dra. Ariádine Cristine de Almeida – UFU

Prof. Dr. Rhainer Guillermo Nascimento Ferreira – UFSCar

Prof. Dr. Jean Carlos Santos (orientador) – UFU

Uberlândia
Fevereiro – 2018

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo apoio;

A graduanda em Ciências Bilógicas Marcela Silva Barbosa pela ajuda nas coletas de campo;

Ao MSc. Diogo Silva Vilela pela identificação a nível de espécie das libélulas e demais contribuições para o capítulo 1;

À UFU, DURATEX, CAPES E CNPq pelo auxílio financeiro essencial para o trabalho;

Aos Professores Dra. Ariádine Cristine de Almeida e Dr. Rhainer Guillermo Nascimento Ferreira por terem aceitado o convite para compor a banca;

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Alves Carneiro pela coorientação, principalmente pelas sugestões ao longo da produção da dissertação e as contribuições estatísticas;

Ao Prof. Dr. Jean Carlos Santos pela amizade e orientação, e pela dedicação e presença na realização deste estudo, tão essenciais para sua efetivação;

Aos meus amigos e situações que direta ou indiretamente me deram forças e motivação para continuar.

Grato!

ÍNDICE	
RESUMO GERAL	V
GENERAL ABSTRACT	VII
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	VIII
APRESENTAÇÃO	1
Ordem Odonata	1
Área de estudo: Fazenda Nova Monte Carmelo	3
Referências	4
CAPÍTULO 1 – Libélulas (Insecta: Odonata) de uma área de cerrado do Triângulo Mineiro (Minas Gerais).	8
Resumo	8
Abstract	9
1. Introdução	10
2. Material e métodos	11
2.1 Área de coleta	11
2.2 Coleta de dados	13
2.3 Análises estatísticas	13
3. Resultados	14
4. Discussão	20
5. Referências	23
CAPÍTULO 2 – Relação entre a diversidade de Odonata e a Integridade de habitats aquáticos em uma área de Cerrado em Minas Gerais.	28
Resumo	28
Abstract	29
1. Introdução	30
2. Material e métodos	32
2.1 Área de estudo	32
2.2 Coleta de dados	35
2.2.1 Coleta e preservação das libélulas	35
2.2.2 Parâmetros físico-químicos	36
2.2.3 Índice de Integridade do Habitat (IIH)	36
2.3 Análises estatísticas	39
3. Resultados	39
3.1 Coleta das libélulas	39
3.2 Índice de Integridade do Habitat (IIH)	42
3.3 Parâmetros físico-químicos	47
4. Discussão	48
5. Referências	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59

RESUMO GERAL

BORGES, L.R.; SANTOS, J.C. 2018. Diversidade de Odonata e sua relação com diferentes níveis de perturbação em ambientes aquáticos em uma área de Cerrado do Triângulo Mineiro. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais (PPGECRN). Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia – MG. 60p. Palavras chave: Odonata, Integridade, Cerrado, habitat aquático, Eucalipto.

As libélulas e donzelinhas (Insecta: Odonata) são compostas em sua maioria por insetos que possuem parte do seu ciclo de vida associado a ambientes aquáticos dulcícolas. A reprodução deste grupo geralmente ocorre próxima a corpos d'água. Em ambientes lóticos ou lênticos, alguns machos podem delimitar uma determinada área como território, se baseando nos recursos necessários para o desenvolvimento de sua prole. As fêmeas se aproximam dos corpos d'água para a cópula e oviposição. Os ovos são depositados na superfície da água ou aderidos às plantas aquáticas. Para o desenvolvimento de Odonata, é necessário um habitat aquático com determinados tipos de recursos, que podem estar sendo perdidos conforme o avanço dos sistemas agrícolas sobre os ecossistemas naturais. Esta dissertação relata a diversidade de Odonata presente na Fazenda Nova Monte Carmelo, localizada no Triângulo Mineiro, Minas Gerais (18°53'59"S, 47°53'20"O), onde a principal atividade é a silvicultura de eucalipto, com apenas 20% de sua área total composta por vegetação nativa preservada, e ambientes aquáticos com diferentes níveis de conservação. Na primeira metade da estação seca (abril a junho), foi feito um levantamento das espécies de Odonata, e a diversidade foi relacionada com o nível de conservação dos 13 ambientes amostrados, afim de se verificar se os diferentes níveis de conservação dos habitats poderiam afetar a riqueza e abundância destes insetos. No total, foram encontradas 36 espécies de Odonata, incluindo uma espécie nova pertencente ao gênero *Tigriagrion*, da família Coenagrionidae. Análises de rarefação indicaram que a área de estudo possui potencial para amostragem de mais espécies. Os habitats foram analisados quanto ao seu status de conservação através de um Índice de Integridade do Habitat (IIH) e estes ambientes apresentaram diferentes níveis de conservação; os valores do IIH variaram de 0,44 à 0,80, sendo os habitats de valores mais próximos de 1 considerados mais preservados. Ao serem relacionados com os diferentes valores de IIH, a riqueza ($X_{1,11}^2 = 5,671$; $p = 0,02$) e a abundância ($X_{1,11}^2 = 38,275$; $p < 0,001$) de Odonata foram maiores em ambientes mais preservados, pois estes apresentaram características essenciais para a sobrevivência e reprodução de Odonata, como floresta ripária preservada, diversidade de plantas aquáticas, ambiente aquático com estruturas físicas que possibilitam a colonização, distância considerável das áreas de silviculturas, ausência da interferência humana direta, entre outros, diferente de ambientes pouco preservados, onde os recursos

necessários foram lesados pela ação antrópica. Este estudo mostrou a importância de se preservar ambientes aquáticos e a vegetação ao seu entorno para a conservação da fauna de insetos aquáticos, como os pertencentes à Ordem Odonata.

GENERAL ABSTRACT

BORGES, L.R.; SANTOS, J.C. 2018. Odonata diversity and its relationship with the influence of different aquatic environmental levels of disturbance at a Cerrado area from Triângulo Mineiro. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais (PPGECRN). Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia – MG. 60p. Key-words: Odonata, Integrity, Cerrado, Aquatic habitat, Eucalyptus.

The dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) are represented in majority by insects that have part of their life cycle associated with freshwater habitats. They need those environments to reproduce, since their larvae phase is aquatic. In lotic or lentic systems, males demarcate an area as territory, based in the resources needed for their offsprings development. Female individuals approaches of the water bodies to copulate and oviposition. The eggs can be laid on the water's surface or in aquatic plants' parts. For the development and survival of the nymphs, an aquatic environment that possess some kinds of resources is necessary, that can be lost as agricultural business advance upon natural ecosystems. This dissertation relates the Odonata diversity located in a Farm where the principal agricultural activity is the eucalyptus' farming, with just a few preserved native plants and freshwater environments with different conservation levels. We made a survey of species, and the diversity found were correlated with the habitat conservation levels, with the wish to verify if the different levels of habitat conservation can influence the richness and abundance of these insects. There were found 37 species, including a new undescribed specie. Rarefaction analysis indicates that the area has capacity to harbour more species. The richness and abundance of Odonata were higher in more preserved habitats, due to the possession of some characteristics that are essential for the survival of Odonata species in those habitats, as a preserved riparian forests, diversity of aquatic plants, water bodies with physical structures that makes colonization possible, considerable gap from the eucalyptus' farming, absence of direct human interference, as others. This study showed the importance of preserving aquatic environments, considering the riparian zones around, for the conservation of the aquatic insects, such dragonflies and damselflies.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi dividida em três seções principais: (1) Apresentação, (2) Capítulo 1 e (3) Capítulo 2. A dissertação foi escrita de acordo com normas usuais de estudos científicos. Ambos os capítulos foram escritos tendo como base as normas de redação de dissertações e teses do PPGEARN da UFU. A seguir, segue uma breve descrição de cada seção:

Apresentação: Esta seção apresenta uma breve introdução sobre a ordem Odonata (Insecta): aspectos sobre a biologia destes organismos, com o objetivo de introduzir ao leitor conhecimentos básicos sobre a Ordem, a fim de facilitar o entendimento dos capítulos que se seguem. A área onde ocorreu este estudo, a Fazenda Nova Monte Carmelo, também foi descrita, para situar o leitor quanto às suas particularidades.

Capítulo 1 – Libélulas (Insecta: Odonata) de uma área de cerrado do Triângulo Mineiro (Minas Gerais). Este capítulo consiste em um levantamento de espécies da ordem Odonata, presentes na Fazenda Nova Monte Carmelo, pertencente à Empresa DURATEX.

Capítulo 2 – Relação entre a diversidade de Odonata e a Integridade de habitats aquáticos em uma área de Cerrado em Minas Gerais. Por meio deste capítulo, buscou-se analisar a integridade dos habitats lânticos onde as coletas do Capítulo 1 foram realizadas, com a finalidade de relacionar a conservação do habitat com a riqueza e abundância de libélulas encontradas, para verificar a hipótese de que ambientes perturbados apresentam menor diversidade de Odonata.

INTRODUÇÃO GERAL

Ordem Odonata

A Ordem Odonata está amplamente distribuída em ecossistemas de água doce nos ambientes tropicais e temperados (Corbet 1999). Odonata é dividida em duas subordens: Epiprocta e Zygoptera, sendo Epiprocta dividida em duas infraordens: Anisoptera e Epiophlebioptera (Lohmann 1996). Muitas espécies da infraordem Epiophlebioptera estão extintas, as viventes possuem distribuição mais restrita, com representantes apenas no Japão e na região leste do Himalaia (Kalkman *et al.* 2008). A infraordem Anisoptera e a subordem Zygoptera, popularmente chamadas de libélulas e donzelinhas respectivamente, possuem representantes no Brasil.

Quatro famílias de anisoptera podem ser encontradas no Brasil – Aeshnidae, Corduliidae, Gomphidae e Libellulidae (Rafael *et al.* 2012; ICMBio 2014). Das famílias reunidas em zygoptera, as encontradas no Brasil são: Calopterygidae, Coenagrionidae, Dictyriidae, Heteragrionidae, Lestidae, Megapodagrionidae, Perilestidae, Philogeniidae, Platystictidae, Polythoridae e Rimanellidae (ICMBio 2014).

Libellulidae (Anisoptera) e Coenagrionidae (Zygoptera) provavelmente são as famílias com maior número de espécies no mundo. A família Libellulidae possuía cerca de 1.360 espécies divididas em 191 gêneros em 2006 (Garrison *et al.* 2006), enquanto a família Coenagrionidae possuía cerca de 1.130 espécies distribuídas em 100 gêneros até 2010 (Garrison *et al.* 2010).

Estes insetos possuem um ciclo de vida complexo, com formas imaturas aquáticas e adultos terrestres (Corbet 1999). O desenvolvimento é hemimetabolo (ovo, larva e adulto) e o ciclo de vida está ligado a corpos d'água, como rios, lagos, poças permanentes e temporárias de água doce e até em alguns ambientes com pouca salinidade, pois as larvas de quase todas as espécies se desenvolvem em habitats aquáticos (McCafferty 1981). Os anisópteros adultos são robustos, com as bases dos dois pares de asas (anterior e posterior) de tamanhos diferentes, já os zigópteros adultos tendem a ser menores, e possuem as bases dos dois pares de asas de tamanho semelhante (Rafael *et al.* 2012).

Os adultos podem ser divididos em dois grupos com necessidades ecofisiológicas distintas: *perchers* e *fliers* (Corbet 1999; Corbet & May 2008). Os *fliers* possuem este nome, pois permanecem voando em grande proporção do tempo de atividade, e os *perchers* são comumente encontrados em pouso (Corbet 1962). Os *perchers* podem ser conciliadores do

calor ou heliotérmicos. Os conciliadores de calor, normalmente os zigópteros, por serem menores, possuem maior condutância térmica, e a temperatura corpórea varia conforme a temperatura ambiente, pela convecção do calor externo para o corpo (Heinrich & Casey 1978). Os heliotérmicos possuem tamanho corpóreo maior (alguns Zygoptera e Anisoptera), com baixa capacidade de condutância, portanto seu aquecimento depende de uma incidência de luz solar mais intensa, para que o calor seja bem distribuído pelo corpo (Corbet & May 2008). Os *fliers* (a maioria das espécies de Anisoptera), por serem mais ativos, além do calor transmitido pela luz solar, também podem obter calor pela circulação da hemolinfa (Corbet 1999; Sformo & Doak 2006).

Em algumas espécies, os machos podem ser territorialistas (Fitzstephens & Getty 2000; Vilela *et al.* 2017). Machos *perchers* que possuem este comportamento são comumente encontrados em pouso defendendo territórios próximos a corpos d'água, enquanto os machos *fliers* demarcam um território ao voar em seu entorno (Corbet 1962). As fêmeas forrageiam em locais distantes dos corpos d'água e normalmente vão para ambientes aquáticos para acasalar e ovipor (Corbet 1962). Elas depositam seus ovos de forma endofítica, ou seja, dentro ou entre os tecidos de uma planta, ou de forma exofítica, apenas os depositando sobre a superfície da água (Corbet 1980). Em alguns casos, a oviposição ocorre imediatamente após a cópula (Souza *et al.* 2007). Ovos de muitas espécies de clima tropical e temperado se desenvolvem rapidamente e eclodem após 5 – 40 dias, porém algumas espécies enfrentam invernos rigorosos, ou secas prolongadas e podem retardar o desenvolvimento, podendo passar meses em diapausa, até as condições do ambiente externo tornarem favoráveis a sua eclosão (Corbet 1999; Dunkle 2000).

Devido a seu complexo modo de vida, com a fase de larva estritamente aquática e muitas espécies na fase adulta viverem próximo a corpos de água, Odonata apresenta um potencial para ser usada como indicadora de qualidade ambiental de ambientes aquáticos e terrestres associados, como zonas ripárias (Castella 1987; Brown 1997; Ferreira-Peruquetti & De Marco Jr. 2002, Briers & Biggs 2003). Estudos mostram que alterações ambientais em áreas próximas a cursos d'água podem alterar a diversidade destes insetos, devido aos efeitos indiretos negativos que tais alterações exercem sobre os ambientes aquáticos, a diversidade de Zygoptera parece ser maior em ambientes mais preservados, enquanto muitas espécies de Anisoptera parecem se adaptar bem às modificações ambientais (Juen *et al.* 2014; Monteiro-Júnior *et al.* 2014; Oliveira-Júnior *et al.* 2017).

Área de estudo: Fazenda Nova Monte Carmelo

A Fazenda Nova Monte Carmelo, pertencente à Empresa DURATEX, é uma Fazenda que se localiza no Triângulo Mineiro, Minas Gerais (FIGURA 1). Está localizada dentro do perímetro de cinco municípios: Araguari, Estrela do Sul, Indianópolis, Nova Ponte e Romaria. A administração da Fazenda se localiza na zona rural de Indianópolis (18°53'59"S, 47°53'20"O). Sua principal atividade é a silvicultura de Eucalipto. A Fazenda ocupa uma área de 52 mil hectares. Cerca de 20% de sua área total está conservada, respeitando o artigo 12 da lei nº 12.651 (Brasil 2012), que delimita a porcentagem de cobertura de vegetação nativa a ser preservada como Reserva Legal, de acordo com o bioma brasileiro onde o imóvel rural está localizado. Sua Reserva Legal possui as seguintes fitofisionomias: cerrado *stricto sensu*, campo limpo, campo sujo, covaais em regeneração e veredas.

Dentro da Reserva Legal, existem lagoas e poças d'água permanentes e temporárias, que possuem área de 246 m² a 170 mil m². Estes ambientes lênticos estão localizados dentro de veredas naturais ou foram originados através de barramentos ou represamentos de águas naturais, resultado de modificações do terreno para a introdução da silvicultura de eucalipto; das atividades agropecuárias realizadas anteriormente à implantação da silvicultura; e da abertura de estradas de terra para facilitar o acesso às plantações. Atualmente, todos estes corpos d'água estão dentro do perímetro da Reserva Legal, como imposto pela lei nº 12.651. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Aw, com uma estação quente e úmida (outubro a março) e outra mais fria e seca (abril a setembro). A temperatura anual média é 23°C e a precipitação anual varia em cerca de 1.500 mm (Klink & Machado 2005).

A Fazenda Nova Monte Carmelo se torna um excelente cenário para estudos dos efeitos das perturbações antrópicas nos demais organismos vivos ocasionadas por práticas agrícolas. Seus ambientes lênticos possuem vasta fauna de macroinvertebrados bentônicos, dentre estes, as fases imaturas de insetos aquáticos pertencentes às ordens Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Trichoptera e Odonata (Santos 2017). A Ordem Odonata apresenta abundância de indivíduos habitando poças de água e lagoas naturais, artificiais e intermitentes, que podem servir de exemplos para estudos de Ecologia e Áreas afins. Este estudo teve como finalidade o levantamento da odonatofauna presente dentro da Fazenda Nova Monte Carmelo, e a relação da sua diversidade com os diferentes níveis de integridade observados nos habitats.

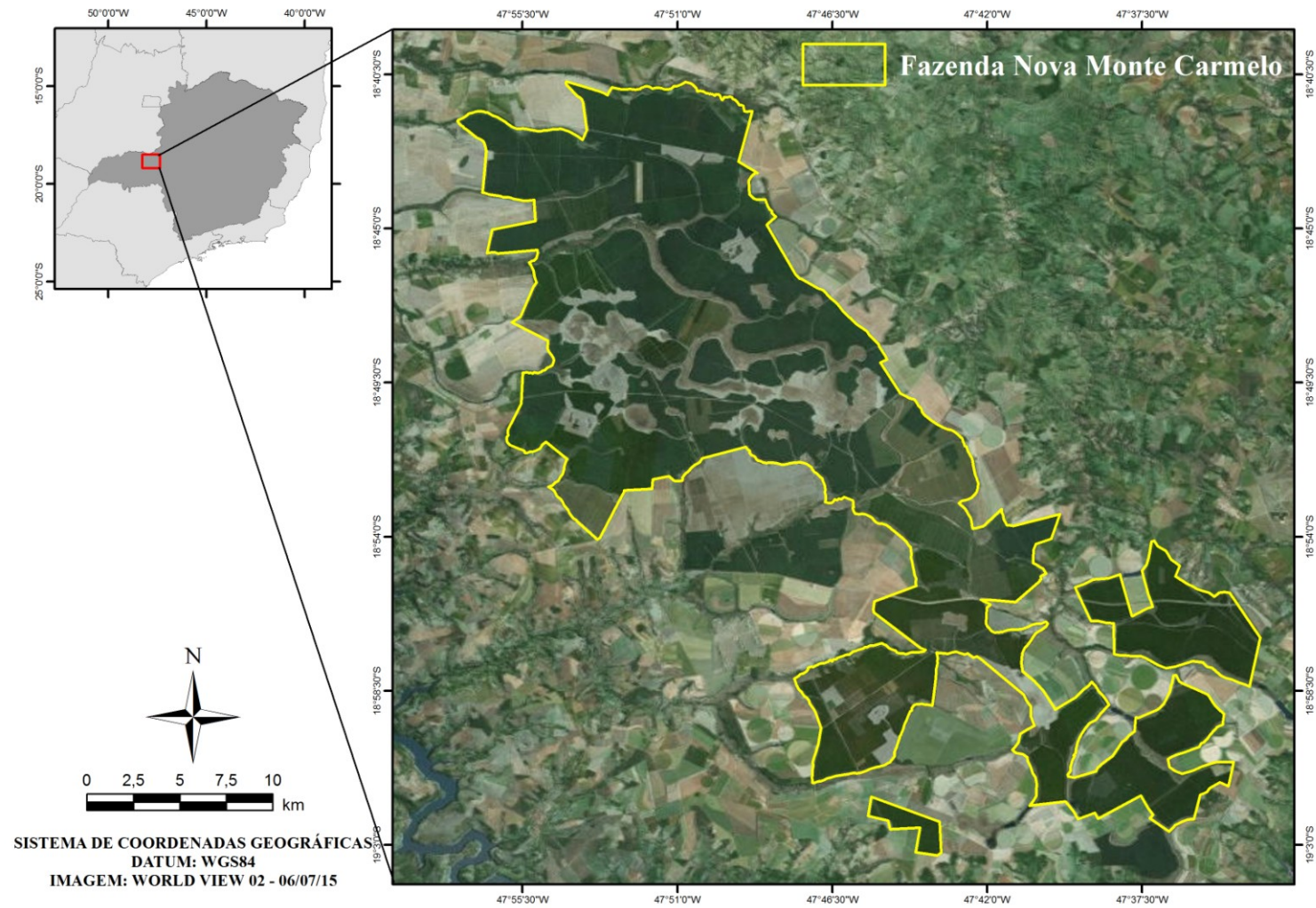


FIGURA 1: Imagem de satélite da Fazenda Nova Monte Carmelo, localizada no Triângulo Mineiro, MG.

Referências

- Brasil. 2012. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acessado em 05 de janeiro de 2018.
- Briers, R.A., & J. Biggs. 2003. Indicator taxa for the conservation of pond invertebrate diversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 323–330. <https://doi.org/10.1002/aqc.576>
- Brown, K.S. 1997. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais In: Martos, H.L. & Maia, N.B. *Indicadores ambientais*. Sorocaba: PUC/SP 143–155.
- Castella, E. 1987. Larval Odonata distribution as a describer of fluvial ecosystems: the Rhône and Ain rivers, France. *Advances in Odonatology* 3: 23–40.
- Corbet, P.S. 1962. *A biology of dragonflies*. Witherby, London.
- Corbet, P.S. 1980. Biology of Odonata. *Annual Review of Entomology* 25: 189–217. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.25.010180.001201>
- Corbet, P.S. 1999. *Dragonflies: behavior and ecology of Odonata*. Ithaca: Comstock Publ. Assoc. 829 p.
- Corbet P.S. & M.L. May. 2008. Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal. *International Journal of Odonatology* 11: 155–71. <https://doi.org/10.1080/13887890.2008.9748320>
- Dunkle, S.W. 2000. *Dragonflies through binoculars: a field guide to dragonflies of North America*. New York: Oxford University Press.
- Ferreira-Peruquetti, P.S. & P. De Marco Jr. 2002. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19: 317–327. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000200002>
- Fitzstephens D.M., & Getty T. 2000. Colour, fat and social status in male damselflies, *Calopteryx maculata*. *Animal Behaviour* 60: 851–855. <https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1548>
- Garrison, R.W., N. Von Ellenrieder & J.A. Louton. 2006. Dragonfly Genera of the New World: an Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. The Johns Hopkins University Press. 383p.

- Garrison, R.W., N. Von Ellenrieder & J.A. Louton. 2010. Damselfly Genera of the New World: an Illustrated and Annotated Key to the Zygoptera. The Johns Hopkins University Press. 490p.
- Heinrich B. & T.M. Casey. 1978. Heat transfer in dragonflies: ‘fliers’ and ‘perchers. *Journal of Experimental Biology* 74: 17–36.
- ICMBio, 2014. Lista das espécies de Odonata avaliadas quanto ao estado de conservação. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/4831-odonata>>. Acessado em primeiro de março de 2018.
- Juen, L., J.M.B. Oliveira-Júnior, Y. Shimano, T.P. Mendes & H.S.R. Cabette. 2014. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta amazonica* 44(2): 175–184. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000200008>
- Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K.D.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson & J. Van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 351–363. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9029-x>
- Klink, C.A. & R.B. Machado. 2005. A Conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1: 1–9.
- Lohmann, H. 1996. Das phylogenetische System der Anisoptera (Odonata) Deutsche Entomologische Zeitschrift 106: 209–266.
- McCafferty, W.P. 1981. *Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relatives*. Ed. Jones and Bartlett Publishers. 449 p.
- Monteiro-Junior, C.S., L. Juen, & N. Hamada. 2014. Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. *Landscape and Urban Planning* 127: 28–40. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.03.006>
- Oliveira-Júnior, J.M.B.; P. De Marco Jr., K. Dias-Silva, R.P. Leitão, C.G. Leal, P.S. Pompeu, T.A. Gardner; R.M. Hughes; L. Juen. 2017. Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. *Limnologia* 66: 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.04.007>
- Rafael, J.A., G.A.R. Melo, C.J.B. Carvalho, S.A. Casari & R. Constantino. 2012. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ed. Holos 810 p.
- Santos, L.B. 2017. Efeitos de alterações antrópicas sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos no Cerrado. Dissertação de Mestrado (Ecologia e Conservação de Recursos Naturais). Universidade Federal de Uberlândia.

- Sformo T. & P. Doak. 2006. Thermal ecology of interior Alaska dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Functional Ecology* 20: 114–23. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2006.01064.x>
- Souza, L.O.I., J.M. Costa & B.B. Oldrini. 2007. Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/Guia_online_Odonata_Vers%C3%A3o_1%C3%9F2.0.pdf> Acessado em 14 de janeiro de 2018.
- Vilela, D.S., T.A. Tosta, R.R. Rodrigues, K. Del-Claro & R. Guillermo-Ferreira. 2017. Colours of war: visual signals may influence the outcome of territorial contests in the tiger damselfly, *Tigriagrion aurantinigrum*. *Biological Journal of the Linnean Society* 121: 786–795. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx024>

CAPÍTULO 1

LÍBELULAS (INSECTA: ODONATA) DE UMA ÁREA DE CERRADO DO TRIÂNGULO MINEIRO (MINAS GERAIS)

RESUMO

A ordem Odonata é considerada o segundo maior grupo de insetos composto em sua quase totalidade por organismos de hábito aquático. A riqueza mundial oscila em torno de 7.000 espécies, com cerca de 6.000 descritas. O número de espécies encontradas no Brasil representa 14,4% da diversidade mundial. Odonata é uma das ordens de insetos mais estudadas no país, porém ao se levar em consideração o tamanho do território nacional, muitos estudos ainda devem ser feitos para preencher as lacunas existentes para o conhecimento da distribuição de libélulas em seus principais biomas. Este estudo teve como objetivo o levantamento da fauna de Odonata existente nos habitats aquáticos de uma Reserva Legal sob o domínio do bioma Cerrado, localizada no triângulo mineiro, Minas Gerais (18°53'59"S, 47°53'20"O). As coletas ocorreram entre abril e junho de 2017, na primeira metade da estação seca. Foram encontrados 683 indivíduos pertencentes a 37 espécies de seis famílias, três da subordem Zygoptera e três da infraordem Anisoptera. Dentre as espécies coletadas, *Elasmothermis williamsoni* (Anisoptera: Libellulidae) foi observada pela primeira vez no estado de Minas Gerais. Além disso, foi encontrada uma espécie nova pertencente ao gênero *Tigriagrion* (Zygoptera: Coenagrionidae) que está sendo descrita por taxonomistas especializados. Ao se considerar o rápido avanço dos sistemas agrícolas sobre os sistemas naturais do Cerrado, as listas de espécies poderiam ser importantes para a definição de áreas prioritárias para a conservação das espécies de Odonata. Estas áreas poderiam ser baseadas na existência em maior proporção de espécies raras e endêmicas.

Palavras-chave: Odonata, diversidade, Cerrado, habitat aquático, Reserva Legal.

CHAPTER 1
DRAGONFLIES (INSECTA: ODONATA) FROM A CERRADO AREA AT
TRIÂNGULO MINEIRO (MINAS GERAIS)

ABSTRACT

The Odonata order is considered the second insect order with the greatest number of aquatic insects species. The global richness is about 7.000 species, with about 6.000 described species. The number of species that can be found in Brazil represents 14,4% of the world's odonatofauna. The Order is one of the most studied insect orders in the country, besides when the size of national territory is considered, lots of studies need to be made to fill the existent gaps for the knowledge of dragonflies and damselflies' distribution in the Brazilian biomes. This study purpose a survey of the Odonatofauna present in aquatic habitats from a Legal Reserve located in the Cerrado biome at Triângulo Mineiro, Minas Gerais. In the dry season were collected 683 specimens belonging to 37 species and six families from the Zygoptera and Anisoptera suborders. Among the collected species, *Elasmothermis williamsoni* were observed by the first time in Minas Gerais State, and we also found a new species from *Tigriagrion* genera (Zygoptera: Coenagrionidae) that are being described by known specialized taxonomists. Considering the fast agricultural advance over natural Cerrado ecosystems, species lists can be important to define priority conservation areas, based on the endemic and rare species' existence.

Key-Words: Odonata, diversity, Cerrado, aquatic habitat, Legal Reserve.

1. INTRODUÇÃO

A ordem Odonata é considerada o segundo maior grupo de insetos composto em sua quase totalidade por organismos de hábito aquático (Dijkstra *et al* 2014). Estudos estimam que a riqueza global de Odonata oscila em torno de 7.000 espécies (Kalkman *et al.* 2008) e, até o ano de 2014, foram descritas para o mundo 5.952 espécies (Dijkstra *et al.* 2014). A Ordem ocorre em maior número na região Neotropical (von Ellenrieder 2009), sendo o Brasil o país com a maior riqueza de espécies conhecidas: 856, representando 14,4% da fauna mundial (Boeger *et al.* 2016 *apud* Takiya *et al.* 2016).

Atualmente, Odonata é uma das ordens de insetos mais estudadas no Brasil, muitos estudos estão focados: na descrição de novas espécies (Pinto & Lamas 2011; Lencioni 2013; Guillermo-Ferreira *et al.* 2016; Ávila Junior *et al.* 2017); e em levantamentos com listagem de espécies em diferentes localidades do território nacional (Renner *et al.* 2016; Vilela *et al.* 2016). Estes estudos, além de revelarem a biodiversidade do grupo no país, acrescentam informações a catálogos de espécies já existentes para alguns estados brasileiros (Machado 1998; Costa *et al.* 2000; Costa & Oldrini 2005). Apesar de sua grande diversidade no Brasil, ainda existe um grande potencial para que muitas espécies sejam descobertas, levando-se em consideração o tamanho do território nacional, que engloba pelo menos seis domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampas e Pantanal (Pinto 2016).

O Cerrado é um bioma que se localiza na região central do Brasil (Klink & Machado 2005). Assim como nas outras regiões do país, estudos que visam à listagem das espécies de Odonata presentes neste bioma estão crescendo (*e.g.* Calvão *et al.* 2014; Vilela *et al.* 2016; Rodrigues & Roque 2017). Muitas listas de espécies de Odonata foram geradas por trabalhos feitos no Cerrado (*e.g.* Ferreira-Peruquetti & Fonseca-Gessner 2003; Carvalho *et al.* 2013; Dutra & De Marco Jr. 2015), que procuraram relacionar a diversidade destes insetos com o acelerado processo de transformação de sistemas naturais em sistemas agrícolas, o qual este bioma vem sofrendo (DeFries *et al.* 2013).

Ao se considerar o atual avanço do agronegócio, as informações sobre a distribuição das espécies podem contribuir para o planejamento de estratégias efetivas para a sua conservação (Whittaker *et al.* 2005; Leite *et al.* 2008; Diniz *et al.* 2010). Portanto este estudo objetiva fornecer uma lista de espécies da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais, uma fazenda cuja principal atividade é a silvicultura de eucalipto. Adicionalmente, este estudo tem

com objetivo de contribuir com informações sobre a distribuição de Odonata no Cerrado e no Brasil, podendo ser utilizado para futuros planejamentos e estratégias que visam à conservação destes insetos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de coleta

Este estudo foi realizado na Reserva Legal da Fazenda Nova Monte Carmelo, pertencente à Empresa DURATEX (FIGURA 1). De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Aw, com uma estação quente e úmida (outubro a março) e outra mais fria e seca (abril a setembro). A temperatura anual média é 23°C e a precipitação anual varia em cerca de 1.500 mm (Klink & Machado 2005). Sua Reserva Legal possui as seguintes fitofisionomias: cerrado *stricto sensu*, campo limpo, campo sujo, covaais em regeneração e veredas.

A coleta dos insetos ocorreu em 13 lagoas de veredas e lagoas formadas a partir das modificações do terreno, as quais foram selecionadas de maneira aleatória dentro dos limites da Reserva Legal da Fazenda (FIGURA 1). Em três pontos amostrados (P3, P5 e P13) foi encontrada um pequeno canal com água em movimento lento próximo à lagoa. Algumas destas lagoas se encontravam em locais com mata ciliar preservada composta por espécies nativas do Cerrado, com cobertura de dossel densa, enquanto outros se encontravam em covaais em regeneração, com a vegetação ao redor predominantemente composta por arbustos e gramíneas. Informações adicionais sobre a área estão descritas na apresentação desta dissertação (PÁGINA 3).

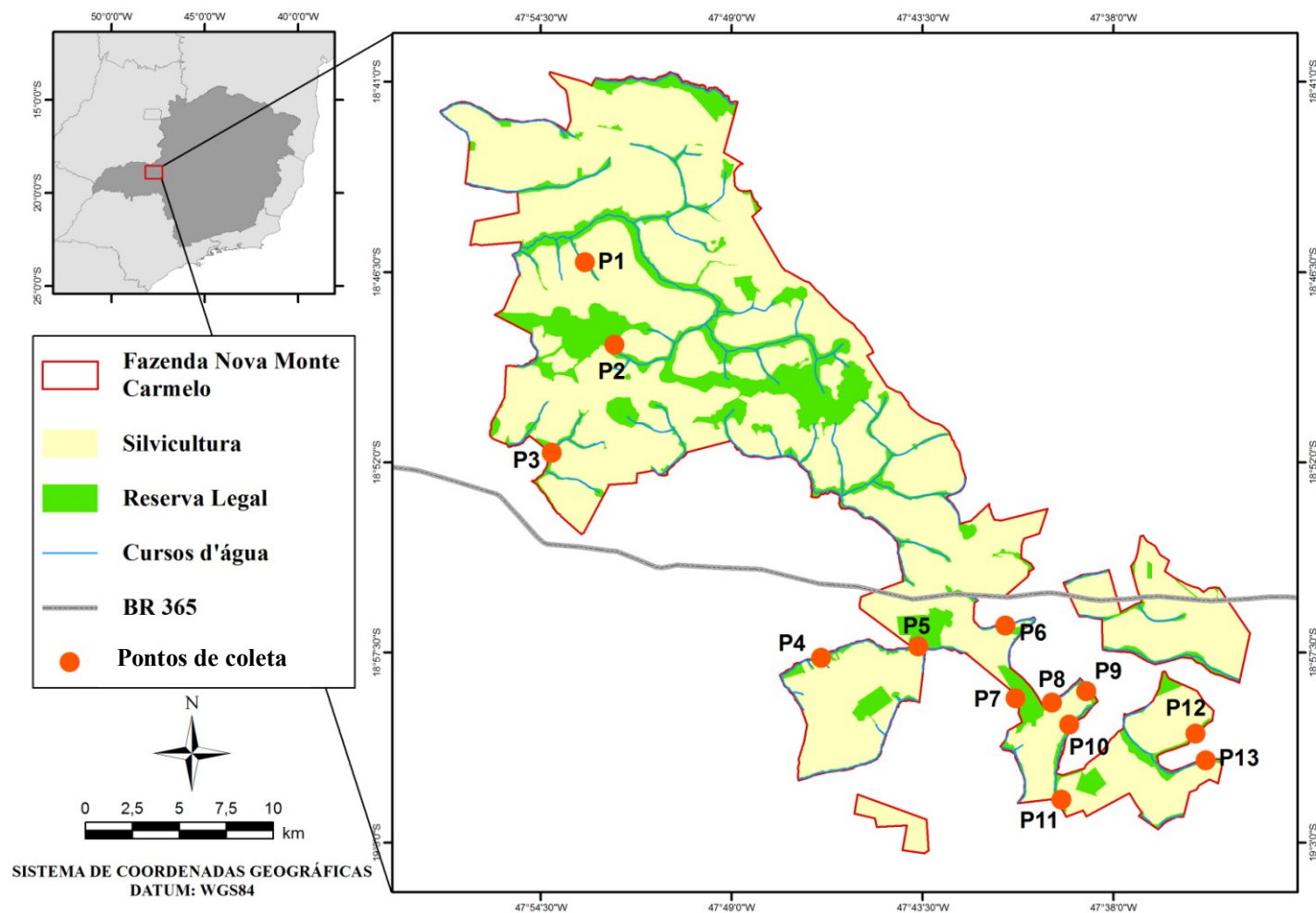


FIGURA 1: Mapa da Fazenda Nova Monte Carmelo (MG), mostrando as áreas referentes à silvicultura de eucalipto, a Reserva Legal, aos cursos d'água, e a BR 365.

2.2 Coleta de dados

As libélulas adultas foram coletadas em 13 lagoas entre abril e junho de 2017, no período diurno entre 10hs e 15hs, com esforço amostral de 3 horas por lagoa. Para a coleta, foram selecionados quatro trechos de 25 metros cada, ao redor das lagoas, em locais onde era possível a locomoção, totalizando 100 metros de perímetro (FIGURA 2). Em cada hora, cada trecho foi percorrido durante 15 minutos, e repetidos nas duas horas que se seguiram. Os insetos foram coletados por duas pessoas, com a utilização de duas redes entomológicas (puçá), com 45 cm de diâmetro e 90 cm de comprimento.

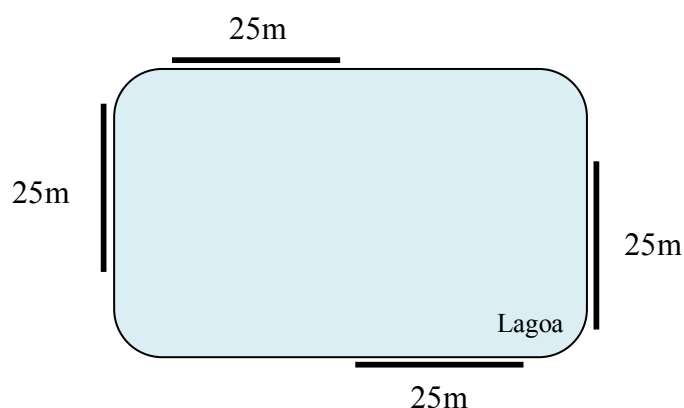


FIGURA 2: Esquema sobre a metodologia utilizada para a coleta dos odonatos adultos.

No laboratório, os insetos foram resfriados em um *freezer* a -15°C por três horas, imersos em solução de acetona de 8 a 16 horas, de acordo com seu tamanho, para a dissolução de gorduras e preservação da coloração (O'Brien 1997), e posteriormente secados em estufa a 30°C por 4 horas para a desidratação. Por fim, os espécimes coletados foram enviados para o especialista MSc. Diogo Silva Vilela (USP/Ribeirão Preto) para a identificação a nível de espécie, com a utilização de chaves taxonômicas (Lencioni 2005, 2006; Garrison 2006) e ao especialista Frederico Augusto de Atayde Lencioni para a confirmação da espécie nova coletada. O número da licença de coleta fornecida pelo IBAMA através do SISBIO 28398-1.

2.3 Análises estatísticas

Para avaliar o esforço amostral da coleta foram feitas três curvas de acumulação de espécies seguindo Oksanen *et al.* (2015). A curva do coletor, que adiciona as espécies à medida que elas vão aparecendo na amostra; método exato, que encontra a expectativa média da riqueza de espécies em cada amostra; e a curva de rarefação, que encontra a média da

acumulação de indivíduos. Para estimar a riqueza de libélulas foram usados dois estimadores não-paramétricos baseados na abundância das espécies, o Chao1 (Chao 1984, 1987) e o ACE (Chao & Lee 1992; Chao & Yang 1993). Todas essas análises foram realizadas através dos pacotes ‘vegan’ (Oksanen *et al.* 2015) e ‘BiodiversityR’ (Kindt & Coe 2005) desenvolvido para o programa estatístico R (R Development Core Team 2017).

3. RESULTADOS

Ao todo, foram coletados 683 espécimes pertencentes às duas subordens, a seis famílias, 21 gêneros e 36 espécies (TABELA 1; FIGURA 3). A subordem mais rica foi a Zygoptera, com 20 espécies, e Anisoptera foi representada por 16 espécies. A subordem mais abundante foi Zygoptera (n=502), seguida por Anisoptera (n=181). A família Coenagrionidae foi a mais representativa em espécies (15), seguida por Libellulidae (13), Calopterygidae (3), Lestidae (2), Aeshnidae (2) e Gomphidae (1). A família mais abundante foi Coenagrionidae (n=450), seguida por Libellulidae (n=175), Lestidae (n=42), Calopterygidae (n=10), Gomphidae (n=4) e Aeshnidae (n=2).

A espécie com maior representatividade foi *Telebasis carmesina* Calvert 1909 (Coenagrionidae), com 126 indivíduos coletados, seguida por *Acanthagrion truncatum* Selys, 1876 (Coenagrionidae), com 102, *Oxyagrion microstigma* Selys, 1876 (Coenagrionidae) com 77, *Erythrodiplax castanea* Burmeister, 1839 (Libellulidae) com 49 e *Erythrodiplax latimaculata* Ris, 1911 (Libellulidae) com 47 indivíduos. Estes números representam 59% do total de indivíduos coletados.

Diferentemente, algumas espécies foram pouco representadas em abundância de indivíduos. As espécies *Acanthagrion temporale* Selys, 1876, *Oxyagrion santosi* Martins, 1967, *Oxyagrion terminale* Selys, 1876, *Homeoura chelifera* Selys, 1876, *Tigriagrion* sp. nov., *Mnesarete pudica* Hagen in Selys, 1853, *Elasmothermis williamsoni* Ris, 1919, *Erythrodiplax ana* Guillermo-Ferreira & Vilela 2016, *Micrathyria catenata* Calvert, 1909, *Micrathyria hesperis* Ris, 1911, *Orthemis discolor* Burmeister, 1839, *Anax amazili* Burmeister 1839 e *Remartinia luteipennis* Burmeister 1839 representaram 36% das espécies, e foram representadas por apenas um indivíduo na amostragem. As espécies *Cyanallagma nigrinuchale* Selys, 1876, *Erythrodiplax fusca* Rambur, 1842 e *Idiataphe longipes* Hagen, 1861 foram representadas por apenas dois indivíduos.

Apesar de as coletas terem sido realizadas em lagoas, com água estagnada, em três pontos de coleta foi constatado a presença de pequenos canais com água em movimento

próximo às lagoas localizadas nestes pontos. Próximo a estes locais, e exclusivamente nestes três pontos, foram coletadas as espécies *Hetaerina longipes* Hagen & Selys 1853, *Hetaerina rosea* Selys 1853, *Mnesarete pudica*, *Argia lilacina* Selys, 1865 e *Tigriagrion* sp. nov.

Independentemente do método de ajuste utilizado, as curvas de acumulação de espécies não se estabilizaram (FIGURA 4 ABC). As estimativas da riqueza foram mais elevadas (SChao1= 67,00 ± 0,00; SACE= 68,85 ± 0,00) que o número de espécies observadas (Sobs = 36) e as suas curvas não se estabilizaram, uma vez que, as estimativas realizadas pelas análises S, Chao1 e ACE dependem da proporção de espécies raras na amostra (FIGURA 5 ABC).

Uma nova espécie do gênero *Tigriagrion* foi encontrada em uma lagoa localizada em um fragmento de cerrado bem preservado, cuja grande parte de sua margem é sombreada, recoberta por alta diversidade de plantas nativas, a maioria de habito arbóreo e arbustivo. A espécie foi posteriormente coletada no Estado de Goiás e está sendo descrita pelos taxonomistas Frederico Augusto de Atayde Lencioni e Profa. Dra. Silvia Leitão Dutra (UFT). O espécime coletado foi enviado aos taxonomistas para ser usado como parátipo na descrição.

TABELA 1: Lista de espécies de Odonata coletadas nas lagoas da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais.

Sub/Infraordem	Família	Espécie
ZYGOPTERA	Calopterygidae	<i>Hetaerina longipes</i> Hagen & Selys, 1853
		<i>Hetaerina rosea</i> Selys, 1853
		<i>Mnesarete pudica</i> Hagen in Selys, 1853
ZYGOPTERA	Coenagrionidae	<i>Acanthagrion gracile</i> Rambur, 1842
		<i>Acanthagrion lancea</i> Selys, 1876
		<i>Acanthagrion temporale</i> Selys, 1876
		<i>Acanthagrion truncatum</i> Selys, 1876
		<i>Argia lilacina</i> Selys, 1865
		<i>Cyanallagma nigrinuchale</i> Selys, 1876
		<i>Homeoura chelifera</i> Selys, 1876
		<i>Ischnura capreolus</i> Hagen, 1861
		<i>Ischnura fluviatilis</i> Selys, 1876

		<i>Oxyagrion microstigma</i> Selys, 1876
		<i>Oxyagrion santosi</i> Martins, 1967
		<i>Oxyagrion terminale</i> Selys, 1876
		<i>Telebasis carmesina</i> Calvert, 1909
		<i>Telebasis coccinea</i> Selys, 1876
		<i>Tigriagrion</i> sp. nov.
ZYGOPTERA	Lestidae	<i>Lestes auritus</i> Hagen in Selys, 1862
		<i>Lestes forficula</i> Rambur, 1842
ANISOPTERA	Aeshnidae	<i>Anax amazili</i> Burmeister, 1839
		<i>Remartinia luteipennis</i> Burmeister, 1839
ANISOPTERA	Gomphidae	<i>Cacoides latro</i> Erichson, 1848
ANISOPTERA	Libellulidae	<i>Elasmothermis williamsoni</i> Ris, 1919
		<i>Erythrodiplax ana</i> Guillermo-Ferreira & Vilela 2016
		<i>Erythrodiplax castanea</i> Burmeister, 1839
		<i>Erythrodiplax fusca</i> Rambur, 1842
		<i>Erythrodiplax juliana</i> Ris, 1911
		<i>Erythrodiplax latimaculata</i> Ris, 1911
		<i>Idiataphe amazonica</i> Kirby, 1889
		<i>Idiataphe longipes</i> Hagen, 1861
		<i>Micrathyria catenata</i> Calvert, 1909
		<i>Micrathyria hesperis</i> Ris, 1911
		<i>Oligoclada abbreviata</i> Machado & Machado, 1993
		<i>Orthemis discolor</i> Burmeister, 1839
		<i>Tramea binotata</i> Rambur, 1842



FIGURA 3: Algumas das espécies coletadas na Reserva Legal da Fazenda Nova Monte Carmelo, MG. A – *Ischnura capreolus* (Coenagrionidae); B – *Lestes forficula* (Lestidae); C – *Orthemis discolor* (fêmea, Libellulidae); D – *Idiataphe longipes* (Libellulidae); E – *Cacoides latro* (Gomphidae); F – *Mnesarete pudica* (Calopterygidae). Escala: 1 cm.

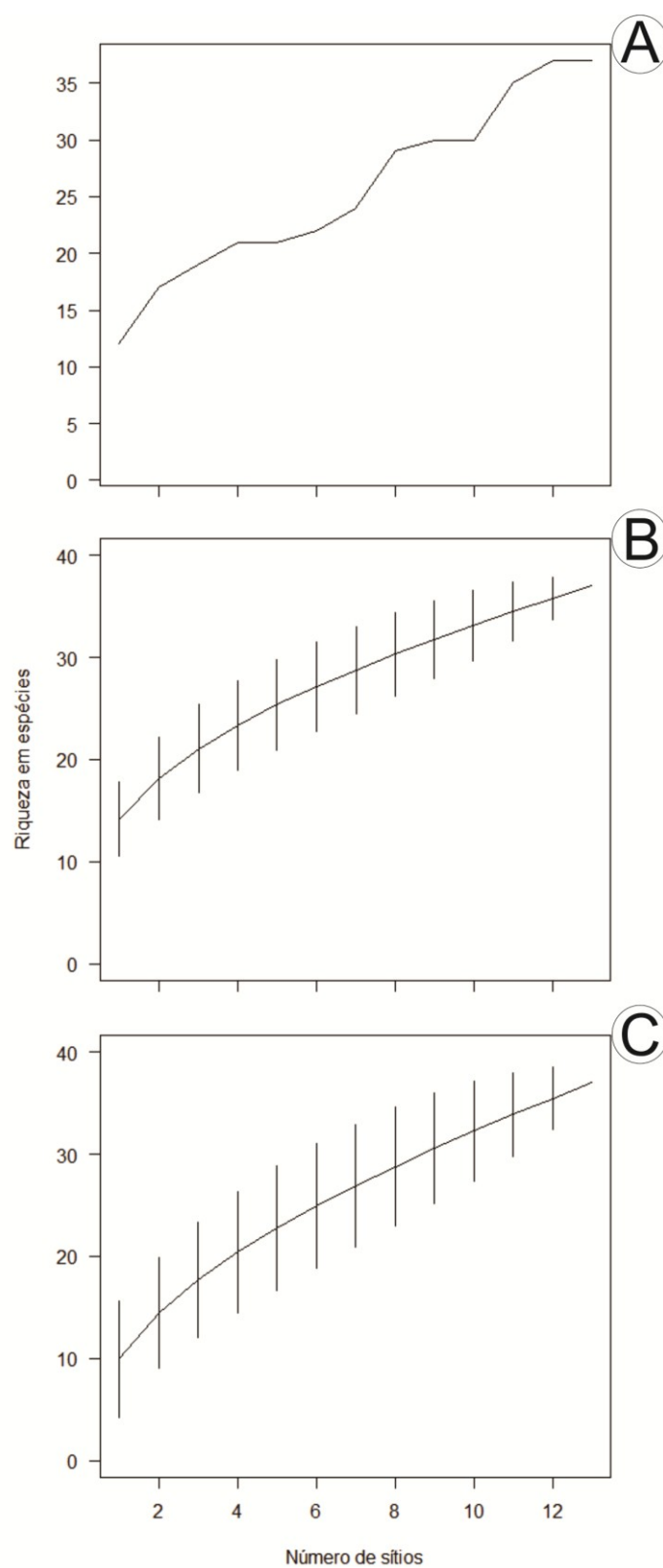


FIGURA 4: Análises Estatísticas. A – curva do coletor; B – curva do método exato; C – curva de rarefação.

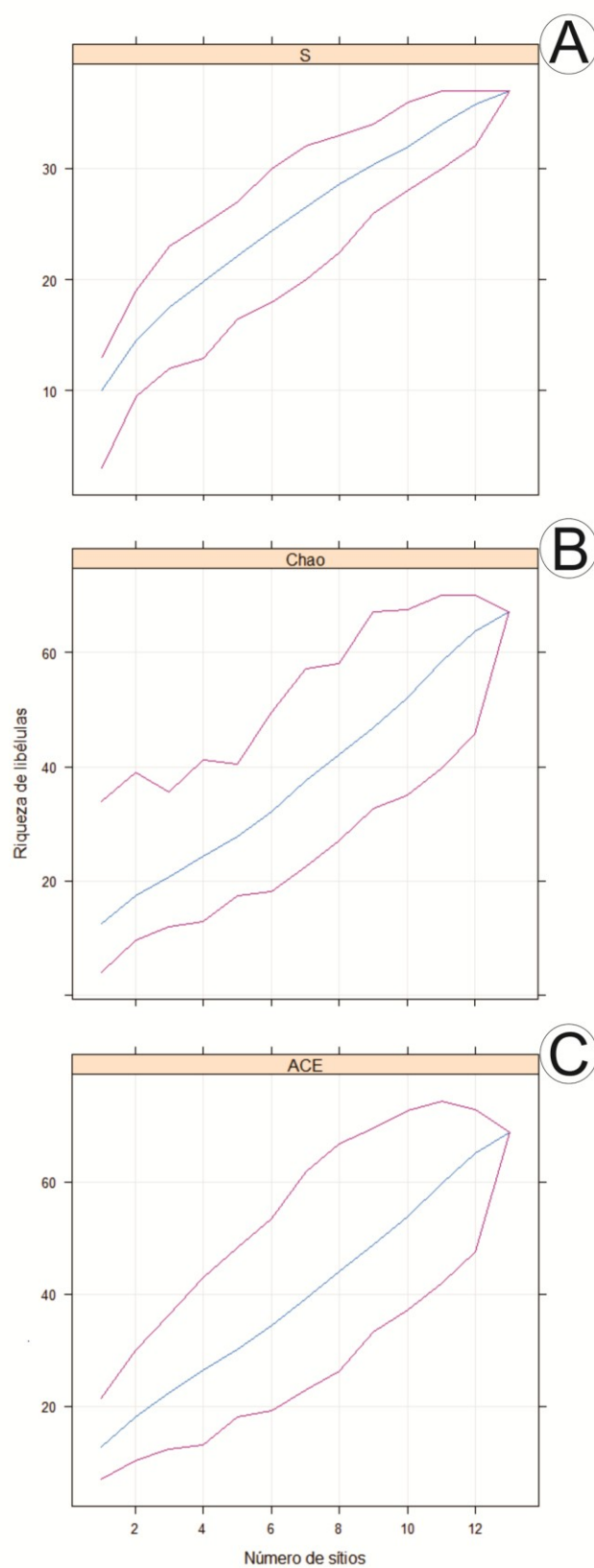


FIGURA 5: Análises estatísticas. A – curva S; B – gráfico do estimador não paramétrico ACE; C – gráfico do estimador não paramétrico Chao.

TABELA 2: Estudos envolvendo amostragem de indivíduos adultos de Odonata no Bioma Cerrado, mostrando o número de espécies coletadas, a Unidade da Federação (UF), a estação do ano e a quantidade de pontos amostrados.

Estudos publicados	Riqueza	UF	Estações do ano	Pontos amostrados
Ferreira-Peruquetti & Fonseca Gessner 2003	85	SP	Seca e chuvosa	18
Almeida et al. 2013	26	MG	Chuvosa	3
Carvalho et al. 2013	53	MT	Seca	10
Calvão et al. 2014	67	MT	Seca	9
Dutra & De Marco 2015	53	GO	Seca	58
Vilela et al. 2016	31	MG	Seca e chuvosa	2

4. DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os estudos que geraram listas de espécies de Odonata em diferentes regiões do Cerrado, mostrando que este bioma pode apresentar vasta fauna de libélulas, principalmente se observarmos estudos nos quais uma grande quantidade de espécies (> 50) foram coletadas apenas na estação seca (Carvalho *et al.* 2013; Calvão *et al.* 2014; Dutra & De Marco Jr. 2015).

A família Coenagrionidae possui o maior número de espécies para a subordem Zygoptera no Brasil (Lencioni 2006). As espécies *Acanthagrion lancea*, *A. truncatum*, *Oxyagrion microstigma* e *Telebasis carmesina* (Coenagrionidae), representaram 50% de todos os espécimes coletados. Estas espécies foram amplamente encontradas na abrangência do Cerrado em outros trabalhos (Ferreira-Peruquetti & Fonseca-Gessner 2003; Calvão *et al.* 2014; Dutra & De Marco 2015; Vilela *et al.* 2016; Rodrigues & Roque 2017). Elas possuem oviposição associada a macrófitas do gênero *Eleocharis* sp. (Guillermo-Ferreira & Del-Claro 2011; Vilela *et al.* 2016), que são comumente encontradas nas lagoas da Fazenda, o que poderia explicar a grande quantidade de indivíduos coletados. Já as espécies *Cyanallagma nigrinuchale*, *Ischnura fluviatilis*, *Lestes auritus* e *Telebasis coccinea* (subordem Zygoptera) foram coletadas em menor quantidade. Estas espécies estavam restritas à ambientes de mata

ciliar predominantemente fechada e são raramente observadas em levantamentos dentro do Cerrado (Vilela *et al.* 2016; Dutra & De Marco 2015).

A subordem Anisoptera foi representada em sua maioria por espécies da família Libellulidae. As espécies *Erythrodiplax castanea*, *E. latimaculata*, *E. juliana*, *Idiataphe amazonica*, *Micrathyria hesperis*, *Oligoclada abbreviata* e *Tramea binotata* foram normalmente encontradas em habitats mais abertos na área de estudo e estas espécies são amplamente distribuídas pelo território nacional (Machado *et al.* 1991; Costa *et al.* 2000; Ferreira-Peruquetti & Fonseca-Gessner 2003; Souza *et al.* 2013; Calvão *et al.* 2014; Bedê *et al.* 2015; Dutra & De Marco 2015; Taklya *et al.* 2016; Rodrigues & Roque 2017). De acordo com Machado *et al.* (1991), do ponto de vista conservacionista, espécies que são encontradas em áreas abertas, possuem distribuição geográfica ampla e ocorrem em grande abundância, poderiam ser menos importantes se comparadas com as espécies encontradas no interior de matas, com distribuição restrita e encontradas em menor abundância. Portanto, as espécies de distribuição mais restrita poderiam indicar locais prioritários para serem conservados com a finalidade de se preservar a fauna de Odonata.

Apenas um indivíduo de *Erythrodiplax ana* foi coletado em uma vereda da Reserva. Esta espécie foi recentemente descrita, encontrada em uma vereda do Triângulo Mineiro, localizada na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia – MG (Guillermo-Ferreira *et al.* 2016), a cerca de 44 km da lagoa onde foi encontrada na Fazenda Nova Monte Carmelo. Esta espécie também foi encontrada no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (MT) (Guillermo-Ferreira *et al.* 2016), possuindo até o momento, distribuição exclusiva no bioma Cerrado.

A descoberta da espécie *Tigriagrion* sp. nov. revela a importância que as ações conservacionistas possuem nesta área de Cerrado localizada em uma Reserva Legal, e adiciona importantes dados sobre a sua distribuição, pois foi originalmente descoberta na Chapada dos Veadeiros, Estado de Goiás, à 800 km do local deste estudo (Lencioni, FAA *Comunicação pessoal*). Este espécime foi encontrado unicamente em um habitat aquático com cobertura de dossel densa e mata ciliar preservada. Foi coletado próximo a um canal com água corrente. O gênero *Tigriagrion* é conhecido por habitar riachos com leve correnteza (De Marco & Vital 2008; Vilela *et al.* 2017)

Um espécime macho de *Elasmothermis williamsoni* (Libellulidae) foi coletado próximo a uma lagoa cuja mata ciliar ao redor se encontrava preservada, com predominância de arbustos e árvores. Esta espécie foi encontrada anteriormente na Serra da Bodoquena, no

domínio do pantanal do Estado do Mato Grosso do Sul (Rodrigues & Roque 2017) sendo este o primeiro registro para o Estado de Minas Gerais.

As espécies *Hetaerina rosea* e *H. longipes*, 1853 coletadas foram exclusivamente encontradas em um único ponto amostrado, próximo a um pequeno canal com água em movimento, ao lado da lagoa. Estas espécies parecem estar associadas a ambientes lóticos (Ferreira-Peruquetti & De Marco 2002; Vilela *et al.* 2016). Em levantamentos posteriores, *Hetaerina rosea* foi encontrada em todos os seis principais biomas nacionais (Bedê *et al.* 2015; Dutra & De Marco 2015; Takiya *et al.* 2016; Rodrigues & Roque 2017). Diferentemente, indivíduos do gênero *Lestes* são típicos de habitats lênticos, como brejos, terreno pantanoso e água empoçada, como podemos ver em outros levantamentos (Costa & Carneiro 1994; Nessimian 1995). As duas espécies encontradas na Fazenda, *L. auritus* e *L. forficula* também possuem abrangência nacional (Souza *et al.* 2013; Renner *et al.* 2016; Takiya *et al.* 2016).

A baixa quantidade de espécies de Aeshnidae e Gomphidae coletadas pode estar associada ao fato de serem consideradas voadoras velozes, e alguns gêneros, como *Gynachanta* (Aeshnidae), podem apresentar espécies fitotelmatas (que ovipõem em água armazenada em troncos de árvores), e de hábitos crepusculares (Bedê *et al.* 2000). Apenas um indivíduo de *Anax amazili* foi coletado, apesar de ter sido visto na maioria das lagoas e apresentar ampla distribuição no Brasil (Teixeira 1971; Dalzochio *et al.* 2012; Rodrigues & Roque 2017). Almeida *et al.* (2013) obtiveram sucesso na amostragem de espécies da família Gomphidae no Parque Nacional da Serra do Cipó – MG com a utilização de armadilha luminosa e malaise. Diferentes metodologias de coleta poderiam ser testadas para a amostragem de espécies destas famílias.

A Reserva Legal da Fazenda Nova Monte Carmelo, abriga todos os corpos d'água presentes na Fazenda, onde pode ser encontrada vasta fauna de libélulas, muitas amplamente encontradas no território nacional e no Cerrado, e algumas raras, incluindo uma nova espécie. Este levantamento acrescenta informações sobre a fauna de Odonata existente no Cerrado e no Estado de Minas Gerais, e comprova a importância que o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, Brasil 2012) possui na conservação de corpos d'água e os insetos aquáticos que os habitam, como os pertencentes à ordem Odonata.

5. REFERÊNCIAS

- Almeida, M.V.O., A.P. Pinto, A.L. Carvalho & D.M. Takiya. 2013. When rare is just a matter of sampling: Unexpected dominance of clubtail dragonflies (Odonata, Gomphidae) through different collecting methods at *Parque Nacional da Serra do Cipó*, Minas Gerais State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 57(4): 417–423. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262013005000042>
- Ávila Junior, W.F., F.A.A. Lencioni & M.A.A. Carneiro. 2017. *Heteragrion cauei* sp. nov., a new damselfly from Minas Gerais, Brazil (Odonata: Heteragrionidae). *Odonatologica* 46(3/4): 275–286. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1040314>
- Bedê, L.C., A.B.M. Machado, W. Piper & M.M. Souza. 2015. Odonata of the Serra de São José – Brazil's first Wildlife Reserve aimed at the conservation of dragonflies. *Notulae Odonatologicae* 8(5): 117–155.
- Bedê L.C., W. Piper, G. Peters & A.B.M. Machado. 2000. Phenology and oviposition behaviour of *Gynacantha bifida* Rambur in Brazil (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica* 29: 317–324.
- Brasil. 2012. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acessado em 05 de janeiro de 2018.
- Calvão, L.B., P. De Marco Jr. & J.D. Batista. 2014. Odonata (Insecta) from Nova Xavantina, Mato Grosso, Central Brazil: Information on species distribution and new records. *Check List* 10(2): 299–307. <https://doi.org/10.15560/10.2.299>
- Carvalho, F.G., N.S. Pinto, J.M.B. Oliveira-Júnior & L. Juen. 2013. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. *Acta limnologica brasiliensia* 25(1): 10–18. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2013005000013>
- Chao, A. 1984. Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scandinavian Journal of Statistics* 11(4): 265–270.
- Chao, A. 1987. Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. *Biometrics* 43(4): 783–791. <https://doi.org/10.2307/2531532>
- Chao, A. & S.M. Lee. 1992. Estimating the Number of Classes via Sample Coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87: 417. <https://doi.org/10.1093/biomet/80.1.193>
- Chao, A & M.C.K. Yang. Stopping roles and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. *Biometrika* 80: 193–201.

- Costa, J.M., A.B.M. Machado, F.A.A. Lencioni & T.C. Santos. 2000. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista das espécies e registros bibliográficos. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 80: 1–27.
- Costa, J.M. & B.B. Oldrini. 2005. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Publicações Avulsas do Museu Nacional* 107:3–15.
- Costa, J.M. & S.M.V. Carneiro. 1994. Duas novas larvas de *Lestes* Leach e dados morfológicos sobre *Lestes pictus* Hagen (Odonata, Zygoptera, Lestidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 11(2): 303–309. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751994000200015>
- Dalzochio, M.S., C. Stenert & L. Maltchik. 2012. Odonata, Aeshnidae, *Anax amazili* (Burmeister, 1839): First record for southern Brazil. *Check List* 8(3): 551–553. <https://doi.org/10.15560/8.3.551>
- DeFries, R., M. Herold, L. Verchot, M.N. Macedo & Y. Shimabukuro. 2013. Export-oriented deforestation in Mato Grosso: harbinger or exception for other tropical forests? *Philosophical transactions of the Royal Society Biological Sciences* 368: 1–8. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0173>
- De Marco Jr, P. & M.V.C. Vital. 2008. Ecology of *Tigriagrion aurantinigrum* calvert in response to variations in environmental conditions (Zygoptera: Coenagrionidae). *Odonatologica* 37(1): 1–11.
- Diniz, J.A.F., P. De Marco Jr. & B.A. Hawkins. 2010. Defying the curse of ignorance: perspectives in insect macroecology and conservation biogeography. *Insect Conservation and Diversity* 3: 172–179.
- Dijkstra K.B., M.T. Monaghan & S.U. Pauls. 2014. Freshwater Biodiversity and Aquatic Insect Diversification. *Annual Review of Entomology* 59(1): 143–163. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-161958>
- Dutra, S., & P. De Marco Jr. 2015. Bionomic differences in odonates and their influence on the efficiency of indicator species of environmental quality. *Ecological Indicators* 49: 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.016>
- Ferreira-Peruquetti, P. & A.A. Fonseca-Gessner. 2003. 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 riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(2): 219–224. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000200008>
- Ferreira-Peruquetti, P.S. & P. De Marco Jr. 2002. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil.

- Revista Brasileira de Zoologia* 19(2): 317–327. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000200002>
- Garrison, R.W., N. Von Ellenrieder & J.A. Louton. 2006. Dragonfly Genera of the New World: an Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. The Johns Hopkins University Press. 383p.
- Guillermo-Ferreira, R. & K. Del-Claro. 2011. Oviposition site selection in *Oxyagrion microstigma* Selys, 1876 (Odonata: Coenagrionidae) is related to aquatic vegetation structure. *International Journal of Odonatology* 14: 275–279. <https://doi.org/10.1080/13887890.2011.621109>
- Guillermo-Ferreira, R., D.S. Vilela, K. Del-Claro & P.C. Bispo. 2016. *Erythrodiplax Ana* sp. nov. (Odonata: Libellulidae) from Brazilian palm swamps. *Zootaxa* 4158(2): 292–300. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4158.2.10>
- Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K.D.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson & J. Van Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 351–363. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9029-x>
- Kindt, R. & R. Coe. 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi. ISBN 92-9059-179-X.
- Klink, C.A. & R.B. Machado. 2005. A Conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1(1): 1–9.
- Lencioni, F.A.A. 2005. *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide: I – Noncoenagrionidae families*. São Paulo: All Print.
- Lencioni, F.A.A. 2006. *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide: II – Coenagrionidae families*. São Paulo: All Print 419 pp.
- Lencioni, F.A.A. 2013. Diagnoses and discussion of the group 1 and 2 Brazilian species of *Heteragrion*, with descriptions of four new species (Odonata: Megapodagrionidae). *Zootaxa* 3685(1): 01–80. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3685.1.1>
- Machado, A.B.M. 1998. Insetos. In: Machado, A. B. M. et al. eds. *Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas 605p.
- Machado, A.B.M., H.G. Mesquita & P.A.R. Machado. 1991. Contribuição ao conhecimento dos odonatos da Estação Ecológica de Maracá. *Acta Amazônica* 21: 159–173. <https://doi.org/10.1590/1809-43921991211173>

- Nessimian, J.L. 1995. Composição da fauna de invertebrados bentônicos em um brejo entre dunas no litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 7: 41–59.
- O'Brien, M. 1997. Michigan Odonata Survey's Collector Manual version 1.0. University of Michigan 36p. Disponível em <<http://michodonata.org/moshandbk.pdf>> Acessado em: 29 de janeiro de 2018.
- Oksanen, J., G.F. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens, E. Szoecs & H. Wagner. 2015. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-3. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>> Acessado em 14 de novembro de 2017.
- Pinto, A.P. 2016. A fauna de libélulas da América do Sul: a última fronteira a ser desvendada. *Informativo Sociedade Brasileira de Zoologia* 7–9.
- Pinto, A.P. & C.J.E. Lamas. 2011. *Oligoclada mortis* sp. nov. from Rondônia State, Brazil, and distributional records of other species of the genus (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology* 14: 291–303. <https://doi.org/10.1080/13887890.2011.629942>
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>. Acessado em 01 de fevereiro de 2018.
- Renner, S., E. Périco & G. Sahlén. 2016. List of Odonates from the Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA – SFP), with two new distribution records for Rio Grande do Sul, Brazil. *Biota Neotropica* 16(3): 01–07. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2015-0132>
- Rodrigues, M.E. & F.O. Roque. 2017. Checklist de Odonata do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* 117: 107–111. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017117>
- Souza, M.M., B. Souza, M.C.S.A. Pereira & A.B.M. Machado. 2013. List of Odonates from Mata do Baú, Barroso, Minas Gerais, Brazil. *Check List* 9(6):1367–1370. <https://doi.org/10.15560/9.6.1367>
- Takiya D., A. Santos, Â. Pinto, A. Henriques-Oliveira, A. Carvalho, B. Sampaio, B. Clarkson, F. Moreira, F. Avelino-Capistrano, I. Gonçalves, I. Cordeiro, J. Câmara, J. Barbosa, W. de Souza & J. Rafael. 2016. Aquatic Insects from the Caatinga: checklists and diversity assessments of Ubajara (Ceará State) and Sete Cidades (Piauí State) National

- Parks, Northeastern Brazil. *Biodiversity Data Journal* 195 p.
<https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e8354>
- Teixeira, M.C. 1971. Contribuição para o conhecimento da fauna odonitológica do Rio Grande do Sul. *Arquivos do Museu Nacional* 54: 17–24.
- Vilela, D.S., R. Guillermo-Ferreira & K. Del-Claro. 2016. The odonata community of a Brazilian vereda: Seasonal patterns, species diversity and rarity in a palm swamp environment. *Bioscience Journal* 32: 486–495. <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n2a2016-30491>
- Vilela, D.S., T.A. Tosta, R.R. Rodrigues, K. Del-Claro & R. Guillermo-Ferreira. 2017. Colours of war: visual signals may influence the outcome of territorial contests in the tiger damselfly, *Tigriagrion aurantinigrum*. *Biological Journal of the Linnean Society* 121: 786–795. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx024>
- Von Ellenrieder, N. 2009. Databasing dragonflies: state of knowledge in the Neotropical region. *Agrion* 13: 58–72.
- Whittaker, R.J., M.B. Araujo, J. Paul, R.J. Ladle, J.E.M. Watson & K.J. Willis. 2005. Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11: 3–23. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x>

CAPÍTULO 2

RELAÇÃO ENTRE A DIVERSIDADE DE ODONATA E A INTEGRIDADE DE HABITATS AQUÁTICOS EM UMA ÁREA DE CERRADO EM MINAS GERAIS

RESUMO

Libélulas são encontradas em abundância em ambientes aquáticos pois necessitam obrigatoriamente destes ambientes para completar o seu ciclo de vida. A larva aquática precisa de determinados recursos para seu desenvolvimento. Portanto, é de se esperar que habitats aquáticos íntegros, com uma boa qualidade da água e os recursos naturais preservados, apresentariam maior diversidade de Odonata. Em uma área com predominância de silvicultura de Eucalipto, foram selecionados 13 ambientes aquáticos (lagoas) para a coleta de libélulas adultas. A qualidade da água e a integridade física destes locais também foram analisadas. A qualidade da água foi verificada pelos valores de parâmetros físico-químicos medidos através de sondas multiparâmetros. Para se medir a integridade física das áreas amostradas, foi usado um modelo de Índice de Integridade do Habitat (IIH) proposto para verificar o grau de conservação de ambientes aquáticos. Os resultados mostraram que não houve grandes variações nos parâmetros físico-químicos medidos nos diferentes ambientes, entretanto a integridade física variou entre 0,44 e 0,80, mostrando que existe uma diferença na grau da conservação entre os habitats. Não houve relação significativa entre os parâmetros físico-químicos medidos com a riqueza e abundância de Odonata. Porém houve relação positiva significativa entre a riqueza ($X_{1,11}^2 = 5,671$; $p = 0,02$) e abundância ($X_{1,11}^2 = 38,275$; $p < 0,001$) de Odonata e entre a abundância de Zygoptera ($X_{1,11}^2 = 22,494$; $p < 0,001$) em função do IIH. Os diferentes ambientes aquáticos analisados possuem diferenças na conservação da zona ripária, na presença de detritos e plantas aquáticas nas áreas alagadas, no tamanho do fragmento preservado onde estão inseridas, e na distância das áreas alagadas com as silviculturas de eucalipto. A riqueza de ambas as subordens foram maiores em ambientes com maior nível de preservação pois ambas estão adaptadas a utilizar de recursos existentes em maior proporção em ambientes íntegros para sua sobrevivência e reprodução. A abundância de Zygoptera foi maior em locais mais íntegros, pois além de apresentarem os recursos necessários ao estabelecimento da Ordem, estes locais apresentam maior proporção de áreas sombreadas, essencial para muitas espécies pertencentes a esta subordem. Pode-se concluir que a transformação de áreas naturais em áreas de silvicultura de eucalipto altera a integridade de ambientes aquáticos próximos, alterando a diversidade de Odonata existente.

Palavras-chave: Odonata, Integridade, Conservação, Zygoptera, Anisoptera.

CHAPTER 2

THE INFLUENCE OF AQUATIC HABITAT INTEGRITY IN THE ODONATA COMMUNITY FROM A CERRADO AREA AT MINAS GERAIS

ABSTRACT

Odonata species can be found in great abundance at aquatic environments, as they need those ambients to complete their life cycle. Some resources are necessary for the development of their aquatic larvae. Therefore, less disturbed habitats, that possess good quality of freshwater and preserved natural resources could present higher Odonata diversity. Were selected 13 aquatic habitats in an eucalyptus farming area to collect adult dragonflies. We analysed the quality of water and physical integrity of the sampled points. To verify the water quality, we used a multiparameter probe that measured some physical-chemical parameters related to water's integrity. To measure the physical integrity of the sampled area, we used a Habitat Integrity Index (HII) model proposed to verify the conservation level of aquatic environments. The results showed no variation in the physical-chemical conditions of water pounds, despite the physical integrity ranged from 0,44 to 0,80, pointing differences in the habitat's conservation level. There was no significant relationship between the physical-chemical parameters with the richness and abundance of Odonata. Despite we found positive relationship between Odonata's richness ($X_{1,11}^2 = 5,671$; $p = 0,02$) and abundance ($X_{1,11}^2 = 38,275$; $p < 0,001$) with the HII values as between Zygoptera abundance ($X_{1,11}^2 = 22,494$; $p < 0,001$) and the HII values. The different lentic habitats presented different levels of: (1) riparian zone integrity; (2) detritus in the pound's bottom and aquatic plant's composition; (3) the size of native plants preserved fragment around the pound; and (4) distances from the eucalyptus' farming. Both suborders presented higher richness in more preserved habitats, due to both has species that are better adapted to the present resources at preserved habitats. Zygoptera's abundance was higher in habitats with high HII values, due to the presence of resources that is necessary to their survivor and reproduction, and greater proportion of shaded places, that is essential for this suborder's thermoregulatory mechanisms. We can conclude that the transformation of natural areas in eucalyptus farming alter the integrity of closer riparian zones and the associated water bodies, affecting Odonata diversity from this habitats.

Key-words: Odonata, Integrity, Conservation, Zygoptera, Anisoptera.

2.1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado abrange a região central do Brasil, e originalmente ocupava cerca de 21% do território nacional, sendo assim considerado o segundo maior bioma brasileiro, ficando atrás apenas da Amazônia (Boulaug 2002). O Cerrado possui um terço da biodiversidade total do Brasil e aproximadamente 5% da fauna e flora global e atualmente está passando por um processo acelerado de degradação ambiental, ocasionado pela expansão da pecuária e agricultura (Hogan *et al.* 2002; Klink & Machado 2005). Esta expansão agrícola produz paisagens dominadas pelo homem que apresentam diferentes níveis de impacto ambiental (Blair 1996; Mottet *et al.* 2006).

Alguns estudos demonstraram que conversões de sistemas naturais terrestres em sistemas agrícolas podem causar alterações na biodiversidade em ambientes aquáticos próximos (Allan 2004; King *et al.* 2011; Monteiro-Junior *et al.* 2014, 2015). Organismos que habitam zonas ripárias possuem atributos biológicos que os fazem sensíveis a alterações da paisagem que podem causar a fragmentação de habitats. Estes atributos estão relacionados à: (1) habilidade de dispersão; (2) especificidade de habitat, (3) seleção de habitat, (4) requerimento de micro-habitats ou de áreas naturais grandes para estabelecerem sua população, e (5) disposição dos recursos chave (Banks-Leite *et al.* 2012).

O avanço das práticas agrícolas em direção a corpos d'água pode levar a remoção ou substituição da vegetação ripária, resultando em um efeito negativo direto no insumo de material orgânico que constituem a fonte de energia primária das cadeias tróficas de corpos d'água (De Long & Brusven 1994; Pozo *et al.* 1997). Estas modificações podem alterar a estrutura física, hidrologia e qualidade da água. Esse avanço da ação antrópica sobre ambientes aquáticos podem incluir a deposição de diferentes tipos de sedimento na água, a remoção do substrato presente no leito, a drenagem da água, as modificações das áreas na margem, as construções de barragens e reservatórios, a deposição de detritos domésticos ou provenientes da agricultura, pecuária e indústrias (McClain & Elsenbeer 2001; Davidson *et al.* 2004; Melo *et al.* 2005).

Insetos, como qualquer outro grupo de animais, precisam de uma variedade de recursos para estabelecer uma população viável no habitat. As espécies de Odonata podem ser afetadas por alterações ambientais locais, como a alteração da qualidade da água, que pode ser medida por variáveis como a concentração de poluentes, o pH, a condutividade elétrica, o oxigênio dissolvido e a temperatura da água (Corbet 1999; Oliveira-Júnior *et al.* 2017). Isto ocorre pois espécies da ordem Odonata possuem uma fase aquática em seu ciclo de vida

(Simaika & Samways 2009), o que exige a existência de determinadas características nestes habitats para a sua reprodução e sobrevivência.

Muitas espécies de Odonata possuem oviposição endofítica em plantas aquáticas específicas (Corbet 1999). Quando as larvas eclodem, normalmente vivem enterradas dentro de determinados tipos de sedimentos e detritos de origem alóctone presentes no leito de corpos d'água, ou escondidas na vegetação aquática, e assim aumentam suas chances de obterem alimento e proteção contra predadores (Westfall 1984; Johansson 1991). Os machos adultos são territoriais e dependem do ambiente aquático pois defendem áreas onde as fêmeas podem ser facilmente encontradas (Jacobs 1955; Conrad & Pritchard 1992). As fêmeas por sua vez visitam corpos d'água para copular e ovipor (Michiels & Dhondt 1989, 1991), e baseiam a seleção de habitat na qualidade dos recursos que irão garantir a sobrevivência da prole (Harvey & Corbet 1985; Alcock 1987).

Além das características físicas dos corpos d'água, como a presença de plantas aquáticas e a composição do sedimento e dos detritos presente no leito, na fase adulta, algumas espécies também precisam de uma determinada estrutura física de habitats terrestres próximos para sobreviverem. Muitas espécies da subordem Zygoptera, necessitam de uma mata ciliar preservada, com áreas sombreadas e pouca incidência de luz solar, para manter sua termorregulação (Corbet 1999; Oliveira-Júnior *et al.* 2017). Ao contrário, espécies de Anisoptera parecem se adaptar bem em ambientes pouco sombreados, com maior entrada de luz, e algumas espécies não apresentam tanta restrição em ocupar ambientes degradados (Juen *et al.* 2014; Monteiro-Júnior *et al.* 2014; Oliveira-Júnior *et al.* 2017)

Estudos empíricos e teóricos mostram que a biodiversidade pode decrescer, em alguns casos de maneira proporcional, com a perda e degradação dos habitats de uma paisagem natural (Hanski 2011; Estavillo *et al.* 2013; Lima & Mariano-Neto 2014; Ochoa-Quintero *et al.* 2015). Libélulas necessitam de particularidades presentes em seus habitats naturais para sua termorregulação, dispersão, sobrevivência e reprodução (Corbet 1999). Portanto, transformações de áreas naturais em sistemas agrícolas podem alterar a integridade de zonas alagadas e da vegetação ao longo de lagos e rios, e influenciar a estrutura das comunidades de libélulas (De Marco Jr. *et al.* 2015; Petersen *et al.* 2004).

Este trabalho teve o intuito de verificar se a transformação de paisagens naturais do bioma Cerrado em paisagens dominadas por monoculturas, principalmente silviculturas de Eucalipto, podem influenciar a integridade de ambientes aquáticos próximos, as características físico-químicas da água, e assim afetar a diversidade de libélulas (Odonata: Insecta) que habitam tais ambientes. As seguintes hipóteses foram propostas para este

trabalho: (1) Quanto maior o nível de conservação do habitat, maior a diversidade (riqueza e abundância) de Odonata; e (2) habitats aquáticos com diferentes níveis de conservação apresentam diferentes características físico-químicas da água e estas diferenças podem influenciar a estrutura da comunidade de Odonata.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este trabalho foi realizado na Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais. A Fazenda se estende pela zona rural de cinco municípios: Araguari, Estrela do Sul, Indianópolis, Nova Ponte e Romaria, possuindo uma área de 52 mil hectares. A administração da Fazenda se localiza na zona rural de Indianópolis (18°53'59"S, 47°53'20"O). A silvicultura de eucalipto é a principal atividade da Fazenda, porém de acordo com o artigo 12 da lei nº 12.651 (Brasil 2012), cerca de 20% de sua área foi preservada como Reserva Legal, sem plantação de eucalipto. A Reserva Legal possui as seguintes fitofisionomias: cerrado *stricto sensu*, campo limpo, campo sujo, covaais em regeneração e veredas. A Reserva Legal da Fazenda se encontra fragmentada, dentro da matriz da silvicultura de eucalipto e outras monoculturas de fazendas vizinhas, como milho e trigo.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área de estudo, é Aw, com uma estação quente e úmida (outubro a março) e outra mais fria e seca (abril a setembro). A temperatura anual média é 23°C e a precipitação anual varia em cerca de 1.500 mm (Klink & Machado 2005). As coletas de dados foram realizadas em 13 pontos escolhidos de maneira aleatória, referente as áreas alagadas (lagoas originadas por ação antrópica e naturais de veredas) da Fazenda (FIGURA 1; FIGURA 2). Mais informações sobre a área de estudo podem ser encontrada na apresentação (PÁGINA 3).

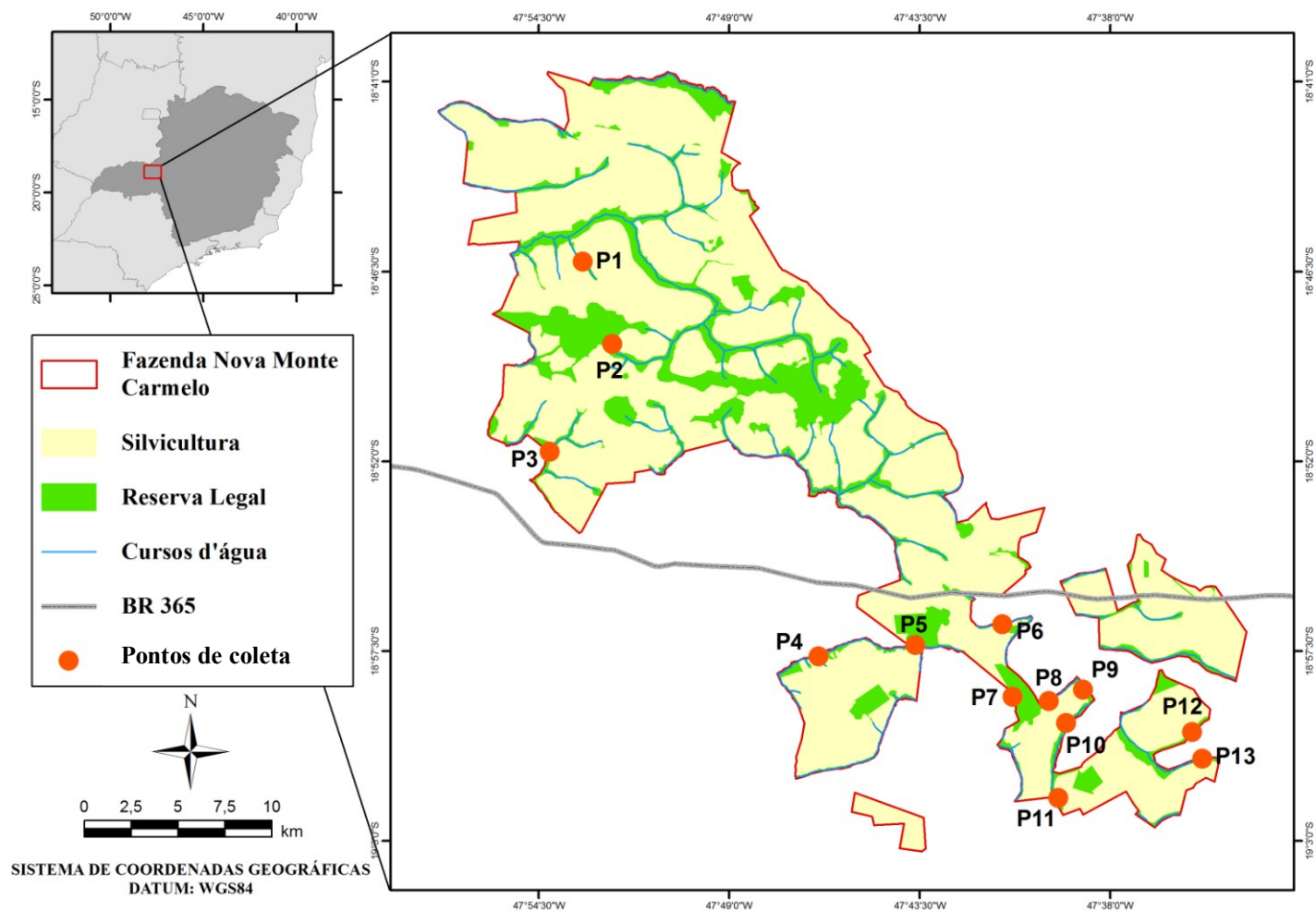


FIGURA 1: Mapa da Fazenda Nova Monte Carmelo, localizada no Triângulo Mineiro (Minas Gerais), com os 13 pontos referentes às lagoas amostradas.



FIGURA 2: Fotos de algumas das lagoas amostradas. As fotos equivalem aos pontos apresentados na figura 1: A – P1; B – P3; C – P4; D – P5; E – P8; F – P11; G – P12; H – P13.

2.2 Coleta de dados

2.2.1 Coleta e preservação das libélulas

A coleta das libélulas adultas foi a mesma para ambos os capítulos. O período de coleta foi entre abril e junho de 2017. As coletas foram realizadas por duas pessoas, com a utilização de duas redes entomológicas do tipo puçá, com 45 cm de diâmetro e 90 cm de comprimento. As libélulas foram coletadas durante um período de 3 horas, entre as 10h e 15h, em cada uma das 13 lagoas selecionadas, totalizando 39 horas. Para a coleta foram selecionados quatro trechos de 25 metros cada, ao redor das lagoas, totalizando 100 metros de perímetro (FIGURA 3). Em cada hora, cada trecho foi percorrido durante 15 minutos, e repetidos nas duas horas que se seguiram.

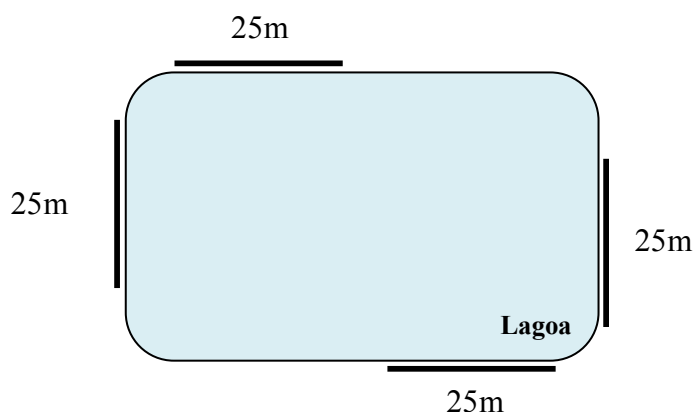


FIGURA 3: Esquema sobre a metodologia utilizada para a coleta dos odonatos adultos.

Os espécimes foram encaminhados para o Laboratório de Ecologia – Evolução da Biodiversidade (LEEBIO) localizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU). No Laboratório, os insetos foram resfriados em um *freezer* a -15°C por três horas, imersos em acetona entre 8 e 16 horas, dependendo do seu tamanho para a conservação da cor e dissolução de gorduras (O'Brien 1997), e posteriormente encaminhados para a estufa, onde foram expostos a temperatura de 30°C durante 4 horas, para a desidratação, possibilitando assim seu armazenamento à longo prazo. Os espécimes foram encaminhados aos biólogos especialistas MSc. Diogo Silva Vilela e Frederico Augusto de Atayde Lencioni para a identificação ao nível de espécie com a utilização de chaves taxonômicas (Lencioni 2005, 2006; Garrison 2006).

2.2.2 Parâmetros físico-químicos

Para caracterizar a qualidade da água das lagoas estudadas, alguns parâmetros físico-químicos normalmente utilizados foram medidos. As medidas foram feitas com a utilização da sonda multiparâmetros Hanna HI 98194, e o medidor de turbidez Hanna HI 98703-01. As seguintes variáveis foram medidas: potencial hidrogeniônico (pH), potencial de oxirredução (POR), oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (Ce), sólidos totais dissolvidos (STD), temperatura e turbidez. As medidas foram feitas entre as 12h e 13h.

2.2.3 Índice de integridade do habitat (IIH)

Para verificar o nível de conservação das 13 áreas onde foram realizadas as coletas, foi utilizado o Índice de Integridade do Habitat (IIH) proposto por Nessimian *et al.* (2008), adaptado para a fisionomia encontrada na Fazenda Nova Monte Carmelo, levando em consideração as características físicas das lagoas e do ambiente terrestre no entorno. Este índice mede as características físicas do habitat de acordo com sua integridade. O índice original e suas adaptações posteriores foram eficazes para relacionar a diversidade de insetos aquáticos, como Heteroptera, Trichoptera, Ephemeroptera e Odonata com perturbações de habitats ao redor de lagoas, rios, igarapés e outros espelhos d'água (Dias-Silva *et al.* 2010; Pereira *et al.* 2012; Brasil *et al.* 2013; Monteiro-Júnior *et al.* 2014).

As áreas onde se encontram as poças d'água foram analisadas de acordo com as características e suas condições apresentadas na tabela 1. Cada característica possui de 4 a 6 condições que medem o nível de preservação do ambiente em análise. Os maiores valores indicam que o ambiente apresenta bom nível de conservação para determinada característica. O valor observado para cada condição (a_o) foi dividido pelo valor máximo da característica (a_m , eq. 1), para garantir que cada condição tivesse o mesmo peso na análise. O IIH é o valor médio para o total de características do habitat amostradas (n , eq. 2). Este valor final pode variar de 0 a 1 e está diretamente relacionado com a integridade do hábitat dos locais analisados.

$$\text{Equação 1: } p_i = a_o / a_m$$

$$\text{Equação 2: } \text{IIH} = \sum_{i=1} P_i / n$$

TABELA 1: Índice de Integridade baseado no Índice original de Nessimian *et al.* (2008) com suas características, condições e pontuações.

Características		Condições	Pontuação
C1	Uso da terra além da mata ciliar	Sem atividades agrícolas	4
		Cultivos agrícolas de ciclo longo (Eucalipto)	3
		Mescla de cultivos de ciclo longo e curto	2
		Cultivos agrícolas de ciclo curto (milho, trigo)	1
C2	Perímetro da Reserva Legal (sem plantação) ao redor da lagoa*	Maior do que 0,8km ²	5
		0,5km ² – 0,8km ²	4
		0,3km ² – 0,5km ²	3
		0,01km ² – 0,3km ²	2
		0km ²	1
C3	Condição da Reserva Legal	Mais de 90% conservada, sem espécies invasoras	6
		Mais de 90% conservada, com poucas espécies invasoras	5
		Parte conservada e parte em regeneração com predominância de arbustos e árvores	4
		Parte conservada e parte em regeneração com predominância de gramíneas	3
		Em regeneração com predominância de arbustos e árvores	2
		Em regeneração com predominância de gramíneas	1
C4	Distância da margem da lagoa à plantação	Maior ou igual a 100m	5
		De 30m a 100m	4
		De 5m a 30m	3
		De 1m a 5m	2
		Sem	1
C5	Hábito das plantas aquáticas	Plantas com três hábitos (submersas, flutuantes e enraizadas)	4
		Plantas com dois hábitos	3
		Plantas com um hábito	2
		Sem plantas aquáticas	1
C6	Característica dos detritos	Basicamente folhas e troncos, com sedimento	4
		Poucas folhas e troncos, com sedimento	3
		Sem detritos, com sedimento	2
		Sem detritos, sedimento fino e anaeróbico	1

C7	Lixo	Ausente	4
		Presente ao redor da poça	3
		Presente ao redor e dentro da poça	2
		Presente dentro da poça	1
C8	Atividades humanas na lagoa	Sem presença humana	4
		Apenas drenagem de água	3
		Apenas atividades recreativas	2
		Atividades recreativas e drenagem de água	1
C9	Vegetação da zona ripária	Mais de 90% composta por arbustos ou árvores não pioneiras	5
		Mescla de espécies pioneiras e árvores maduras	4
		Mescla de gramíneas, arbustos e árvores pioneiras	3
		Predominância de gramíneas, com poucos arbustos ou árvores	2
		Predominantemente sem vegetação	1
C10	Leito da lagoa	Composta por terra firme ou rochas de vários tamanhos, estável	4
		Composta por rochas instáveis, com lodo em algumas áreas	3
		Composta por lodo, brita, areia, estável em algumas áreas	2
		Instável, uniforme, composta por areia ou lodo, lagoa sem substrato rochoso	1

* As áreas dos pontos analisados foram medidas através do aplicativo Google Earth.

2.3 Análises estatísticas

Para analisar os padrões de abundância de indivíduos e riqueza de espécies de libélulas com o IIH e com os parâmetros físico-químicos coletados, foram utilizados modelos de regressão linear com erros Poisson e quando necessários em função da existência de sobredispersão, foram ajustados modelos com erros binomiais negativos, que podem ser utilizados para dados de contagem sobredispersos utilizando diferentes rotinas no programa R (R Core Team 2017). Todas as análises foram submetidas à verificação das suposições dos modelos estatísticos com análise dos resíduos.

Para analisar a composição da odonatofauna foi utilizado o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis (Legendre & Legendre 1998; Quinn & Keough 2002). Para cada ponto o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis foi usado para construir uma matriz de dissimilaridade (matriz de distância ecológica) baseada na composição de espécies de libélulas (Kindt & Coe 2005; Legendre & Legendre 1998). A distância de Bray-Curtis foi calculada entre cada par de sítios de coleta. O índice de distâncias foi usado para construir uma matriz de dissimilaridade (matriz de distâncias ambiental) baseada nas diferenças dos valores de IIH entre as lagoas. Para responder se a dissimilaridade faunística aumenta com a distância ambiental foi utilizado o teste de Mantel. A correlação de Mantel (Legendre & Legendre 1998; Kindt & Coe 2005) foi calculada e sua significância obtida através da permutação entre os sítios (10000 vezes). As análises foram feitas com o pacote BiodiversityR utilizando a rotina proposta por (Kindt & Coe 2005).

3. RESULTADOS

3.1. Coleta das libélulas

As libélulas coletadas nas lagoas pertencem à seis famílias, 21 gêneros e 36 espécies. As espécies coletadas em cada lagoa podem ser visualizadas na TABELA 2. A maioria dos pontos de coleta se tratavam de ambientes aquáticos lênticos, mas em três pontos (P3, P5 e P13), além da lagoa, foram encontrados também pequenos canais com fluxo de água. Nestes pontos, as espécies *Hetaerina longipes* Hagen & Selys 1853, *Hetaerina rosea* Selys 1853, *Mnesarete pudica* Hagen in Selys, 1853, *Argia lilacina* Selys, 1865 e *Tigriagrion* sp. nov. foram coletadas, e normalmente habitam ambientes lóticos (Ferreira-Peruquetti & De Marco 2002; Vilela *et al.* 2016).

TABELA 2: Tabela referente às espécies coletadas nas 13 lagoas analisadas dentro da Reserva Legal da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais (X ocorrência; – ausência).

ODONATA	Lagoas													Total*
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	
ANISOPTERA														
Aeshnidae														
<i>Anax amazili</i> Burmeister, 1839	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Remartinia luteipennis</i> Burmeister, 1839	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	1
Gomphidae														
<i>Cacoides latro</i> Erichson, 1848	X	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	2
Libellulidae														
<i>Elasmothemis williamsoni</i> Ris, 1919	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Erythrodiplax ana</i> Guillermo-Ferreira & Vilela 2016	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>E. castanea</i> Burmeister, 1839	X	X	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
<i>E. fusca</i> Rambur, 1842	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	1
<i>E. juliana</i> Ris, 1911	X	X	X	–	–	X	X	X	X	X	–	–	X	9
<i>E. latimaculata</i> Ris, 1911	X	X	X	–	X	X	X	X	X	–	–	X	–	9
<i>Idiataphe amazonica</i> Kirby, 1889	–	X	–	–	–	–	–	–	X	–	X	–	–	3
<i>I. longipes</i> Hagen, 1861	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	1
<i>Micrathyria catenata</i> Calvert, 1909	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	1
<i>M. hesperis</i> Ris, 1911	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Oligoclada abbreviata</i> Machado & Machado, 1993	X	X	–	X	–	–	X	X	–	–	–	–	–	5
<i>Orthemis discolor</i> Burmeister, 1839	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Tramea binotata</i> Rambur, 1842	X	X	X	–	X	–	–	X	–	–	–	X	–	6
ANISOPTERA POR LAGOA	7	7	6	1	3	4	6	5	5	4	2	3	2	
ZYGOPTERA														
Calopterygidae														
<i>Hetaerina longipes</i> Hagen & Selys, 1853	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>H. rosea</i> Selys, 1853	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Mnesarete pudica</i> Hagen in Selys, 1853	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	1
Coenagrionidae														

<i>Acanthagrion gracile</i> Rambur, 1842	–	–	–	–	X	X	–	–	–	–	–	–	–	2
<i>A. lancea</i> Selys, 1876	–	–	X	–	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
<i>A. temporale</i> Selys, 1876	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	1
<i>A. truncatum</i> Selys, 1876	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13
<i>Argia lilacina</i> Selys, 1865	–	–	X	–	X	–	–	–	–	–	–	–	X	3
<i>Cyanallagma nigrinuchale</i> Selys, 1876	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Homeoura chelifera</i> Selys, 1876	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	1
<i>Ischnura capreolus</i> Hagen, 1861	–	–	–	–	–	X	–	X	X	X	–	X	X	6
<i>I. fluviatilis</i> Selys, 1876	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	X	–	X	2
<i>Oxyagrion microstigma</i> Selys, 1876	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	X	12
<i>O. santosi</i> Martins, 1967	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>O. terminale</i> Selys, 1876	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Telebasis carmesina</i> Calvert, 1909	X	X	–	–	X	X	X	X	X	X	–	X	–	9
<i>T. coccinea</i> Selys, 1876	–	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Tigriagrion</i> sp. nov.	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
Lestidae														
<i>Lestes auritus</i> Hagen in Selys, 1862	–	X	–	–	–	–	–	–	X	X	–	–	–	3
<i>L. forficula</i> Rambur, 1842	–	X	–	–	–	–	X	–	–	X	–	–	–	3
ZYGOPTERA POR LAGOA	3	5	7	2	10	7	5	5	7	7	3	5	8	
ESPÉCIES POR LAGOA	10	12	13	3	13	11	11	10	12	11	5	8	10	

* Número de ocorrências nas diferentes lagoas.

3.2 Índice de Integridade do habitat (IIH)

O valor do índice variou de 0,44 a 0,8 (TABELA 3). Os pontos com $IIH \geq 7$; P3 ($IIH = 0,73$); P5 ($IIH = 0,7$); P8 ($IIH = 0,73$); e P9 ($IIH = 0,8$), apresentam estado de conservação satisfatório. Dentre as características que aumentaram a integridade nestes pontos estão: (1) perímetro da reserva legal ao redor da lagoa de tamanho grande ($>0,5 \text{ km}^2$); (2) Reserva Legal conservada, com predominância de espécies nativas; (3) presença de detritos nas lagoas; (4) vegetação da zona ripária com predominância de árvores e arbustos maduros; e (5) leito da lagoa estável, composto por terra firme e rochas de diferentes tamanhos. As três piores áreas amostradas foram P4 ($IIH = 0,55$), P11 ($IIH = 0,44$) e P13 ($IIH = 0,54$). Nestes três pontos, foi constatado características como: (1) perímetro da reserva legal ao redor da lagoa de tamanho pequeno ($<0,5 \text{ km}^2$); (2) espaço curto entre a margem da lagoa e as culturas; (3) atividades recreativas humana nas lagoas; (4) zona ripária com poucas árvores ou arbustos; e (5) leito homogêneo, com predominância de areia ou lodo.

A riqueza total de espécies de libélulas aumentou com o IIH ($X_{1,11}^2 = 5,671$; $p = 0,02$, FIGURA 4A). Quando a riqueza de espécies de zigópteros ($X_{1,11}^2 = 2,774$; $p = 0,09$) e anisópteros ($X_{1,11}^2 = 2,994$; $p = 0,08$) foram analisadas separadamente, não foi encontrado nenhuma relação significativa com o IIH, porém ao analisar no gráfico de distribuição de pontos, observamos que a riqueza de Zygoptera e Anisoptera é maior em locais com maiores valores do IIH (FIGURA 4BC).

A abundância total das libélulas ($X_{1,11}^2 = 38,275$; $p < 0,001$; FIGURA 5A) e a abundância de zigópteros ($X_{1,11}^2 = 22,494$; $p < 0,001$; FIGURA 5B) aumentaram com o IIH. Entretanto, a abundancia de anisópteros ($X_{1,11}^2 = 2,438$; $p = 0,12$) não foi relacionada com o IIH, mas pode-se observar que os locais com maiores valores de IIH apresentaram maior abundância (FIGURA 5C). Quando comparamos a proporção da riqueza de zigópteros em relação à riqueza de anisópteros em função do IIH observamos que não foi encontrada uma relação significativa do aumento de espécies de zigópteros/anisópteros com o IIH ($X^2 = 0,052$; $p = 0,82$).

A média, o desvio padrão, o valor máximo e o valor mínimo da riqueza, abundância, Índice de Integridade (IIH) podem ser vistos na TABELA 3.

TABELA 3: Estatística descritiva: média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo da riqueza, abundância, Índice de Integridade do Habitat (IIH).

Análise descritiva	IIH	Riqueza	Abundância
Média	0,64	9,93	54,3
Desvio Padrão	0,09	2,9	24,9
Valor mínimo	0,44	3	9
Valor máximo	0,8	13	93

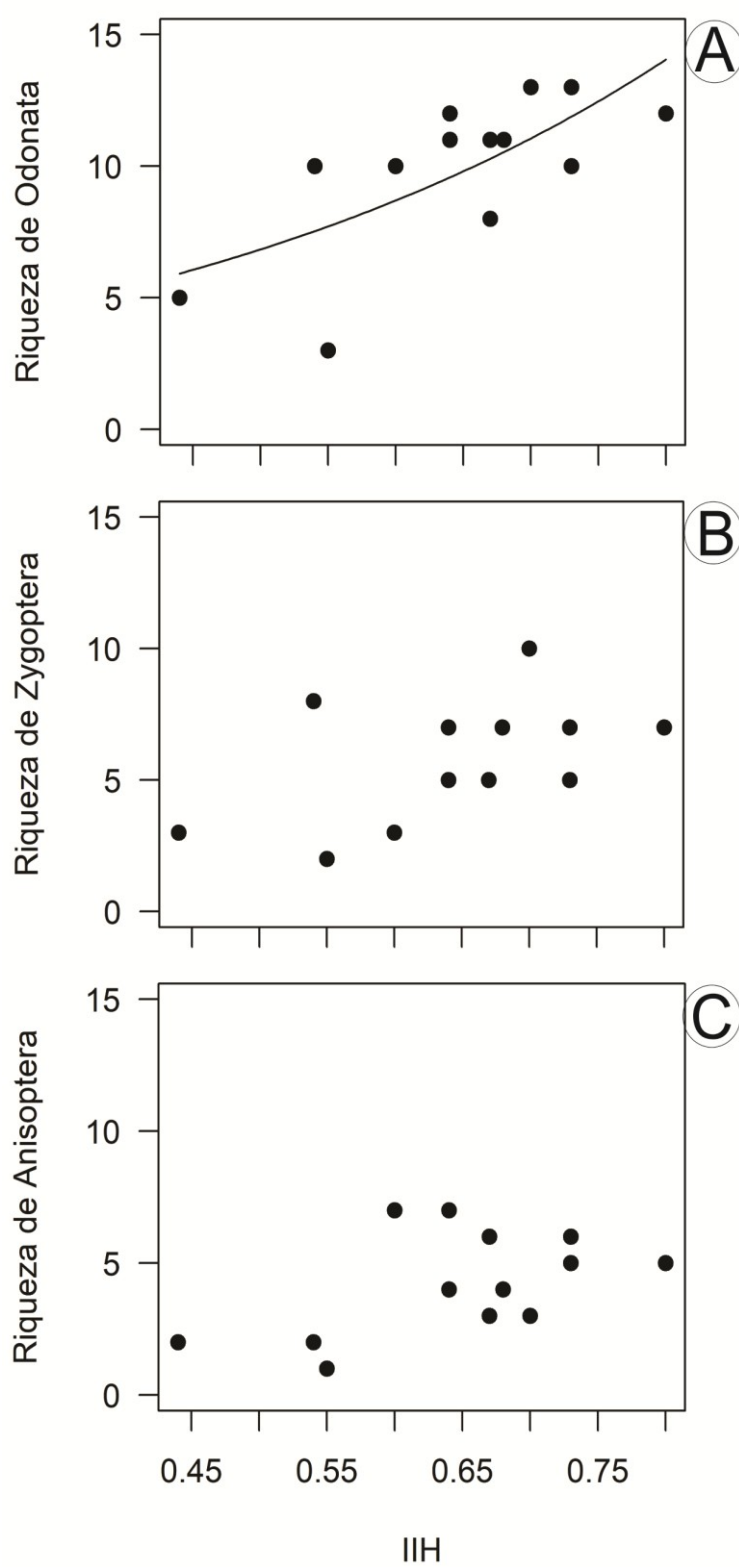


FIGURA 4. Riqueza de Odonata, Zygoptera e Anisoptera em função do Índice de Integridade do Habitat (IIH). A – Odonata; B – Zygoptera; C – Anisoptera.

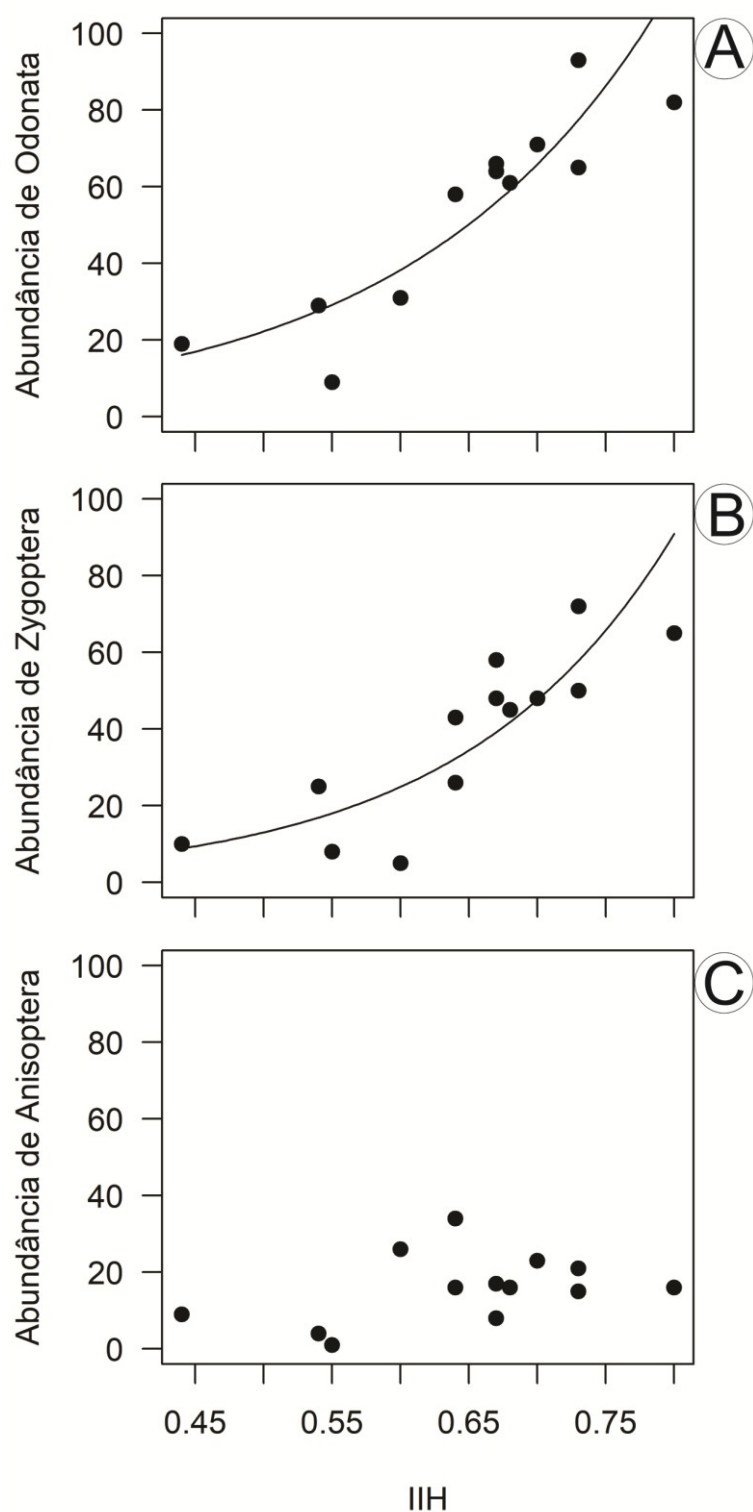


FIGURA 5: Abundância de Odonata, Zygoptera e Anisoptera em função do Índice de Integridade do Habitat (IIH). A – Odonata; B – Zygoptera; C – Anisoptera.

Corpos de água com diferentes IIH tem composições diferentes de espécies de libélulas. Quanto maior a diferença entre os índices de integridade medidos, maior a dissimilaridade faunística ($r = 0.41$; $p = 0.004$; FIGURA 6).

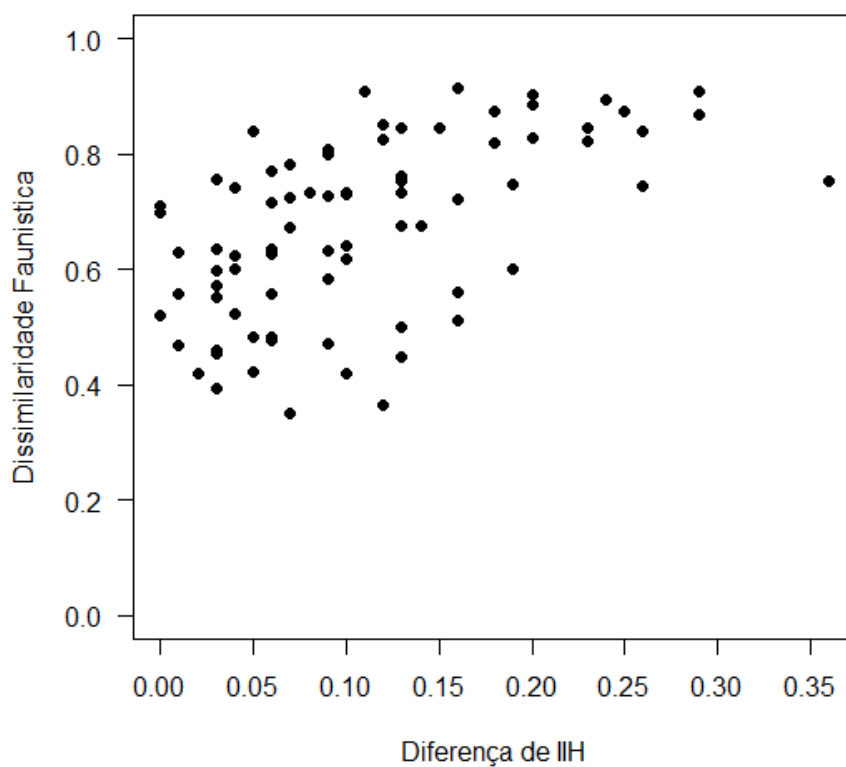


FIGURA 6: Distribuição de pontos sobre a dissimilaridade faunística encontrada em função das diferenças entre os Índices de Integridade do Habitat (IIH) obtidos.

3.3 Parâmetros físico-químicos

Os valores do POR tiveram média de $169,82 \pm 0,3$ mV ($\bar{X} \pm DP$), indicando um potencial baixo para oxirredução. Valores de Ce variaram de 1 a 5 e STD de 1 a 2, com excessão da P7, que apresentou valores discrepantes para estas variáveis ($Ce = 13\sigma$, $STD = 7ppm$). O OD variou de 0,66 mg/L à 3,07mg/L. A porcentagem de OD variou entre 9,1% e 44,1%. A temperatura variou de 28,5°C a 17,6°C. A turbidez oscilou entre 0,97 UNT (Unidades Nefelométrica de Turbidez) e 5,05 UNT. Os valores das variáveis físico-químicas medidas podem ser vistas na TABELA 4.

Quanto aos testes de regressão linear, nenhum parâmetro físico-químico apresentou relação com a riqueza e abundância de Odonata ($p > 0,05$). Ao utilizar as medidas do IIIH como variáveis preditoras e os parâmetros como variáveis respostas, também não foi constatado relações de significância ($p > 0,05$).

TABELA 4: Coordenadas dos pontos e valores das variáveis físico-químicas analisadas (POR: Potencial de Oxirredução; OD: Oxigênio Dissolvido; Ce: Condutividade elétrica; Sd: Sólidos dissolvidos; T: Temperatura).

Pontos	Coordenadas	pH	POR (mV)	OD (mg/L)	Ce (μ S/cm)	Sd (mg/L)	T (°C)	Turbidez (NTU)
P1	18°46'14"S, 47°53'12"O	7,2	166,3	0,66	1	1	26,4	1,51
P2	18°48'35"S, 47°52'17"O	6,43	188,3	2	4	2	28,5	5,05
P3	18°51'42"S, 47°54'12"O	7,38	171,7	0,96	2	1	22	4,33
P4	18°57'39"S, 47°46'24"O	6,7	104,8	1,73	5	2	17,7	1,65
P5	18°57'19"S, 47°43'36"O	5,5	212,7	1,37	3	2	23,2	4,86
P6	18°56'42"S, 47°41'07"O	5,9	185,6	1,08	2	1	27,4	1,74
P7	18°58'51"S, 47°40'47"O	8,65	113,2	3,07	13	7	28,3	1,42
P8	18°58'56"S, 47°39'47"O	7,05	159,9	1,17	2	1	26	1,18
P9	18°58'40"S, 47°38'42"O	7,83	177,6	1,35	4	2	24,7	4,03
P10	18°59'39"S, 47°39'14"O	6,7	189	1,17	3	1	23,9	2,83
P11	19°01'50"S, 47°39'34"O	6,1	189,5	1,24	3	2	28	4,48
P12	18°59'48"S, 47°35'46"O	7,2	177	1,1	3	1	24	2,92
P13	19°00'37"S, 47°35'16"O	7,55	172,1	0,9	2	1	19,6	0,97

4. DISCUSSÃO

Os valores de turbidez abaixo de 40 UNT, indicam que as lagoas poderiam ser destinada à recreação de contato primário (CONAMA 357/2005), atividade constatada em algumas delas (P11 e P13). Os valores de OD foram relativamente baixos ($\bar{X} = 1,4$ mg/L) devido a se tratar de ambientes lênticos, onde a água possui movimento estagnado ou lento. A lagoa encontrada em P7 apresentou os valores mais altos para POR, Ce, OD e STD por se localizar ao lado de uma estrada de terra com alto fluxo de transportes automotores, ocasionando em movimentos da água, com consequente aumento da oxigenação, dos sólidos dissolvidos e da condutividade elétrica.

Todas as lagoas se localizavam dentro do perímetro da Reserva Legal da Fazenda. Porém, foi constatado que moradores de fazendas próximas utilizam duas das lagoas para atividades recreativas, como natação, resultando no pisoteio da vegetação aquática presente próximo às margens, e consequentemente diminuindo este tipo de habitat para a colonização por libélulas (P11, n = 19 indivíduos; P13, n = 29 indivíduos). Além de causar dano às plantas aquáticas presentes nas margens de corpos d'água, outras características, como a remoção da vegetação ripária e o acúmulo de lixo doméstico, também estão associadas exclusivamente com a presença humana próxima a espelhos d'água (Allan *et al.* 1997; Couceiro *et al.* 2007).

Outras características também parecem afetar a riqueza e abundância de libélulas em algumas lagoas. Por exemplo, a lagoa com menor quantidade e riqueza de libélulas (P4, n = 9 indivíduos; r = 3 spp.), apresentava leito composto por sedimento exclusivamente arenoso, e estava praticamente sem macrófitas, tornando o ambiente aquático inapropriado para a colonização. A presença de um leito com composição diversa de detritos e rochas se torna essencial para o abrigo das larvas, aumentando suas chances de se esconder e assim emboscar presas potenciais e se proteger de inimigos naturais (Westfall 1984; Johansson 1991), além de possibilitar a diversidade de macrófitas, que criam microhabitats (Juen *et al.* 2007), fornecendo substrato para a oviposição, abrigo e refúgio para larvas e adultos contra predadores (Cobert 1999).

A falta de cobertura vegetal ao redor das lagoas, ocasionada pela abertura de estradas, (em muitos casos, ao lado da margem da lagoa), e a proximidade com a silvicultura de eucalipto podem ter contribuído para a sedimentação de algumas lagoas, e a diminuição e mudança na composição dos detritos de origem alóctone. Modificações como estas diminuem a incidência de detritos de origem de plantas nativas (Sizer 1992), e mudam a composição do material alóctone carregado para as águas, alterando a estrutura dos habitats (Benstead *et al.*

2003; Benstead & Pringle 2004). As zonas ripárias em sucessão que abrigam alta taxa de gramíneas, com poucos arbustos, e aquelas que possuem monoculturas em seu entorno, podem gerar menor quantidade e heterogeneidade de detritos provenientes de material alóctone, se comparado com florestas maduras, e os poucos detritos gerados estão sujeitos a serem enterrados pelo sedimento desagregado dos corpos d'água degradados (Nessimian *et al.* 2008). A sedimentação e diminuição da entrada de material orgânico podem influenciar a estrutura da comunidade de macroinvertebrados em geral, como Odonata, devido à redução da disponibilidade de habitats, ou transformá-los em locais inadequados para a colonização, abrigo e refúgio contra predadores (Johansson 1991; Wood & Armitage 1997; Davies *et al.* 2005).

Dentre os ambientes analisados, P3, P5 e P6 apresentaram exclusividade de espécies, como os anisópteros *Elasmotheremis williamsoni* Ris, 1919 e *Erythrodiplax ana* Guillermo-Ferreira & Vilela 2016 e os zigópteros *Acanthagrion gracile* Rambur, 1842 *Cyanallagma ferenigrum* De Marmels, 2003, *C. nigrinuchale* Selys, 1876, *Oxyagrion santosi* Martins, 1967, *O. terminale* Selys, 1876, *Telebasis coccínea* Selys, 1876 *Tigriagrion* sp. nov. Apesar de serem fragmentos pequenos, estes três ambientes apresentam em comum uma zona ripária com vegetação preservada. As zonas ripárias apresentam cobertura de dossel proporcionada pela alta diversidade e predominância de árvores e arbustos nativos. As lagoas apresentam leito composto por terra firme e pedras de tamanhos variáveis, e diversidade de macrófitas, de hábito submerso e enraizado. Mesmo em proporções pequenas, um substrato adequado, considerado um dos principais fatores para a colonização (Sanderson *et al.* 2005), pode favorecer a presença de táxons raros e especialistas.

Fidelis da Silva (2006) mostrou que o decréscimo da riqueza de táxons de macroinvertebrados em correntezas no Estado do Amazonas está relacionado à proporção de pasto e lacunas na cobertura do dossel. Roque & Trivinho-Strixino (2000) e Roque *et al.* (2003) compararam áreas com florestas e sem florestas em correntezas na mata atlântica no Estado de São Paulo e encontraram maior riqueza de macroinvertebrados aquáticos em trechos com a mata ripária intacta. A heterogeneidade ambiental pode influenciar fortemente a distribuição de organismos aquáticos (Popielarz & Neal 2007), pois possibilita a coexistência de espécies devido à partição de nicho (Holzman *et al.* 2011; Heino & Grönroos 2013). No entanto, a homogeneização ambiental pode causar declínio da diversidade e a substituição de espécies especialistas por generalistas (Popielars & Neal 2007). Neste estudo, podemos observar a existência de espécies generalistas em ambientes com menor IHH, enquanto espécies raras e especialistas, ocorrem em ambientes mais íntegros.

Os zigópteros encontrados exclusivamente nas três lagoas citadas acima são raramente encontrados e parecem estar associados a ambientes preservados (Calvão *et al.* 2014; Bedê *et al.* 2015; Vilela *et al.* 2016). Para a Ordem Odonata, a diversidade de Zygoptera está fortemente relacionada com a integridade de habitats aquáticos devido à sensibilidade apresentada por muitas espécies às alterações ambientais e sua baixa capacidade de dispersão (Samways & Steytler 1996; Corbet 2006; Dolný *et al.* 2012; Juen *et al.* 2014; Oliveira-Júnior *et al.* 2017). A diversidade destes organismos pode ser influenciada pela densidade de cobertura vegetal presente nas zonas ripárias, já que por serem menores, muitas realizam termorregulação por convecção, podendo sofrer restrições para ocuparem áreas predominantemente abertas, com maior incidência de luz solar (May 1991; Corbet 1999; Oliveira-Júnior *et al.* 2017).

Quanto à subordem Anisoptera, muitos estudos mostram que a riqueza aumenta com o aumento do nível de perturbação do habitat (Carvalho *et al.* 2013; Juen *et al.* 2014; Monteiro-Júnior *et al.* 2014; Oliveira-Júnior *et al.* 2017). Isto ocorre pois estas espécies geralmente possuem maiores capacidades de: (1) dispersão, que pode estar relacionada ao seu maior porte (Taylor & Merriam 1995) e; (2) de resistir a alta incidência de luz solar, que por sua vez é usada para a termorregulação (Corbet & May 2008; Resende 2010), possibilitando sua ocupação em habitats desmatados.

No atual estudo, a riqueza de anisóptera não variou com o IIH, porém parece ser maior em ambientes com maiores valores do Índice. Isto ocorreu pois nas três áreas com os menores valores do IIH (P4, P11 e P13), apesar de serem ambientes degradados, com relativamente poucas áreas sombreadas, apresentaram lagoas sem o mínimo de estruturas necessárias para a colonização, sobrevivência e reprodução de Odonata em geral, ou seja, ausência de: (1) diversidade de macrófitas; (2) leito com material detritivo e (3) leito com substrato rochoso estável nas lagoas (P4 e P11 apresentaram sedimentos homogeneamente arenoso e lodoso, respectivamente). Estas características são essenciais na escolha dos locais para marcação de território, para a oviposição e o posterior desenvolvimento das ninfas (Alcock 1987; Michiels & Dhondt 1989, 1991; Johansson 1991; Conrad & Pritchard 1992). Ao se desconsiderar os três pontos com os menores valores do Índice, pode-se observar que a riqueza e a abundância de Anisoptera parecem diminuir com o aumento do IIH (FIGURA 4C; FIGURA 5C).

Espécies do gênero *Erythrodiplax*, como *E. basalis* (Carvalho *et al.* 2013) e *E. fusca* (Ferreira-Peruquetti & De Marco Jr. 2002) podem possuir populações maiores em ambientes desmatados. Neste estudo, as espécies *Erythrodiplax castanea* Burmeister 1839, *E. Juliana* Ris 1911, e *E. latimaculata* Ris 1911 foram encontradas na maioria das lagoas amostradas

(TABELA 2), em habitats com diferentes níveis de integridade, apresentando boa capacidade de dispersão e colonização para diferentes tipos de habitats, preservados ou degradados. Estas espécies possuem ampla distribuição pelo território nacional (Calvão *et al.* 2014; Takiya *et al.* 2016).

Além dos anisópteros citados acima, as espécies de zigópteros *Acanthagrion truncatum* Selys 1876, *A. lancea* Selys 1876, *Oxyagrion microstigma* Selys 1876 e *Telebasis carmesina* Calvert 1909, ao contrário de muitas espécies da mesma subordem, também apresentaram uma ampla distribuição na Fazenda (TABELA 2). Estas espécies se mostraram capazes de colonizar os ambientes existentes na Fazenda, com predominância de vegetação aberta ou fechada, e lagoas de composição homogênea ou heterogênea de detritos e com ou sem diversidade de macrófitas.

O índice de similaridade mostra que houve diferença na composição das espécies em relação à distância dos valores do IIH. Diferentes comunidades de Odonata podem refletir diferentes tipos de ambientes (Monteiro-Júnior *et al.* 2013; Wildermuth 2010). Em geral, espécies com necessidades de habitat mais bem definidas (muitos zigópteros), com um nicho reduzido e restrições à temperatura e incidência de luz solar, estão associadas a ambientes mais restritos, de maior integridade, enquanto espécies com nichos maiores (muitos anisópteros), com maiores capacidades de dispersão, podem viver em habitats perturbados, (De Marco Jr. & Resende 2002; Carvalho *et al.* 2013; Monteiro-Júnior *et al.* 2013; Oliveira-Júnior *et al.* 2017).

Concluindo, este estudo mostrou que a transformação de paisagens naturais em paisagens agrícolas próximas às zonas ripárias, podem alterar sua integridade, e consequentemente afetar a riqueza, abundância e composição de espécies de Odonata. O plantio em larga escala de eucalipto, junto com o plantio de outras monoculturas anuais (milho e trigo), a abertura de estradas e o desmatamento de áreas próximas aos espelhos d'água, influenciaram negativamente a integridade de alguns destes habitats aquáticos. Porém, alguns locais apresentaram IIH > 7, apresentando estado de conservação satisfatório, e abrigam espécies mais restritas, associadas a ambientes mais preservados. Este estudo aponta para a importância de se preservar corpos d'água e zonas ripárias em área sob forte influência da agricultura afim de se preservar a diversidade desta ordem de insetos aquáticos.

5. REFERÊNCIAS

- Alcock, J. 1987. The effects of experimental manipulation of resources on the behavior of two calopterygid damselflies that exhibit resource-defense polygyny. *Canadian Journal of Zoology* 65: 2475–2482. <https://doi.org/10.1139/z87-374>
- Allan, J.D. 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 257–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>
- Allan, D., D. Erickson, & J. Fay. 1997. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology* 37: 149–161. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.d01-546.x>
- Bedê, L.C., A.B.M. Machado, W. Piper & M.M. Souza. 2015. Odonata of the Serra de São José – Brazil's first Wildlife Reserve aimed at the conservation of dragonflies. *Notulae Odonatologicae* 8(5): 117–155.
- Benstead, J.P. & C.M. Pringle. 2004. Deforestation alters the resource base and biomass of endemic stream insects in eastern Madagascar. *Freshwater Biology* 49: 490–501. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01203.x>
- Benstead, J.P., M.M. Douglas & C.M. Pringle. 2003. Relationships of stream invertebrate communities to deforestation in eastern Madagascar. *Ecological Applications* 13: 1473–1490. <https://doi.org/10.1890/02-5125>
- Blair, R.B. 1996. Land use avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications* 6: 506–519. <https://doi.org/10.2307/2269387>
- Banks-Leite, C., R.M. Ewers & J.P. Metzger. 2012. Unraveling the drivers of community dissimilarity and species extinction in fragmented landscapes. *Ecology* 93: 2560–2569. <https://doi.org/10.1890/11-2054.1>
- Borlaug, N.E. 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: R. Bailey (ed.). *Global warming and other eco-myths* 29–60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA. <https://doi.org/10.1079/IVP2001279>
- Brasil. 2012. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acessado em 05 de janeiro de 2018.
- Brasil, L.S., Y. Shimano, J.D. Batista & H.S.R. Cabette. 2013. Effects of environmental factors on community structure of Leptophlebiidae (Insecta, Ephemeroptera) in

- Cerrado streams, Brazil. *Iheringia* 103(3): 260–265. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000300008>
- Calvão, L.B., P. De Marco & J.D. Batista. 2014. Odonata (Insecta) from Nova Xavantina, Mato Grosso, Central Brazil: Information on species distribution and new records. *Check list* 10(2): 299–307. <https://doi.org/10.15560/10.2.299>
- Carvalho, F.G., N.S. Pinto, J.M.B. Oliveira-Júnior & L. Juen. 2013. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. *Acta Limnologica Brasiliensia* 25(1): 10–18. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2013005000013>
- Conrad, K.F. & G. Pritchard. 1992. An ecological classification of odonate mating systems: the relative influence of natural, inter- and intra-sexual selection on males. *Biological Journal of the Linnean Society* 45: 255–269. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1992.tb00643.x>
- CONAMA. 2005. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em: 10 de janeiro de 2018.
- Couceiro, S. R. M., N. Hamada, S.L.B. Luz, B.R. Fosberg & T.P. Pimentel. 2007. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia* 575: 271–284. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0373-z>
- Corbet, P.S. 1999. *Dragonflies: Behaviour and Ecology of Odonata*. Harley Books, Colchester, UK.
- Corbet, P.S. 2006. Forests as habitats for dragonflies. In A. Cordero Rivera Ed. *Forests and dragonflies* 13–36. Moscow: Pensoft Sofia.
- Corbet, P.S. & M.L. May. 2008. Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal. *International Journal of Odonatology*, 11: 155–171. <https://doi.org/10.1080/13887890.2008.9748320>
- Davidson, E.A., C. Neill, A.V. Krusche, V.V.R. Ballester, D. Markewitz & R.O. Figueiredo. 2004. Loss of nutrients from terrestrial ecosystems to streams and the atmosphere following land use change in Amazonia. In *Ecosystems and Land Use Change. Geophysical Monograph Series* 147–158. <https://doi.org/10.1029/153GM12>
- Davies, P.E., L.S.J. Cook, P.D. McIntosh & S.A. Munks. 2005. Changes in stream biota along a gradient of logging disturbance, 15 years after logging at Ben Nevis, Tasmania.

- Forest Ecology and Management* 219: 132–148.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.09.006>
- De Long, M.D. & M.A. Brusven. 1994. Allochthonous input of organic matter from different riparian habitats of an agriculturally impacted stream. *Environmental Management* 18: 59–71. <https://doi.org/10.1007/BF02393750>
- De Marco Jr., P. & D.C. Resende. 2002. Activity patterns in thermoregulation in atropical drangonfly assemblage. *Odonatologica* 31, 129–138.
- De Marco Jr., P., J.D. Batista & H.S.R. Cabette. 2015. Community assembly of adult odonates in tropical streams: an ecophysiological hypothesis. *Plos One* 10: 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123023>
- Dias-Silva, K., H.S.R. Cabette, L. Juen & P. De Marco Jr. 2010. The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. *Zoologia* 27(6): 918–930. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000600013>
- Dolný, A., F. Harabiš, D. Bárta, S. Lhota & P. Drozd. 2012. Aquatic insects indicate terrestrial habitat degradation: changes in taxonomical structure and functional diversity of dragonflies in tropical rainforest of East Kalimantan. *Tropical Zoology* 25: 141–157. <https://doi.org/10.1080/03946975.2012.717480>
- Estavillo, C., R. Pardini & P.L.B. Rocha. 2013. Forest loss and the biodiversity threshold: an evaluation considering species habitat requirements and the use of matrix habitats. *Plos One* 8: 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082369>
- Ferreira-Peruquetti, P.S. & P. De Marco Jr. 2002. Efeito da alteração ambiental sobre a comunidade de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* (19): 317–327. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000200002>
- Fidelis da Silva, L. 2006. 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. Master's Thesis, UFAM/INPA, Manaus.
- Garrison, R.W., N. Von Ellenrieder & J.A. Louton. 2006. Dragonfly Genera of the New World: an Illustrated and Annotated Key to the Anisoptera. The Johns Hopkins University Press. 383p.
- Hanski, I., 2011. Habitat loss, the dynamics of biodiversity, and a perspective on conservation. *Ambio* 40: 248–255. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0147-3>

- Harvey, I.F. & P.S. Corbet. 1985. Territorial behaviour of larvae enhances mating success of male dragonflies. *Animal Behaviour* 33: 561–565. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(85\)80079-8](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(85)80079-8)
- Heino, J. & M. Grönroos. 2013. Does environmental heterogeneity affect species cooccurrence in ecological guilds across stream macroinvertebrate metacommunities? *Ecography* 36(8): 926–936. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.00057.x>
- Hogan, D.J., J.M.C. Cunha & R.L. Carmo. 2002. Uso do solo e mudança de sua cobertura no Centro-Oeste do Brasil: consequências demográficas, sociais e ambientais. *In: Migração e ambiente no Centro-Oeste*. Campinas, NEPO/UNICAMP: PRONEX 149–174.
- Holzman, R., D.C. Collar, R.S. Mehta, & P.C. Wainwright. 2011. Functional complexity can mitigate performance trade-offs. *The American Naturalist* 177:3 69–83.
- Jacobs, M.E., 1955. Studies on territorialism and sexual selection in dragonflies. *Ecology* 36: 566–586. <https://doi.org/10.2307/1931296>
- Johansson, F. 1991. Foraging modes in an assemblage of odonate larvae: effects of prey and interference. *Hydrobiologia* 209: 79–87. <https://doi.org/10.1007/BF00006721>
- Juen, L., H.S.R. Cabette, & P. De Marco Jr. 2007. Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. *Hydrobiologia* 579: 125–134. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0395-6>
- Juen, L., J.M.B. Oliveira-Júnior, Y. Shimano, T.P. Mendes & H.S.R. Cabette. 2014. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta amazonica* 44(2): 175–184. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000200008>
- Kindt, R. & R. Coe. 2005 Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi. ISBN 92-9059-179-X.
- King, R.S., M.E. Baker, P.F. Kazyak & D.E. Weller. 2011. How novel is too novel? Stream community thresholds at exceptionally low levels of catchment urbanization. *Ecological Applications* 21: 1659–1678. <https://doi.org/10.1890/10-1357.1>
- Klink, C.A. & R.B. Machado. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1:(1) 148–155.
- Legendre, P. & L. Legendre. 1998. *Numerical Ecology* 2nd English ed. Elsevier.
- Lencioni, F.A.A. 2005. *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide: I – Noncoenagrionidae families*. São Paulo: All Print.

- Lencioni, F.A.A. 2006. *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide: II – Coenagrionidae families*. São Paulo: All Print 419 pp.
- Lima, M.M. & E. Mariano-Neto. 2014. Extinction thresholds for Sapotaceae due to forest cover in Atlantic forest landscapes. *Forest Ecology and Management* 312: 260–270. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.003>
- May, M.L. 1991. Thermal adaptations of dragonflies, revisited. *Advances in Odonatology* (5): 71–88.
- McClain, M. E. & H. Elsenbeer. 2001. Terrestrial inputs to Amazon streams and internal biogeochemical processing. In McClain, M. E., E. Victoria & J. Rishey (eds), *The Biogeochemistry of the Amazon Basin*. Oxford University Press, Oxford 185–207.
- Melo, E. G. F., M. S. R. Silva & S. A. F. Miranda. 2005. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. *Caminhos de Geografia* 5: 40–47.
- Michiels, N.K. & A.A. Dhondt. 1989. Differences in male and female activity patterns in the dragonfly *Sympetrum danae* (Sulzer) and their relation to mate-finding (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 18: 349–364.
- Michiels, N.K. & A.A. Dhondt. 1991. Sources of variation in male mating success and female oviposition rate in a nonterritorial dragonfly. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29: 17–26. <https://doi.org/10.1007/BF00164290>
- Monteiro-Júnior, C.S., S.R.M. Couceiro, N. Hamada & L. Juen. 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology* 16: 135–144. <https://doi.org/10.1080/13887890.2013.764798>
- Monteiro-Junior, C.S., L. Juen, & N. Hamada. 2014. Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. *Landscape and Urban Planning* 127: 28–40. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.03.006>
- Monteiro Junior, C.S., L. Juen & N. Hamada. 2015. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon Basin: adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Ecological Indicators* 48: 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.021>
- Mottet, A., S. Ladet, N. Coque, & A. Gibon. 2006. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: a case study in the Pyrenees *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114: 296–310. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.017>

- Nessimian, J.L., E.M. Venticinque; J. Zuanon; P. De Marco Jr., M. Gordo; L. Fidelis; J.D. Batista & L. Juen. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia* 614: 117–131. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441-x>
- O'Brien, M. 1997. Michigan Odonata Survey's Collector Manual version 1.0. University of Michigan 36p. Disponível em <<http://michodonata.org/moshandbk.pdf>> Acessado em: 29 de janeiro de 2018.
- Ochoa-Quintero, J.M., T.A. Gardner, I. Rosa, S.F.B. Ferraz & W.J. Sutherland. 2015. Thresholds of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes. *Conservation Biology* 29: 440–451. <https://doi.org/10.1111/cobi.12446>
- Oliveira-Júnior, J.M.B.; P. De Marco Jr., K. Dias-Silva, R.P. Leitão, C.G. Leal, P.S. Pompeu, T.A. Gardner; R.M. Hughes; L. Juen. 2017. Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. *Limnologia* 66: 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.04.007>
- Pereira, L.R., H.S.R. Cabette, & L. Juen. 2012. Trichoptera as bioindicators of habitat integrity in the Pindaíba river basin, Mato Grosso (Central Brazil). *Annales de Limnologie – International Journal of Limnology* 48: 295–302. <https://doi.org/10.1051/limn/2012018>
- Petersen, I., Z. Masters, A.G. Hildrew & S.J. Ormerod. 2004. Dispersal of adult aquatic insects in catchments of differing land use. *Journal of Applied Ecology* 41: 934–950. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00942.x>
- Popielarz, P.A. & Z.P. Neal. 2007. The niche as a theoretical tool. *Annual Review of Sociology* 33: 65–84. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.32.061604.123118>
- Pozo, J., E. González, J.R. Díez, J. Molinero & A. Elósegui, 1997. Inputs of particulate organic matter to streams with different riparian vegetation. *Journal of the North American Benthological Society* 16: 602–611. <https://doi.org/10.2307/1468147>
- Quinn, G.P. & M.J. Keough. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511806384>
- R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org>> Acessado em 01 de fevereiro de 2018.
- Resende, D.C. 2010. Residence advantage in heterospecific territorial disputes of *Erythrodiplex* Brauer species (Odonata, Libellulidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54: 110–114. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000100014>

- Roque, F.O., S. Trivinho-Strixino, G. Strixino, R.C. Agostinho & J.C. Fogo. 2003. Benthic macroinvertebrates in streams of Jaragua State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scale. *Journal of Insect Conservation* 7: 63–72. <https://doi.org/10.1023/A:1025505323668>
- Samways, M.J. & N.S. Steytler 1996. Dragonfly (odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Biological Conservation* 78: 279–288. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(96\)00032-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(96)00032-8)
- Sanderson, R.A., M.D. Eyre & S.P. Rushton. 2005. The influence of stream invertebrate composition at neighbouring sites on local assemblage composition. *Freshwater Biology* 50: 221–231. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01313.x>
- Simaika, J.P. & M.J. Samways. 2009. Reserve selection using red listed taxa in three global biodiversity hotspots: dragonflies in South Africa. *Biological Conservation*. 142: 638–651. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.11.012>
- Sizer, N. C. 1992. The impact of edge formation on regeneration and litterfall in a tropical rain forest fragment in Amazonia. Ph.D. Thesis, University of Cambridge, Cambridge.
- Takiya D., A. Santos, Â. Pinto, A. Henriques-Oliveira, A. Carvalho, B. Sampaio, B. Clarkson, F. Moreira, F. Avelino-Capistrano, I. Gonçalves, I. Cordeiro, J. Câmara, J. Barbosa, W. de Souza & J. Rafael. 2016. Aquatic Insects from the Caatinga: checklists and diversity assessments of Ubajara (Ceará State) and Sete Cidades (Piauí State) National Parks, Northeastern Brazil. *Biodiversity Data Journal* 195p. <https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e8354>
- Taylor, P.D. & G. Merriam 1995. Wing morphology of a forest damselfly is related to landscape structure. *Oikos* 73:43–48. <https://doi.org/10.2307/3545723>
- Vilela, D.S., R. Guillermo-Ferreira & K. Del-Claro. 2016. The odonata community of a Brazilian vereda: Seasonal patterns, species diversity and rarity in a palm swamp environment. *Bioscience Journal* 32: 486–495. <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n2a2016-30491>
- Westfall Jr., M.J. 1984. Odonata. In: Merritt, R.W., Cummins, K.W.C.P. (Eds.), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* Kendall/Hunt Publishing Company 126–176.
- Wildermuth, H. 2010. Monitoring the effects of conservation actions in agricultural and urbanized landscapes – Also useful for assessing climate change? *BioRisk* 5:175–192. <https://doi.org/10.3897/biorisk.5.848>

Wood, P. J. & P. D. Armitage, 1997. Biological effects of fine sediment in the lotic environment. *Environmental Management* 21: 203–207.
<https://doi.org/10.1007/s002679900019>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento prévio de Odonata na Fazenda Nova Monte Carmelo apontou para a existência de 37 espécies, pertencentes às duas sobordens encontradas no Brasil e distribuídas em seis famílias. Dentre as espécies, foi encontrada uma espécie nova do gênero *Tigriagrion* que está sendo descrita. As análises de rarefação indicam que a Fazenda possui um potencial para mais espécies, portanto outros trabalhos poderiam acrescentar espécies para a lista de odonatas que podem ser encontrados na Fazenda.

O avanço do agronegócio sobre as áreas naturais de Cerrado, como a silvicultura de eucalipto, alterou a integridade de zonas ripárias próximas, assim como das áreas alagadas associadas. Estas alterações influenciaram a diversidade de Odonata presente nestes ambientes aquáticos, pois as espécies desta ordem possuem peculiaridades em seu modo de vida que as fazem dependentes de particularidades encontradas em ambientes preservados. Os ambientes mais íntegros possuíram maior riqueza e abundância de Odonata, portanto se torna importante manter a integridade dos sistemas aquáticos e terrestres em remanescentes do Cerrado para a preservação da diversidade de fauna de libélulas.