

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
DIVISÃO DE CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA - DIENT**

**EFEITO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA E DAS VARIÁVEIS
AQUÁTICAS SOBRE A COMUNIDADE DE ODONATA (NINFAS) DE
LAGOS NA SAVANA DE RORAIMA, BRASIL**

EMILY LOPES OLIVE

Manaus, Amazonas
Março, 2017

EMILY LOPES OLIVE

**EFEITO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA E DAS VARIÁVEIS
AQUÁTICAS SOBRE A COMUNIDADE DE ODONATA (NINFAS) DE
LAGOS NA SAVANA DE RORAIMA, BRASIL**

Orientadora: Dra. Neusa Hamada.

Coorientador: Dr. Ulisses Gaspar Neiss.

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Entomologia.

Manaus, Amazonas
Março, 2017

O48

Olive, Emily Lopes

Efeito da distância geográfica e das variáveis aquáticas sobre a comunidade de Odonata (ninfas) de lagos na savana de Roraima, Brasil / Emily Lopes Olive
Manaus: [s.n.], 2017. iii, 45 f.: il.

Dissertação (mestrado) --- INPA, Manaus, 2017.

Orientador: Neusa Hamada.

Coorientador: Ulisses Gaspar Neiss.

Área de concentração: Entomologia

1. Insetos aquáticos. 2. Distribuição espacial. 3. Composição. I. Título.

CDD 595.733

Sinopse:

Foram estudados os efeitos da distância geográfica entre lagos na savana de Roraima, Brasil, e de variáveis abióticas (oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica, pH e fósforo na água) sobre a abundância, riqueza e composição de ninfas de Odonata (Anisoptera e Zygoptera).

Palavras-chave: insetos aquáticos, distribuição espacial, composição.

*Dedico:
Ao meu pai Joabe por sempre tentar dar o melhor para sua família,
à minha mãe Arlete por todo apoio incondicional
e à minha irmã Lilian por sua amizade.*

AGRADECIMENTOS

“*O crisol prova a prata, e o forno, o ouro;*” Pv 17.3a, não há desenvolvimento sem esforço, trabalho e sofrimento. Para crescer a ninfa precisa se alimentar, se exercitar e sofrer a quebra de sua ‘casca’ para dar lugar ao novo corpo. Dessa maneira, reconheço que nada fazemos por nós mesmos nem conquistamos sozinhos, o segredo é o grupo, a cooperação. Se deixei de citar o nome de alguém, peço perdão.

Agradeço a Dra. Neusa Hamada por me acolher no laboratório de insetos aquáticos do INPA, ainda sem experiência ou conhecimento sobre ciências biológicas, permitiu que eu, vindo da agronomia, tivesse contato com um grupo totalmente diferente que me atraiu desde a infância: as libélulas. Por seu profissionalismo, disciplina, sinceridade para falar as coisas diretamente e pelos puxões de orelha, tem minha admiração por sua força e dedicação. Muito obrigada.

Ao Dr. Ulisses Gaspar Neiss por me passar parte de seu conhecimento sobre a identificação de Odonata, por todas as dicas e instruções referente à morfologia e pela paciência em ouvir minhas curiosidades sobre o grupo.

À Dra. Karina Dias sempre disposta e solícita para me orientar e até mesmo gerar curiosidade sobre os assuntos de ecologia. A orientação durante a coleta do material. A ajuda sobre os cálculos e tipos de análises, pela experiência compartilhada e por toda colaboração, paciência e parceria, serei sempre grata.

Ao Dr. Renato Martins pela colaboração com os testes estatísticos. Por todas as dicas de livros, artigos e autores para pesquisar e ler. Por toda compreensão e suas sugestões, sempre muito úteis, esclarecedoras e objetivas, meu muito obrigada.

À banca avaliadora da aula de qualificação, Dra. Elizabeth Franklin Chilson, Dr. Galileu Dantas, Dr. Daniel Fernandes por suas sugestões e informações mesmo nos corredores do INPA ou via e-mail, whatsapp, muito obrigada!

Aos colegas do Laboratório de Insetos Aquáticos, Jefferson, César, Ana Pes, Vanderly, Patrik, Gizele, Daniara, Gleisson, Larissa, Mônica, Carla, Dayana, Evelyn, Daniel, Juliana, Cláudio, Luciana, Gabi e Léo pela ajuda nas coletas, triagem, fotografias, pelas conversas, colaborações e, principalmente por me receberem de braços abertos para ensinar e explicar sobre o laboratório e biologia aquática. Especialmente à Janaína e Galileu por todos os momentos dispensados para tirar minhas dúvidas, dar dicas trocar material ou falar amenidades. À Vívian por confeccionar o mapa de coleta e auxiliar sempre que possível com o R. Ao Antônio, o “Odonata-man” por compartilhar dessa curiosidade e paixão pelas libélulas.

À toda turma de entomologia de 2015-2017, por todos os momentos de crescimento e aprendizado, todos os insetos coletados, identificados e entregues na disciplina de identificação de insetos, nas coletas na reserva Ducke e pelas trocas de comida e experiência de vida. Por estarmos juntos até o final nos dando apoio, muito obrigada. Especialmente à Ana Cristina (Cris Utta), pelos conselhos, brincadeiras, apoio e compreensão. Você foi uma pessoa que me conquistou e eu considero como amiga muito querida.

Ao Dr. José Albertino Rafael, por ceder os horários no aparelho de automontagem do seu laboratório para que eu pudesse fotografar os morfótipos desse trabalho. Ainda, por todo cuidado e atenção prestado na disciplina de Entomologia Geral, me fez “sair da caixinha” e deixar a imaginação e criatividade se expressarem. Ficam minha admiração e meu muito obrigada.

Aos amigos do laboratório de insetos de solo, Dr. Jorge, Dr. José Wellington, Márlon, Inaura, Nicolás e Breno por todas as conversas, conselhos e informações compartilhadas.

Especialmente ao Pedro Pequeno e João Rafael (Jooohn) pela paciência em tirar muitas das minhas dúvidas de ecologia e exemplificar os mais diversos assuntos, tudo teria sido muito, muito mais difícil sem a colaboração de vocês.

Aos caros amigos Guilherme, Diego, Douglas, Alberto (vulgo Betinho), pelos cafés e curiosidades sobre dinossauros, iguanas, sapos, pokémons, lanternas verdes, vermelhos, azuis, laranjas, negros, índigos, safira-estrelas (os brancos, é claro, kkkk). Ainda, por compartilharem de suas pesquisas e curiosidades sobre entomologia. Especialmente ao Heleodoro por me ajudar com a edição das imagens e com as leituras em inglês. Muito obrigada por me receberem e compartilharem comigo seus momentos.

Aos Rev. Milton França e família por todo apoio durante minha estadia em Manaus.

Aos amigos de Rondônia que sempre me apoiaram: Valleska, Marlon, Iagor, Ronaldo, Bonão (Tiago), Bonin (Diego), Pichek, Edilaine, Denner, Fabielle, Jerusa, Wesley, Naira, D. Izolda, D. Luzia, Márcio Rocha, Elessandra, Fábio. Ao meu professor Gilberto Andrade, quem me deu a primeira oportunidade de contato com a Entomologia, ainda na Agronomia.

À minha família que sempre torceu por mim e orou por minha saúde e estudos. Sempre me incentivaram, meus tios: Jáder, Venosdário, Mauro, Sinésio, Sinéris, Vilmar, Ozéias, Cleber, Ozieu e Leomar; minhas tias: Ilkeas e Idelette, em especial à tia Mílquia, *in memoriam*, por sempre me alegrar, me ensinar os hinos e ajudar a cantar, por suas receitas que me salvam no dia-a-dia e seu eterno incentivo, minhas mais sinceras saudades. Aos tios e tias “agregados” *haha*, tia Rita que me deu apoio durante minha estadia em Manaus, Cleoni, Patrícia e Nilda; ao tio ‘Maneco’ (Manoel) que sempre me ligou e procurou saber como eu estava longe de casa.

Aos meus primos e primas de Rondônia, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Mato Grosso do Sul e Portugal, todos sempre queridos e muitíssimo amados, obrigada por tudo.

Aos meus avós. Vô Demário Lopes, por seu carinho. Vó Nadir, por sua atenção, cuidado, seus conselhos, seus mimos e seu sorriso tímido que eu tanto amo. Vó Eunice, por sua sabedoria, seu exemplo de leitura e estudo, seu doce de figo e por todos os ovos que teve de me dar, *haha*, meu carinho e gratidão. Ao meu vô Aníbal Olive, *in memoriam*, por seu incentivo aos meus estudos de piano e música. Os quatro são os pilares de minhas mais fortes lembranças e educação, cada qualidade e defeito ensinaram e ensinarão as gerações descendentes de vocês e eu quero poder sempre aproveitar cada momento junto a vocês. Com muito amor, e gratidão.

À minha família de casa, meu pai Joabe, minha mãe Arlete e à minha irmã Lilian, que mesmo distantes geograficamente sempre se fizeram presentes pela internet, celular e orações. Obrigada por todo socorro e incentivo. Ainda mais por aliviar meu estresse, ansiedade e me confortar durante todo esse período inédito para mim.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (MCTI - INPA), através do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pela oportunidade e apoio logístico. À Lenir, secretária da Entomologia, por sua colaboração e disposição.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado concedida e pelo financiamento dos equipamentos utilizados através do CAPES-ProEquipamento.

Ao Projeto “Sistemática integrada de insetos aquáticos com ênfase em Simuliidae (Diptera) na América do Sul”, coordenado pela minha orientadora Neusa Hamada.

Finalmente, à Deus que não falha e sempre me deu muito mais do que eu precisava ou esperava. Por todas as oportunidades, suporte e por todas essas pessoas que Ele pôs em minha vida, agradeço eternamente.

*“Jamais esquecerei
das coisas que lembro”.*
Tiririca.

*“Todavia, eu me alegro no Senhor,
exulto no Deus da minha salvação”.*
Habacuque 3.18

RESUMO

Apesar dos esforços crescentes para determinação da biodiversidade brasileira há ainda uma lacuna no conhecimento sobre insetos aquáticos, no que tange a taxonomia e ecologia, especialmente nos lagos naturais da savana do estado de Roraima, por sua localização no extremo Norte do país, onde poucos pesquisadores atuam. Para avaliar como uma comunidade se estrutura no ambiente é importante compreender o efeito que o ambiente e a distância geográfica exercem sobre esta, pois a distribuição das espécies depende da condição do ambiente e do poder de dispersão das espécies. Odonata (Insecta) adultos tem sido um bom modelo na tentativa de compreender esses efeitos. Porém, avaliar a comunidade utilizando as ninfas ao invés dos adultos, garante que as espécies coletadas realmente pertençam ao local amostrado e, não sejam somente visitantes, como pode ocorrer com os adultos. Para caracterizar a fauna de Odonata (composição, riqueza e abundância) e verificar a influência da distância geográfica e da caracterização ambiental dos lagos de savana de Roraima sobre a comunidade de Odonata conduzimos um estudo em 25 lagos nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, em agosto de 2015 (início do período chuvoso na região). Em cada lago amostrado, além da fauna de Odonata coletada com rapiché, foram medidos: coordenadas geográficas e variáveis ambiental da água (oxigênio, pH, temperatura, condutividade elétrica e fosfato). As seguintes hipóteses foram testadas: i) ambientais tendo em vista que Anisoptera tem espécies consideradas boas dispersoras, somente as variáveis ambientais devem ter efeito sobre sua composição; ii) pelo fato de Zygoptera ter espécies com menor capacidade de dispersão e mais sensíveis às variações ambientais, tanto as variáveis ambientais quanto as espaciais devem ter efeito sobre a composição de Zygoptera. Para representar a abundância de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera na Análise de Redundância Parcial (RDAP) e nas regressões múltiplas o primeiro eixo da Análise de Coordenadas Principais foi utilizado (PCoA). Para avaliar a influência espacial as coordenadas geográficas dos lagos foram utilizadas para obtenção de uma matriz de distâncias euclidianas, foi feita uma Análise de Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas (PCNM) e o eixo obtido foi usado como variável espacial na RDAP. Além disso, para determinar a importância das variáveis ambientais sobre as comunidades, foram realizadas regressões múltiplas com a abundância, riqueza e composição de Odonata, Anisoptera e Zygoptera. Ao todo foram coletadas 12.462 ninfas distribuídas em 20 espécies (12 de Anisoptera e oito de Zygoptera). A distância geográfica entre lagos não exerceu efeito na estruturação de Odonata, Anisoptera e Zygoptera, enquanto o ambiente teve efeito sobre a composição de Anisoptera e Zygoptera. O oxigênio dissolvido exerceu influência negativa sobre a abundância de Odonata, enquanto o pH influenciou positivamente a abundância de Odonata, Anisoptera e Zygoptera. Já o fosfato influenciou positivamente somente a abundância das espécies de Anisoptera. Nenhum fator ambiental exerceu influência sobre a riqueza de espécies de Odonata e de ambas subordens. Já para a composição de espécies a temperatura foi importante para Odonata, enquanto a condutividade exerceu efeito para Odonata e a subordem Anisoptera. Não foi possível verificar influência das distâncias geográficas entre lagos sobre a abundância, riqueza e/ou composição de espécies. Portanto, para compreender a diversidade local e traçar planos de manutenção e preservação do ambiente e fauna é importante verificar o aporte de matéria orgânica, agrotóxicos, fertilizantes e dejetos urbanos nesses lagos naturais de savana de Roraima.

ABSTRACT

Despite growing efforts to determine Brazilian biodiversity there is still a gap in knowledge about aquatic insects, it is not a taxonomy and ecology, especially in the natural lakes of the savanna of the state of Roraima, because of its location in the extreme north of the country, where few researchers They act. To evaluate how a community and structure in the environment is important, consider the effect and the environment and a geographic distance on it, because a distribution of species depends on the condition of the environment and the dispersal power of the species. Adults Odonata (Insecta) has been a good model in attempting to understand these effects. However, evaluating the community using the nymphs rather than the adults, ensures that the species collected actually belong to the sampled site and not just visitors, as can occur with adults. To characterize Odonata fauna (composition, richness and abundance) and to verify the influence of the geographic distance and the environmental characterization of the savanna lakes of Roraima on the community of Odonata, we conducted a study in 25 lakes in the municipalities of Alto Alegre and Boa Vista, In August 2015 (beginning of the rainy season in the region). In each sampled lake, besides the fauna of Odonata collected with rapiché, were measured: geographic coordinates and environmental variables of the water (oxygen, pH, temperature, electrical conductivity and phosphate). In each sampled lake, besides the fauna of Odonata collected with rapiché, were measured: geographic coordinates and environmental variables of the water (oxygen, pH, temperature, electrical conductivity and phosphate). The following hypotheses were tested: i) environmental since Anisoptera has species considered good dispersers, only environmental variables should have an effect on their composition; li) because Zygoptera has species with lower dispersion capacity and more sensitive to environmental variations, both environmental and spatial variables should have an effect on the composition of Zygoptera. To represent the abundance of Odonata, Anisoptera and Zygoptera species in the Partial Redundancy Analysis (pRDA) and in the multiple regressions the first axis of the Principal Coordinates Analysis was used (PCoA). In order to evaluate the spatial influence the geographical coordinates of the lakes were used to obtain a matrix of Euclidean distances, a Principal Coordinates Analysis of Neighboring Matrices (PCNM) was made and the obtained axis was used as spatial variable in the pRDA. In addition, to determine the importance of environmental variables on the communities, multiple regressions were performed with the abundance, richness and composition of Odonata, Anisoptera and Zygoptera. In all, 12,462 nymphs were collected in 20 species (12 of Anisoptera and eight of Zygoptera). The geographical distance between lakes did not have an effect on the structure of Odonata, Anisoptera and Zygoptera, while the environment had an effect on the composition of Anisoptera and Zygoptera. Dissolved oxygen exerted a negative influence on Odonata abundance, while pH positively influenced the abundance of Odonata, Anisoptera and Zygoptera. Phosphate positively influenced only the abundance of Anisoptera species. No environmental factors influenced the richness of Odonata species and both suborders. For the composition of the species, the temperature was important for Odonata, while the conductivity had an effect on Odonata and the suborder Anisoptera. It was not possible to verify the influence of the geographical distances between lakes on the abundance, richness and / or composition of species. Therefore, in order to understand local diversity and plan maintenance and preservation of the environment and fauna, it is important to verify the contribution of organic matter, pesticides, fertilizers and urban waste in these natural savanna lakes of Roraima.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	5
2.1 Objetivos específicos.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1 Área de Estudo	6
3.2 Desenho amostral	7
3.2.1 Seleção dos lagos e período de amostragem.....	7
3.2.2 Coleta e análise da água dos lagos.....	8
3.2.3 Coleta das ninfas.....	9
3.3 Triagem e armazenamento das amostras.....	10
3.4 Criação das ninfas em laboratório.....	10
3.5 Identificação do material.....	10
3.6 Análise de dados	11
4. RESULTADOS	13
4.1 Variáveis ambientais.....	13
4.2 Emergência dos adultos e morfótipos obtidos	13
4.3 Composição de espécies	13
4.4 Contribuição relativa do ambiente e do espaço para mudança de composição de espécies	14
4.5 Efeitos entre as variáveis ambientais sobre abundância, riqueza e composição de espécies de Odonata.....	15
5.1 Abundância de espécies	21
5.2 Riqueza de espécies	24
5.3 Composição de espécies	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
8. APÊNDICES	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Valores mínimo (Mín.), máximo (Máx.), média (Méd.) e desvio padrão (Dp) das variáveis ambientais da água de lagos (n=25) de savana (Roraima, Brasil).....**14**
- Tabela 2:** Espécies de ninfas de Odonata coletadas nos 25 lagos amostrados em agosto de 2015, no estado de Roraima, Brasil. Nota: Total (valor total de espécimes coletados); Máx. (número máximo de espécimes em um lago); Mín. (número mínimo de espécimes em um lago); Méd. (média de espécimes nos lagos); Dp (desvio padrão).....**15**
- Tabela 3:** Resultado da partição de variância sobre a composição de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera (Análise de Redundância Parcial) de lagos de savana, Roraima, Brasil. As frações representam o efeito somente do ambiente, somente do espaço, em conjunto ambiente e espaço e o resíduo. Em negrito, os valores considerados significativos ($p < 0,05$).....**16**
- Tabela 4:** Valores resultantes da regressão múltipla da abundância de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com as variáveis ambientais da água.....**17**
- Tabela 5:** Valores resultantes da regressão múltipla da composição de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera dos lagos de Roraima, Brasil, reduzidas a um eixo pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com as variáveis ambientais da água. Em negrito, os valores considerados significativos ($p < 0,05$).....**20**
- APÊNDICE - A:** Lagos amostrados nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista no estado de Roraima, Brasil, em agosto de 2015.....**42**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Paisagem onde os lagos amostrados para o estudo sobre a comunidade de ninfas de Odonata (Insecta) estão inseridos. Extensos campos cobertos com gramíneas e com poucos esparsos arbustos, no município de Boa Vista, Roraima, Brasil.....7
- Figura 2:** Distribuição dos lagos (n=25) onde ninfas de Odonata (Insecta) foram amostradas em agosto de 2015, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil.....9
- Figura 3:** Esquema mostrando a distribuição das 10 subamostras coletadas em cada lago, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil, para o estudo da comunidade de ninfas de Odonata.....10
- Figura 4:** Regressões parciais do (A) pH, (B) fosfato e (C) oxigênio dissolvido na água dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais das espécies de ninfas de Odonata (22,76%) ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado=0,085).....18
- Figura 5:** Regressões parciais do (A) pH, (B) fosfato e (C) oxigênio dissolvido na água dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais das espécies de ninfas de Anisoptera (26,87%) ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado=0,8) e (D) pH, (E) fosfato e (F) temperatura da água dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais das espécies de ninfas de Zygoptera (33,27%) ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado=0,42).....19
- Figura 6:** Regressões parciais da (A) temperatura e (B) condutividade elétrica da água de lagos amostrados da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (22,76%) das espécies de ninfas de Odonata ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado=0,324).....21
- Figura 7:** Regressões parciais da (A) temperatura e (B) condutividade elétrica da água de lagos amostrados da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (26,87%) das espécies de ninfas de Anisoptera ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado=0,005).....22
- APÊNDICE - B:** Morfótipos de ninfas de Odonata (Anisoptera) coletados nos lagos de savana, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil. Vista dorsal: A) *Erythemis* sp.1; B) Lábio de *Erythemis* sp.1; C) *Erythrodiplax* sp.1; D) Lábio de *Erythrodiplax* sp.1; E) *Micrathyria* sp.1; F) Lábio de *Micrathyria* sp.1; G) *Tramea* sp.1; Lábio de *Tramea* sp.1.....43
- APÊNDICE - C:** Morfótipos de ninfas de Odonata (Anisoptera) coletados nos lagos de savana, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil. Vista dorsal: A) *Orthemis* sp.1; B) Lábio de *Orthemis* sp.1; C) *Gynacantha* sp.1; D) *Rhodopygia* sp.1; (Zygoptera) E) *Telebasis* sp.1; F) Lábio de *Telebasis* sp.1.....44

APÊNDICE - D: Morfótipos de ninfas de Odonata (Zygoptera) coletados nos lagos de savana, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil. Vista dorsal: A) *Acanthagrion* sp.1; B) Lábio de *Acanthagrion* sp.1; C) Coenagrionidae sp.1; D) Lábio de Coenagrionidae sp.1; E) *Ischnura* sp.1; F) Lábio de *Ischnura* sp.1; G) *Ischnura* sp.2; H) Lábio de *Ischnura* sp.2.....**45**

1. INTRODUÇÃO

Compreender quais fatores ecológicos atuam sobre a composição de uma comunidade tem sido o objetivo dos ecólogos há muito tempo (Case e Gilpin, 1974; Ricklefs, 2016). No entanto, esta não é uma tarefa simples, uma vez que as características dos biomas e as interações entre as variáveis ambientais e a biota são complexas (Gotelli, 2009) e, afetam as espécies de forma particular dependendo da região estudada (ambiente; Legendre, 1993).

A variação ambiental se torna ainda mais evidente nos ambientes tropicais, pois a alta temperatura, incidência solar, pluviosidade e umidade criam uma diversidade de hábitat que podem ser preenchidos por diferentes espécies de acordo com suas exigências (Hutchinson, 1957; Legendre, 1993; MMA, 2016). Se essa heterogeneidade não existisse, os organismos estariam distribuídos de forma uniforme por todo o globo terrestre, desde que tivessem grandes capacidade de dispersão (Dias, 1996; Legendre, 1993, Hubbel, 2001).

Por estar em região tropical, o Brasil é um país rico em diversidade biológica e abriga diversas fitofisionomias, desde florestas como a Atlântica e Amazônica, até savanas como a que ocorre no complexo Guiana-Venezuela, nomeada “Savanas das Guianas” (Myers, 1936; Eden, 1970; Ferreira, 2001). Essa área de savana tem aproximadamente 61.664 km², dos quais, 70% integram o Norte e Nordeste do estado de Roraima (Alencar *et al.*, 2006). Miranda e Absy (2000) e Barbosa *et al.* (2005) indicam que essas savanas têm representantes de fauna e flora diferentes das do Pará e do cerrado no Brasil Central, o que faz delas uma área importante para estudos sobre a biodiversidade. Além disso, nas savanas de Roraima existem diversos lagos naturais dispersos por toda área coberta de gramíneas, que são importantes para a manutenção da diversidade, pois servem de áreas de reprodução, bem como possibilitam a migração de diversas espécies como rãs, aves e insetos (Barbosa *et al.*, 2005; Oertli *et al.*, 2005; Oertli *et al.*, 2010). Barbosa *et al.* (2007) e Carvalho e Mustin (2017) destacam a importância desses lagos, principalmente em torno da capital do estado, Boa Vista, sobre a diversidade de plantas aquáticas e animais. Poucos estudos foram realizados nas Savanas das Guianas (136 trabalhos nos últimos 80 anos), dos quais, menos de 15% abrangeram os invertebrados (para o Brasil), sendo grande parte das pesquisas realizadas com invertebrados de solo (Carvalho e Mustin, 2017).

A variabilidade ambiental dos ecossistemas aquáticos é fundamental para a diversidade aquática (Barbour *et al.*, 1999). Variações na quantidade de luz, temperatura do ar e da água, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido na água estão entre os principais fatores que

influenciam a composição de espécies no ambiente aquático (Hutchinson, 1957; Legendre, 1993; Flenner e Sahlén, 2008; Heino *et al.*, 2015a; Ricklefs, 2016). O oxigênio dissolvido, por exemplo, é uma variável limitante para os macroinvertebrados aquáticos, principalmente por estar intimamente ligado ao metabolismo dos organismos através da respiração. Portanto, limita a ocorrência de muitas espécies em determinados ambientes, pois somente organismos que têm adaptações para tolerar baixas concentrações de O₂ sobreviverão (Hutchinson, 1957; Allan, 2004). Os corpos de água estão diretamente relacionados com o terreno onde estão inseridos e são influenciados pelas variações químicas e físicas do solo como pH, concentrações de nitrato e fosfato, variáveis que podem influenciar positivamente a ocorrência e abundância de organismos aquáticos resistentes (Bertol *et al.*, 2007; Rabelo *et al.*, 2009; Vanzela *et al.*, 2010).

A frequência das pesquisas ecológicas realizadas em lagos, quando comparada a estudos em ambientes lóticos é pequena (Céréghino *et al.*, 2008; Oertli *et al.*, 2010), no entanto, esses ambientes lênticos são importantes para a manutenção da biodiversidade aquática uma vez que facilitam a migração das espécies entre ambientes aquáticos. Grupos como anfíbios, plantas aquáticas e vários insetos aquáticos como percevejos, besouros e libélulas são particularmente dependentes da existência de ambientes lênticos por terem várias espécies restritas a esse tipo de hábitat, ou que o utilizam para migração (Baillie *et al.*, 2004; Sahlén *et al.*, 2004).

Os insetos aquáticos são utilizados como ferramenta metodológica (Barbour, 1999; Silva *et al.*, 2005; Martins, 2013; Martins *et al.*, 2014) porque são organismos abundantes, têm vasta distribuição espacial e, geralmente, estão associados a diferentes condições ambientais (Rosenberg, 1992; Rosenberg e Resh, 1993). Dentre a fauna aquática, estudos têm indicado Odonata como um importante grupo para essa finalidade (Juen *et al.*, 2007; Oertli *et al.*, 2008; Monteiro Junior *et al.*, 2014; Mendes *et al.*, 2015) devido à posição trófica que ocupa, à sua capacidade de ocupar diversos habitats (lagos naturais, rios, igarapés, tanques artificiais, fitotelmata) (Corbet, 2004; Souza *et al.*, 2007) e, a resposta de sua comunidade à variação ambiental (Jacob *et al.*, 1984; Clausnitzer, 2003; Roquette e Thompson, 2005). Cunha *et al.* (2014) verificaram que a riqueza de Coenagrionidae (Zygoptera) e Libellulidae (Anisoptera) é positivamente relacionada à concentração de oxigênio dissolvido na água. Weir (1969) verificou que ninfas de Anisoptera presentes em lagos próximos à uma usina termoeletrica no Zimbábue se enterravam na lama em busca de refúgio contra o aumento da temperatura da água.

A composição de espécies de Odonata pode ser alterada devido a presença de vegetação ripária (Samways e Steytler, 1996; Silva *et al.*, 2010), diferenças na temperatura (Ward e Stanford, 1982), pH (Courtney e Clements, 1998), condutividade elétrica (Cannings e Cannings, 1987; Juen e De Marco Jr, 2011) e oxigênio dissolvido na água (Jacob *et al.*, 1984;

De Marco *et al.*, 2015). Juen *et al.* (2014) ao avaliarem riachos em ambientes preservados, alterados e degradados, observaram que em áreas com baixa cobertura vegetal (ambiente degradado), a comunidade de Odonata foi composta principalmente por espécies de *Erythrodiplax* Brauer 1868 (Anisoptera: Libellulidae), classificada comumente como generalista (Corbet, 2004). Gêneros como *Acanthagrion* Selys, 1876, *Enallagma* Charpentier, 1840 e *Ischnura* Charpentier, 1840 (Zygoptera), geralmente são registrados em locais não impactados, com maior quantidade de macrófitas, provavelmente devido ao hábito escalador das ninfas e oferta de refúgio (Carvalho e Nessimian, 1998). Já as ninfas de *Anax* Brewster, 1815, *Gynacantha* Rambur, 1842 e *Coryphaeschna* Williamson, 1903 são registradas majoritariamente em ambientes lênticos, com substrato arenoso a pouco argiloso com pouca vegetação e predominância de gramíneas (Carvalho e Nessimian, 1998; Corbet, 2004).

Por terem morfologia e requerimentos ecofisiológicos distintos, cada subordem de Odonata responde diferentemente às variações do ambiente (Corbet, 2004) o que pode influenciar direta e indiretamente na dispersão de espécies de ambas subordens (Scher e Thiéry, 2005; Juen e De Marco Jr, 2012; Cunha *et al.*, 2014; Juen *et al.*, 2014). Devido a isso, diversos estudos tem avaliado os efeitos das variáveis ambientais sobre a comunidade de Odonata avaliando separadamente Anisoptera e Zygoptera (Juen *et al.*, 2007; Monteiro Junior *et al.*, 2014; Mendes *et al.*, 2015; Bried *et al.*, 2016).

Os adultos das espécies de Zygoptera têm menor capacidade de dispersão no ambiente, quando comparados aos adultos das espécies de Anisoptera, principalmente, por causa das restrições termorregulatórias e pelo hábito de permanecerem a maior parte do período de atividade em poleiros, enquanto que os adultos de Anisoptera praticamente permanecem em voo constante (May, 1976; Corbet, 1995; Calvão *et al.*, 2013; De Marco *et al.*, 2015). Ainda, Zygoptera tem espécies mais dependentes das condições do ambiente (temperatura e vegetação, por exemplo) pelo fato de serem, geralmente, menores e mais delgados do que as espécies de Anisoptera (Monteiro Junior *et al.*, 2014; Monteiro Junior *et al.*, 2015; Corbet, 2004). Desse modo, grande parte das espécies de Zygoptera permanecem em locais florestados, onde a amplitude térmica é menor, enquanto que Anisoptera é dominante em áreas abertas, com baixa cobertura vegetal, maior incidência solar e temperaturas mais elevadas durante o dia (May, 1976; Corbet, 2004; Juen, 2014; Monteiro Junior *et al.*, 2015).

Embora grande parte dos estudos sobre variação de composição de espécies geralmente considerem somente gradientes ambientais, as variáveis espaciais também podem influenciar a estrutura da comunidade local (Heino e Peckarsky, 2014; Heino *et al.*, 2015a; Heino *et al.*, 2015b). Bried *et al.* (2016) observaram que locais mais próximos entre si tendem a ter maior similaridade de composição do que locais mais distantes, esse fato ocorre porque o aumento da distância entre locais dificulta a dispersão das espécies (Nekola e White, 1999; Siepielski e McPeck, 2013). Assim, espécies com baixas taxas de dispersão tendem a ser mais suscetíveis ao aumento da distância entre locais do que aquelas com taxas mais altas de dispersão, o que pode acarretar em diferenças na composição, não apenas pela distância, mas também pela capacidade de dispersão das espécies (Bonada *et al.*, 2012; Cañedo-Argüelles *et al.*, 2015). Desse modo, a distância geográfica tem sido considerada uma variável importante para determinar a composição de espécies aquáticas (Tuomisto *et al.*, 2003).

Diante do exposto, conhecer a biodiversidade dos lagos naturais de Roraima e quais fatores influenciam a estrutura da comunidade de Odonata é importante para futuros estudos de avaliação de impactos resultantes do avanço da agricultura sobre a Amazônia (Miranda e Absy, 2000). Os escassos trabalhos sobre insetos aquáticos, incluindo Odonata em Roraima referem-se a registros taxonômicos (Fleck, 2012; Neiss *et al.*, 2013) e descrições de novas espécies provenientes de rios e riachos em regiões de florestas (Machado, 1991). De Marco Jr. e Vianna (2005) compilaram os dados de ocorrência de Odonata para o Brasil e mostraram o pouco esforço pesquisador/área existente na região da savana em Roraima. Passados mais de 10 anos pouco conhecimento foi agregado sobre Odonata nessa região, indicando a necessidade de um número maior de estudos e uma abordagem que contemple diferentes aspectos da biodiversidade como um todo, para preencher a lacuna do conhecimento sobre a comunidade dos sistemas aquáticos da savana de Roraima (Barbosa, 1997; Miranda e Absy, 2000; Barbosa e Miranda, 2004; Barbosa *et al.*, 2007).

Desse modo, tendo em vista a necessidade de compreender como é estruturada a comunidade de Odonata, Anisoptera e Zygoptera na savana de Roraima, especialmente nos lagos naturais, nesse trabalho foram testadas as seguintes hipóteses: i) pelo fato de Odonata responder a alterações nas variáveis ambientais da água, as variáveis ambientais devem ter maior efeito sobre a composição de Odonata; ii) tendo em vista que Anisoptera tem espécies consideradas boas dispersoras, somente as variáveis ambientais devem ter efeito sobre sua composição; iii) pelo fato de Zygoptera ter espécies com menor capacidade de dispersão e mais sensíveis às variações ambientais, tanto as variáveis ambientais quanto as espaciais devem ter efeito sobre a composição de Zygoptera.

2. OBJETIVO

Avaliar a importância da distância geográfica entre lagos e de variáveis ambientais da água sobre a estruturação da comunidade de ninfas de Odonata em lagos da savana do estado de Roraima.

2.1 Objetivos específicos

- 1) Avaliar a influência da distância entre lagos e das variáveis ambientais sobre a composição de espécies de ninfas de Odonata.
- 2) Avaliar a influência da distância entre lagos e das variáveis ambientais sobre a composição de espécies de ninfas de Anisoptera.
- 3) Avaliar a influência da distância entre lagos e das variáveis ambientais sobre a composição de espécies de ninfas de Zygoptera.
- 4) Caso as variáveis ambientais exerçam efeito significativo sobre as composições das espécies, serão avaliadas quais variáveis são mais importantes para a abundância, riqueza e composição de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A paisagem do Norte de Roraima é formada por vegetação típica de savana, caracterizada por campos abertos, solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (Vale Jr e Souza, 2005), geralmente coberto por gramíneas com poucos e espaçados arbustos que alcançam aproximadamente 4,5 m de altura. Esse cenário é conhecido pela população local como “lavrado” (Gatto, 1991; Barbosa e Miranda, 2004; Barbosa *et al.*, 2007; Carvalho, 2009) (Figura 1). Também é comum encontrar nessa área, riachos abastecidos por lagos naturais e circundados por buritizais (*Mauritia flexuosa* L.) (Pires e Prance, 1985; Miranda e Absy, 2000). Esses lagos naturais geralmente são conjuntos rasos de água (profundidade máxima de 4 m de no centro) formados nas depressões do solo pelo afloramento do lençol freático. Perenes ou intermitentes, os lagos são regulados através da sazonalidade regional e podem ter até 40.000 m² (Gatto, 1991; Barbosa *et al.*, 2005; Morais e Carvalho, 2015).

O clima na região é classificado como tropical chuvoso, quente e úmido com estação chuvosa e seca bem definidas (Awi pela classificação de Köppen; Brasil, 1975). A pluviosidade é de aproximadamente 1.600 mm/ano, com maior concentração de chuva entre abril e setembro (cerca de 70% da precipitação) e o pico de seca entre dezembro e março (Nimer, 1991; Barbosa, 1997; Barbosa *et al.*, 2007; Carvalho e Carvalho, 2015).



Figura 1. Paisagem onde os lagos amostrados para o estudo sobre a comunidade de ninfas de Odonata (Insecta) estão inseridos. Extensos campos cobertos com gramíneas e com poucos esparsos arbustos, no município de Boa Vista, Roraima, Brasil.

3.2 Desenho amostral

3.2.1 Seleção dos lagos e período de amostragem

As coletas foram realizadas nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil (entre as latitudes 02°46'00.4"N e 03°10'53.9"N, longitudes 60°45'38"O e 61°06'46.2"O e aproximadamente 76 m de altitude). Nessa área, foram selecionados 50 lagos, levando em consideração o tamanho e formato circular (aproximadamente 700 m de perímetro) todos foram georreferenciados através de imagens de satélite utilizando o serviço do Google Earth Pro, versão 7.1 (Apêndice - A). Para averiguar a acessibilidade aos lagos e a viabilidade das coletas foi realizada uma excursão piloto em maio de 2015, durante o início da época chuvosa. Como resultado, 25 lagos naturais foram validados, principalmente por permanecerem com água durante a época seca e sempre que possível terem no mínimo 1 km de distância entre si; a maior distância entre os lagos amostrados foi de 50 km. Pela existência de extensas fazendas, pela facilidade logística e de acesso aos lagos, a amostragem foi realizada em lagos ao longo das rodovias BR-174 e RR-205, na zona rural de Alto Alegre e Boa Vista/RR (Figura 2).

Para possibilitar a identificação das ninfas de Odonata coletadas nos lagos de Roraima, as coletas foram realizadas no final do período chuvoso (agosto de 2015), quando seria esperado que a comunidade aquática estaria mais estável e que as ninfas de Odonata estivessem em estágio de desenvolvimento avançado (Corbet, 2004).

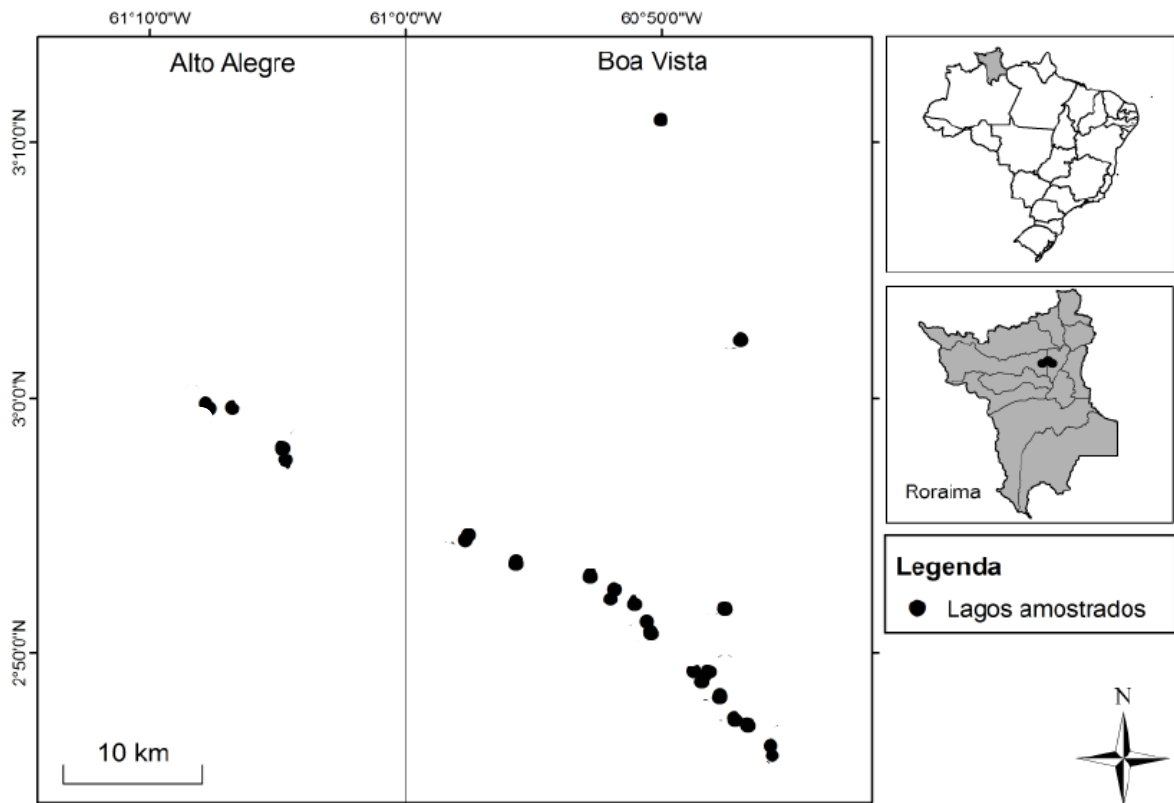


Figura 2. Distribuição dos lagos (n=25) onde ninfas de Odonata (Insecta) foram amostradas em agosto de 2015, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil.

3.2.2 Coleta e análise da água dos lagos

Em campo, as variáveis ambientais: oxigênio dissolvido (mg/L), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura (°C) e condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) da água foram aferidas utilizando oxímetro e potenciômetro/condutivímetro Oakton, modelo Waterproof DO 300 Meter e Waterproof Multiparameter PC Testr 35, respectivamente. Para determinar a concentração de fosfato, foram obtidas amostras de 500 mL de água de cada lago, na superfície onde a profundidade da coluna d'água era de 40 cm. As amostras foram mantidas resfriadas em caixas térmicas durante a coleta e transporte para diminuir a atividade microbiana (Machado *et al.*, 1995).

No laboratório, cada amostra foi filtrada em filtros de papel de $0,21\mu\text{m}$, utilizando uma bomba a vácuo Gast modelo DOA P704-AA e congelada para posterior realização da análise limnológica no Laboratório de Ecologia da Universidade de Brasília (UNB), coordenado pelo professor Dr. José Francisco Gonçalves Júnior.

3.2.3 Coleta das ninfas

Cada lago foi considerado uma amostra e sua margem foi dividida em 10 segmentos (subamostras) de tamanhos iguais entre si, de modo a abranger toda a circunferência do lago (Figura 3). A coleta foi realizada por um coletor com rede entomológica aquática tipo “D”, com área de 980 cm² e malha de 1 mm².

O esforço amostral foi de uma varredura da rede entomológica durante 30 segundos em ziguezague onde a profundidade máxima da água era de 40 cm, para abranger todos os microambientes do segmento. O material coletado foi acondicionado em frascos plásticos de 200 mL, contendo álcool 92° GL e sua respectiva etiqueta. Foram então amostrados 25 lagos, totalizando 250 subamostras que foram triadas no laboratório.

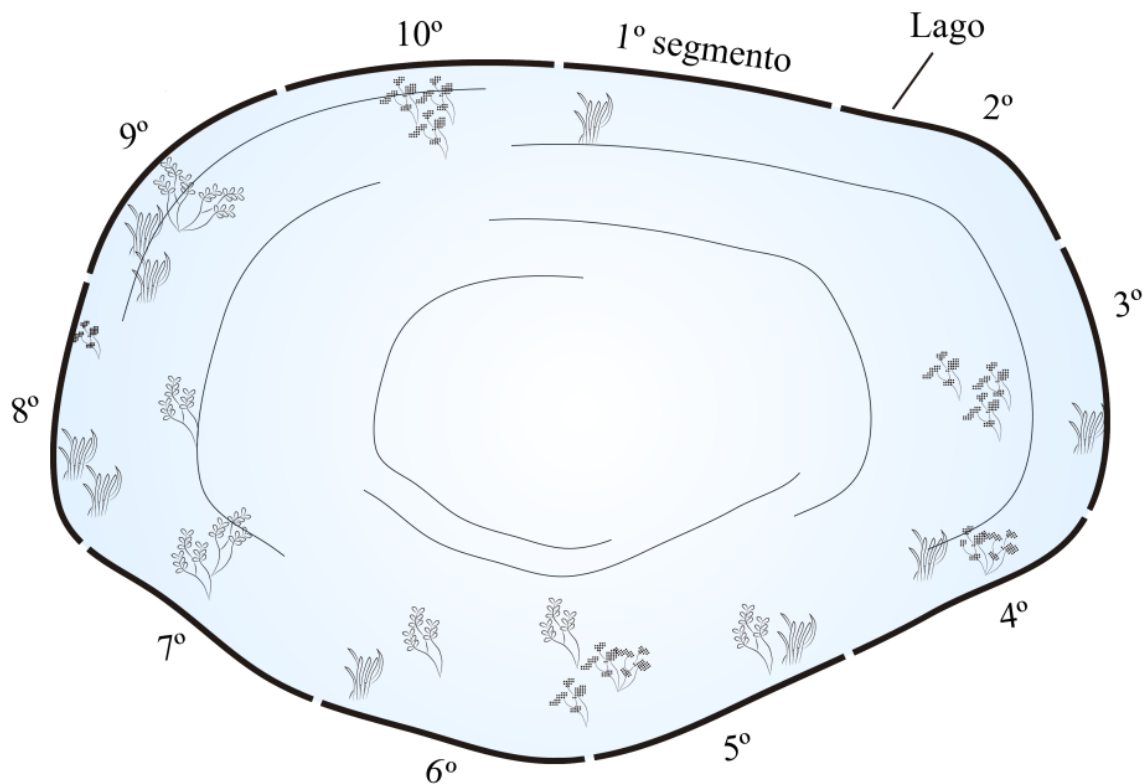


Figura 3. Esquema mostrando a distribuição das 10 subamostras coletadas em cada lago, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil, para o estudo da comunidade de ninfas de Odonata.

Coletas adicionais, por meio de busca ativa foram realizadas em cada lago para obter ninfas de último e penúltimo estágio para criação das ninfas em condições de laboratório para obtenção de adultos. A taxonomia de Odonata é baseada, principalmente, nos adultos machos, dessa forma a associação das ninfas com adultos emergidos em condições de laboratório pode possibilitar a identificação específica das ninfas criadas e, por comparação as ninfas similares, coletadas no protocolo padronizado. As ninfas coletadas vivas foram acondicionadas em caixas

de poliestireno (11 x 9 x 6 cm) com tampa, contendo água, gravetos e sedimentos dos lagos onde foram coletadas. Todo o material foi transportado para o Laboratório de Insetos Aquáticos, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus, Amazonas.

3.3 Triagem e armazenamento das amostras

Todas as 250 subamostras foram triadas sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de pinças entomológicas e pipetas. Primeiramente, a fauna foi separada a nível de ordem e posteriormente triada em família, gênero e identificadas a nível de espécie, sempre que possível. Todos os espécimes estão armazenados em álcool a 80% no Laboratório de Insetos Aquáticos e o material testemunho será depositado na Coleção de invertebrados do INPA.

3.4 Criação das ninfas em laboratório

As ninfas foram mantidas individualmente nas respectivas caixas de poliestireno, sendo diariamente alimentadas com larvas e pupas de Diptera (Chironomidae e Culicidae) (Carvalho, 2007), além de imaturos de anfíbios e alevinos, coletados no lago do Bosque da Ciência e no Campus V8 do INPA. Para possibilitar a total expansão das asas antes da emergência dos adultos, as ninfas de Anisoptera (indivíduos maiores) foram transferidas para recipientes de poliestireno maiores (15 x 15 x 20 cm) (Carvalho, 2007). Os adultos emergidos foram mantidos vivos por um dia, acondicionados em envelopes e fixados em frascos com álcool 96% junto as respectivas exúvias das ninfas para preservação da forma e coloração (Neiss, 2012).

3.5 Identificação do material

O baixo sucesso da criação das ninfas (31,6%) em condições de laboratório dificultou a identificação específica dos espécimes coletados. Os adultos emergidos foram identificados com base na literatura disponível (Needham *et al.* 2000, Carvalho *et al.* 2002, Costa *et al.* 2002, Davies e Tobin 1984, 1985, De Marmels 1988, 1989, 1992, De Marmels e Rácenis 1982, Garrison *et al.* 2006, 2010, Geijskes, 1971, Heckman 2006, 2008, Lencioni 2005, 2006, Paulson 2015, Santos 1988, Von Ellenrieder e Garrison 2003). Após a associação entre as ninfas criadas e os adultos identificados até espécie, as ninfas puderam ser caracterizadas e, aquelas com morfologia similar puderam ser identificadas até espécie. As ninfas que não puderam ser associadas com os adultos foram morfotipadas e fotografadas para criar uma coleção de

referência para possibilitar a identificação das ninfas coletadas no campo. Desse modo, para facilitar a compreensão, nesse trabalho os morfótipos serão tratados como “espécies”.

3.6 Análise de dados

Para estimar a porcentagem de explicação do efeito do ambiente e do espaço sobre a composição de espécies de ninfas de Odonata foi realizada uma Análise de Redundância Parcial (RDAP). A RDAP foi executada tanto para Odonata como um todo, quanto para cada subordem (Anisoptera e Zygoptera). Para representar o espaço nesta análise, as coordenadas geográficas em utm foram utilizadas para obtenção de uma matriz de distâncias euclidianas, a partir da qual foi feita uma Análise de Coordenadas Principais de Matrizes Vizinhas (PCNM). Os eixos de ordenação resultantes desta análise (autovetores) foram usados para representar o espaço, corrigindo a autocorrelação espacial (Griffith e Peres-Neto, 2006). A partir disto, foi realizada a RDAP para determinar a porcentagem de variância da composição de espécies atribuíveis puramente ao ambiente, ou seja, controlando o efeito do espaço (a), puramente ao espaço, controlando o efeito do ambiente (c), conjuntamente ao ambiente e ao espaço (b), bem como a variância residual ou não explicada (d) (Legendre e Legendre, 2011).

Primeiramente, foi verificada a não existência de multicolinearidade entre as variáveis ambientais ($r \geq 0,7$). Para determinar quais das variáveis ambientais predizem melhor a composição de espécies foram realizadas regressões múltiplas (Zar, 1999) tanto para Odonata quanto para as subordens separadamente. Para representar a composição de espécies nessa análise foi usado o primeiro eixo de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), a partir de uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis (Legendre e Legendre, 2011). Para determinar o melhor modelo, foi usado o Critério de Informação de Akaike (AIC), onde é escolhido o modelo com menor valor de ΔAIC usando uma diferença mínima de duas unidades. Nos casos em que os modelos não têm essa diferença a escolha é feita pelo modelo de menor quantidade de preditores (Akaike, 1974; Burnham e Anderson, 2002). Nesse caso, todos os preditores fazem parte do modelo inicial e a variável independente que menos explicar a variável dependente é retirada. A abundância de ninfas foi analisada em função das variáveis ambientais, utilizando o mesmo procedimento.

Para possibilitar a interpretação do efeito do ambiente e do espaço sobre a composição de Odonata, Anisoptera e Zygoptera, foram gerados gráficos de barras conhecidos como “Gráfico de composição composta”. Esse gráfico é gerado a partir do primeiro eixo de PCoA com a matriz de composição e espécies. Portanto, diante do resultado da regressão múltipla, ao

verificar as variáveis significativas, quando o coeficiente da variável for positivo (ex.: 1,2) o gráfico deve ser lido da esquerda para direita e as espécies posicionadas mais à esquerda serão as que ocorrem em maior abundância quando a concentração daquela variável for menor. Caso o coeficiente seja negativo (ex.: -1,2) o gráfico deve ser lido da direita para a esquerda e as espécies mais à esquerda serão as que ocorrem em maior abundância quando a concentração da variável for maior.

Para determinar quais variáveis ambientais (oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura e fosfato na água) predizem melhor a riqueza de espécies, foi feito um Modelo Linear Generalizado (GLM), assumindo erros com distribuição de Poisson (McCullagh e Nelder, 1989). Também foram adicionadas todas as variáveis independentes e a seleção do melhor modelo foi realizada através do ΔAIC . Essa análise foi feita para a Ordem e para cada subordem, separadamente.

Todas as análises foram realizadas no software livre R (R Core Team, 2013). Os pacotes utilizados foram: PCNM (Legendre *et al.*, 2012) e vegan (Oksanen *et al.*, 2013).

4. RESULTADOS

4.1 Variáveis ambientais

Os lagos amostrados em Roraima possuem água ácida, concentração moderada de oxigênio dissolvido e alta temperatura média pela ausência de cobertura vegetal florestal (Tabela 1).

Tabela 1. Valores mínimo (Mín.), máximo (Máx.), média (Méd.) e desvio padrão (Dp) das variáveis ambientais da água de lagos (n=25) de savana, Roraima, Brasil.

Variável	Mín.	Máx.	Méd.	Dp
Temperatura (°C)	26,4	36,8	31,80	2,96
Condutividade elétrica (µs/cm)	3,32	22,50	9,61	4,92
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,90	5,72	4,16	0,74
pH	4,73	5,35	4,86	0,11
Fosfato (µs/L)	0,15	21,38	2,33	4,52

4.2 Emergência dos adultos e morfótipos obtidos

Foram criadas 57 ninfas de penúltimo e último estágio em condições de laboratório, destas, 18 emergiram (31,6%) sendo 11 machos, possibilitando a identificação de ninfas de três espécies (Anisoptera: *Tamea calverti* Muttkowski, 1910 e *Anax amazili* Burmeister, 1839 e Zygoptera: *Lestes forficula* Rambur, 1842). No processo de identificação foram definidos 12 morfótipos, sendo cinco de Zygoptera: *Ischnura* sp.1, *Ischnura* sp.2, *Acanthagrion* sp.1, *Telebasis* sp.1, Coenagrionidae sp.1 (não foi possível identificar além de família pelo fato da ninfa ser muito jovem e, portanto, não apresentar as estruturas morfológicas necessárias para a identificação do gênero); e sete de Anisoptera: *Gynacantha* sp.1, *Tamea* sp.1, *Erythemis* sp.1, *Erythrodiplax* sp.1, *Micrathyria* sp.1, *Rhodopygia* sp.1 e *Orthemis* sp.1. As fotos dos morfótipos estão disponíveis nos Apêndices B, C e D.

4.3 Composição de espécies

Foram coletados 12.462 espécimes de Odonata, distribuídos em 20 espécies de 14 gêneros, quatro famílias e duas subordens (Tabela 2). A família mais representativa foi Libellulidae (Anisoptera) com *Erythrodiplax* sp.1 tendo 3202 indivíduos ocorrendo em todos os locais.

Tabela 2. Espécies de Odonata com as respectivas abundâncias (total, máx = máxima por lago, min = mínima por lago, méd = média e dp = desvio padrão) de ninfas coletadas em 25 lagos amostrados em agosto de 2015, no estado de Roraima, Brasil.

Táxon	Total	Máx.	Mín.	Méd.	Dp
ANISOPTERA					
Libellulidae					
<i>Tramea calverti</i> (Muttkowski, 1910)	2582	341	1	103,28	86,70
<i>Tramea</i> sp.1	553	279	0	22,12	60,29
<i>Erythemis vesiculosa</i> (Fabricius, 1775)	585	147	0	23,40	42,17
<i>Erythemis</i> sp.1	1631	485	1	65,24	101,75
<i>Erythrodiplax</i> sp.1	3202	1850	0	128,08	367,63
<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	331	131	0	13,24	30,35
<i>Micrathyria</i> sp.1	5	5	0	0,20	1,00
<i>Rhodopygia</i> sp.1	5	5	0	0,20	1,00
<i>Orthemis</i> sp.1	1	1	0	0,04	0,20
Aeshnidae					
<i>Anax amazili</i> (Burmeister, 1839)	386	152	0	15,44	32,20
<i>Coryphaeschna amazonica</i> De Marmels, 1989	221	51	0	8,84	14,54
<i>Gynacantha</i> sp.1	76	69	0	3,04	13,77
ZYGOPTERA					
Lestidae					
<i>Lestes forficula</i> Rambur, 1842	1753	403	0	70,12	90,10
Coenagrionidae					
<i>Ischnura capreolus</i> (Hagen, 1861)	31	8	0	1,24	2,11
<i>Ischnura fluviatilis</i> Selys, 1876	24	8	0	0,96	2,10
<i>Ischnura</i> sp.1	924	356	0	36,96	75,19
<i>Ischnura</i> sp.2	80	11	0	3,20	3,72
<i>Acanthagrion</i> sp.1	3	2	0	0,12	0,44
<i>Telebasis</i> sp.1	56	24	0	2,24	5,00
Coenagrionidae sp.1	13	4	0	0,52	0,96

4.4 Contribuição relativa do ambiente e do espaço para mudança de composição de espécies

As variáveis ambientais medidas no presente estudo não contribuíram para a mudança da composição de espécies de ninfas de Odonata ($R^2 = 0,124$; $p = 0,053$). No entanto, ao fazer a

avaliação do efeito dessas variáveis ambientais sobre as subordens, separadamente, foi observado que essas influenciaram a composição tanto de Anisoptera ($R^2= 0,163$; $p= 0,031$) quanto de Zygoptera ($R^2= 0,022$; $p= 0,032$; Tabela 3). Logo, a hipótese de que o ambiente tem efeito sobre a composição de espécies de Odonata como um todo não foi corroborada.

O espaço não teve efeito significativo sobre a composição de Odonata, nem para a composição das subordens analisadas ($p > 0,05$, Tabela 3). Esse resultado demonstra que o ambiente sim influência sobre a composição de espécies de Anisoptera. Assim, demonstra que a hipótese de que o espaço seria mais importante do que o ambiente para a composição de espécies de Zygoptera não foi corroborada.

Tabela 3. Resultado da partição de variância sobre a composição de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera (Análise de Redundância Parcial) de lagos de savana, Roraima, Brasil. As frações representam o efeito somente do ambiente, somente do espaço, em conjunto ambiente e espaço e, o resíduo. Em negrito, os valores considerados significativos ($p < 0,05$).

ODONATA			ANISOPTERA		ZYGOPTERA	
Fração	R ²	p	R ²	p	R ²	p
Ambiente	0,12	0,05	0,16	0,03	0,02	0,03
Ambiente:Espaço	0,00	-	0,05	-	0,00	-
Espaço	0,01	0,54	0,00	0,23	0,01	0,89
Resíduo	0,88	-	0,79	-	1,10	-

4.5 Efeitos entre as variáveis ambientais sobre abundância, riqueza e composição de espécies de Odonata

O primeiro eixo de PCoA, usado para representar a abundância de espécies de Odonata, capturou 22,76% da variação original dos dados. O modelo de abundância de Odonata mais parcimonioso incluiu três variáveis ambientais: a abundância aumentou com o pH e o fosfato dissolvido na água, no entanto a abundância diminuiu com o oxigênio dissolvido na água ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,08) (Tabela 4; Figura 4.A, B, C). O primeiro eixo de PCoA, usado para representar a comunidade de Anisoptera, capturou 26,87% da variação original dos dados. O modelo de abundância de Anisoptera mais parcimonioso incluiu três variáveis ambientais: a abundância também aumentou com o pH e o fosfato dissolvido na água, enquanto o oxigênio dissolvido não foi significativo ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,80) (Tabela 4; Figura 4.D, E, F). O primeiro eixo de PCoA, usado para representar a comunidade de Zygoptera, capturou 33,27% da variação original dos dados. O modelo de abundância de Zygoptera mais parcimonioso

incluiu três variáveis ambientais, sendo que a abundância aumentou com o pH e diminuiu com a temperatura da água, enquanto o fosfato não foi significativo ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,42) (Tabela 4; Figura 5. A, B, C).

Tabela 4. Valores resultantes da regressão múltipla da abundância de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com as variáveis ambientais da água. Em negrito, os valores considerados significativos ($p < 0,05$).

Abundância de espécies				
Táxon	Preditor	Coefficiente	t	P
Odonata	Intercepto	-7409,91	-	-
	Oxigênio dissolvido	-137,63	-2,116	0,046
	pH	1687,53	4,426	<0,001
	Fosfato	117,34	11,006	<0,001
Anisoptera	Intercepto	-5386,27	-	-
	Oxigênio dissolvido	-125,01	-1,749	0,095
	pH	1240,57	2,962	0,007
	Fosfato	109,71	9,365	<0,001
Zygoptera	Intercepto	-1571,461	-	-
	Temperatura	-19,714	-3,331	0,003
	pH	472,696	2,974	0,007
	Fosfato	6,420	1,627	0,118

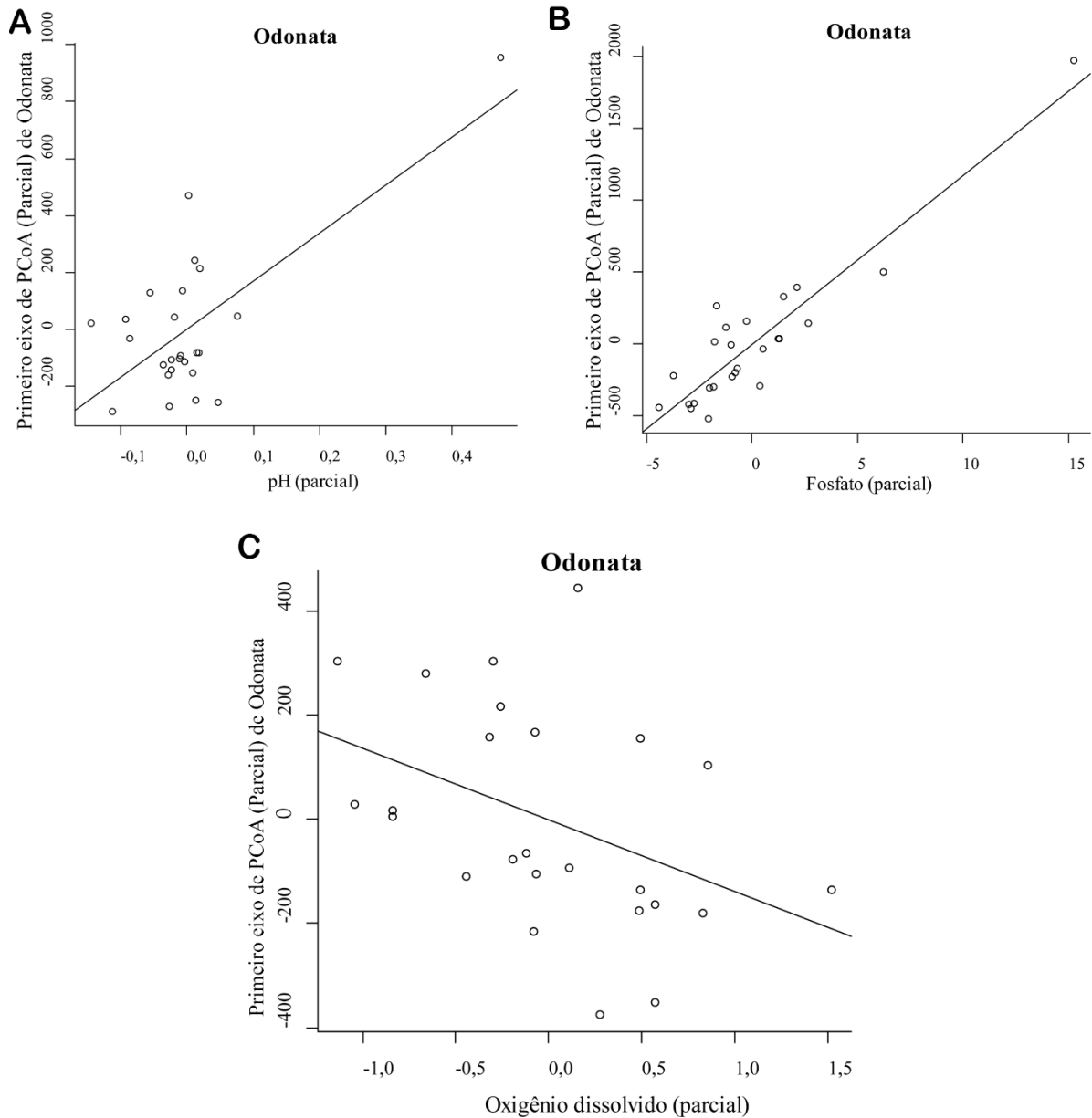


Figura 4. Regressões parciais do (A) pH, (B) fosfato e (C) oxigênio dissolvido na água dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais das espécies de ninfas de Odonata (22,76%) ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,085).

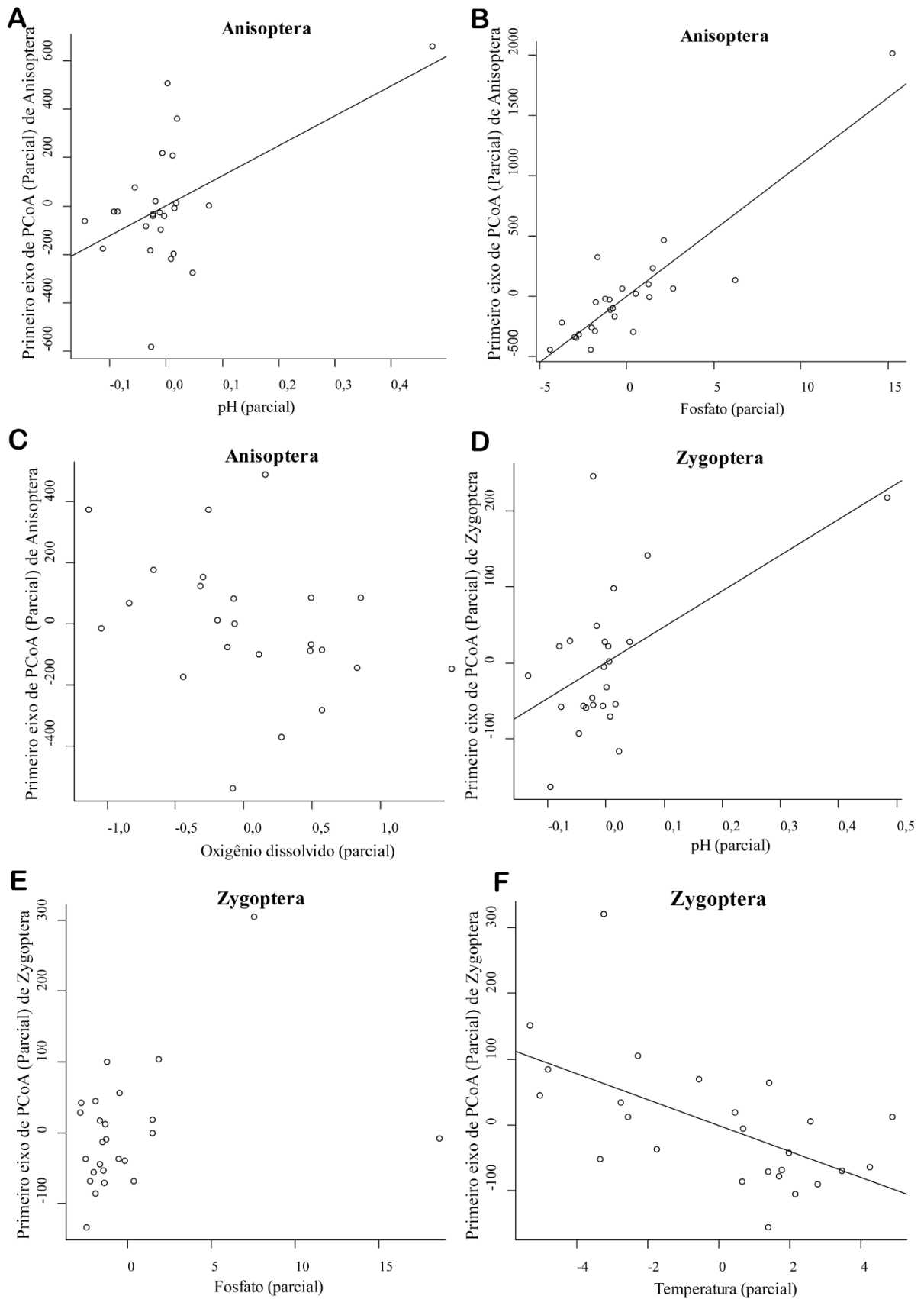


Figura 5. Regressões parciais do (A) pH, (B) fosfato e (C) oxigênio dissolvido na água dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais das espécies de ninfas de Anisoptera (26,87%) ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,8) e (D) pH, (E) fosfato e (F) temperatura da água dos lagos da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais das espécies de ninfas de Zygoptera (33,27%) ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,42).

Os modelos de riqueza para Odonata, Anisoptera e Zygoptera não tiveram influência de nenhuma das variáveis ambientais mensuradas nos lagos avaliados.

O modelo de composição de Odonata incluiu como preditores a temperatura e a condutividade elétrica da água ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,324; Tabela 6 A e B e 7). Para Anisoptera o modelo selecionado incluiu a temperatura e condutividade ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,005; Figura 8A e B; Figura 9), enquanto que para Zygoptera, a composição não foi influenciada por nenhuma das variáveis medidas (Tabela 6).

Tabela 5. Valores resultantes da regressão múltipla da composição de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera dos lagos da savana de Roraima, Brasil, reduzidas a um eixo pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com as variáveis ambientais da água. Em negrito, os valores considerados significativos ($p < 0,05$).

Composição de espécies				
Táxon	Preditor	Coefficiente	T	p
Odonata	Intercepto	-0,729	-	-
	Temperatura	0,031	2,170	0,041
	Condutividade	-0,026	-3,075	0,005
Anisoptera	Intercepto	0,499	-	-
	Temperatura	-0,025	-1,655	0,112
	Condutividade	0,031	3,430	0,002
Zygoptera	Intercepto	0,441	-	-

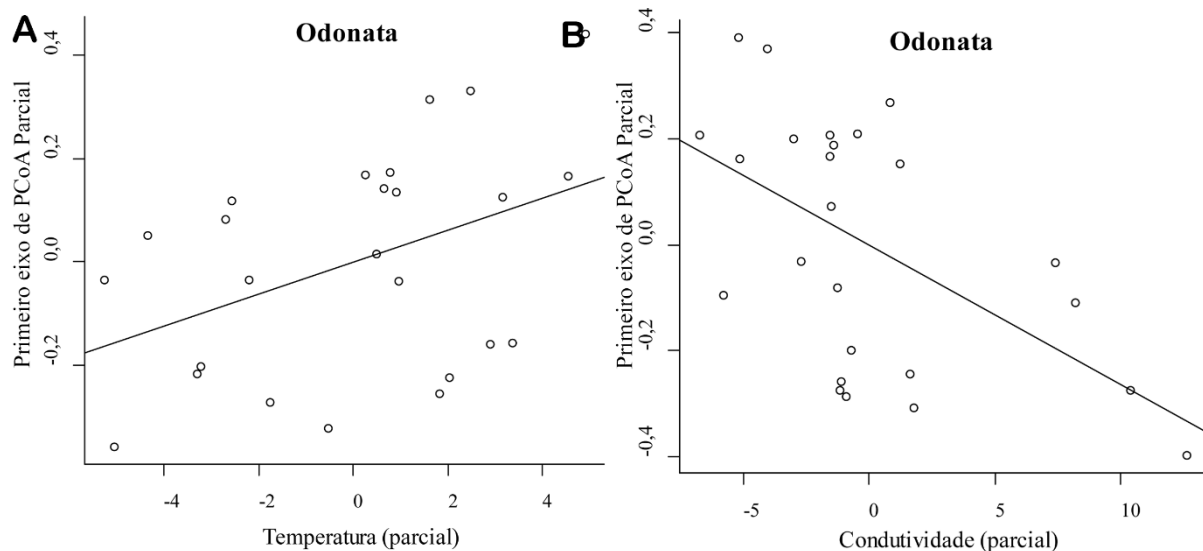


Figura 6. Regressões parciais da (A) temperatura e (B) condutividade elétrica da água de lagos amostrados da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (22,76%) das espécies de ninfas de Odonata ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,324).

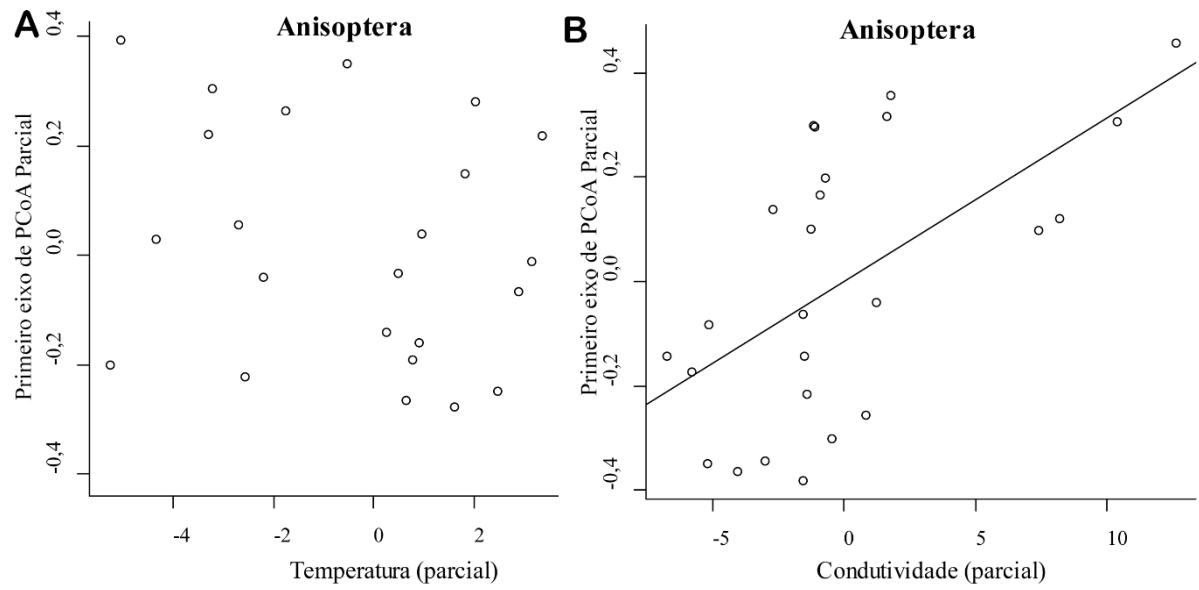


Figura 7. Regressões parciais da (A) temperatura e (B) condutividade elétrica da água de lagos amostrados da savana de Roraima, Brasil, com o primeiro eixo de ordenação da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (26,87%) das espécies de ninfas de Anisoptera ($\Delta AIC < 2$; R^2 ajustado= 0,005).

5. DISCUSSÃO

Em geral as análises mostraram que existe relação entre a comunidade de Odonata e as variáveis ambientais locais. No entanto, a distância entre lagos não foi capaz de prever a distribuição de Odonata como um todo, nem das subordens Anisoptera e/ou Zygoptera. O mesmo foi observado por Mendes *et al.* (2015) que relataram ausência da influência espacial sobre a distribuição de Odonata, Anisoptera e Zygoptera em rios no Mato Grosso (Brasil) e Juen e De Marco Jr. (2011) que também não observaram influência espacial sobre a diversidade de Odonata nos igarapés da Reserva Ducke em Manaus/AM (Brasil). Ambos indicam a alta capacidade de dispersão da ordem como um todo como a causa mais provável para não observarem um padrão espacial na composição de Odonata, mesmo quando avaliadas as subordens separadamente. Assim, a similaridade da comunidade de Odonata parece ser mais uma consequência da similaridade ambiental entre os locais e suas variáveis (Osborn, 2005), do que um resultado ocasionado pela distância entre os locais (Mendes *et al.*, 2015).

5.1 Abundância de espécies

O número total de indivíduos coletados (12.462) foi maior que para a maioria dos trabalhos realizados com Odonata, seja para adultos ou ninfas por exemplo, Franco e Takeda, 2002; Neiss, 2012; Monteiro Junior *et al.*, 2013; Juen *et al.*, 2014; Mendes *et al.*, 2015; Monteiro Junior *et al.*, 2015. Isso porque as espécies coletadas são comuns em ambientes lênticos e, neles, ocorrem em elevada abundância (Franco e Takeda, 2002; Stenert, 2009; Pires *et al.*, 2013), como registrado nos lagos amostrados na savana de Roraima. Todos os gêneros encontrados são de ocorrência comum na Amazônia (De Marco e Vianna, 2005; Monteiro Junior *et al.*, 2013; Juen *et al.*, 2014) e em outras regiões do Brasil (Franco e Takeda, 2002; De Marco Jr. e Vianna, 2005; Stenert, 2009; Pires *et al.*, 2013).

A maior abundância de Anisoptera (76,9%) em relação a Zygoptera (23,1%) é um padrão comum em áreas abertas e com alta incidência solar. As espécies de Anisoptera tendem a ter vantagem sobre Zygoptera em ambientes abertos e com maior temperatura por serem mais eficientes quanto a predação e gasto energético, o que resulta em maior sucesso no desenvolvimento e em maior número de ninfas (Corbet, 2004). Além disso, as espécies de Zygoptera dependem mais da existência de macrófitas e de vegetação marginal, por causa da oviposição endofítica e porque as ninfas utilizam raízes e talos para locomoção, refúgio e busca de alimento (Macan, 1964). Assim, a dominância quantitativa de Anisoptera sobre Zygoptera

nos lagos corrobora a premissa de que as espécies de Anisoptera são especialistas em ambientes abertos, com maior incidência solar e amplitude térmica (Corbet, 2004; Juen *et al.*, 2014).

O oxigênio dissolvido na água influenciou negativamente a abundância de ninfas de Odonata. Geralmente o oxigênio dissolvido afeta direta e indiretamente a comunidade de macroinvertebrados e quanto maior sua concentração, maior é a abundância de Odonata (Fulan e Henry, 2006; Fulan e Henry, 2007). No entanto, algumas espécies de Odonata têm tolerância à níveis baixos de O₂ na água, principalmente por mudanças comportamentais como: diminuição do ritmo respiratório, aumento do bombeamento retal ou os indivíduos ascenderem para a superfície (Moore e Burn, 1968; Miller, 1993). As espécies encontradas mais abundantes nos lagos com menos oxigênio dissolvido são precisamente essas que são reconhecidas como tolerantes (Corbet, 2004).

Nesse trabalho, o aumento de oxigênio na água pode ter refletido na diminuição da abundância de ninfas de Odonata porque esse fenômeno favorece o aumento de predadores, como os peixes (Morin, 1984; Kramer, 1987) e espécies competidoras de Odonata por refúgio, alimento, entre outros (Benke, 1978; Morin, 1984; Corbet, 2004). Cargnin-Ferreira e Forsberg (1999) ao avaliarem as cadeias tróficas do rio Jaú, afluente do rio Negro, no Amazonas, encontraram dependência da abundância de predadores, como Odonata, com a disponibilidade de presas. Ademais, a predação pode ser ainda mais importante sobre a comunidade conforme a menor disponibilidade de refúgios, pois locais em que os indivíduos ficam expostos favorecem a predação destes (Macan, 1964; Benke, 1978). Alguns indivíduos podem modificar o comportamento ante a presença de predadores para sobreviver, mesmo que isso signifique menor taxa de forrageamento e alimentação, o que resulta em menor desenvolvimento e crescimento e pode, futuramente, afetar a reprodução dos adultos (Schaffner e Anholt, 1998).

O pH da água influenciou positivamente a abundância de espécies de Odonata, Anisoptera e Zygoptera, indicando que essas espécies são mais abundantes em águas menos ácidas. Hudson e Berrill (1986) avaliaram a importância do pH sobre a eclosão de ovos de Odonata e verificaram que apesar das espécies terem tolerância a níveis baixos de pH (3,5 a 5), a acidez pode prejudicar o desenvolvimento das ninfas. Correa *et al.* (1985) verificaram que as ninfas de Odonata são mais sensíveis à acidez nos estádios iniciais. Isso porque a acidez da água pode alterar as taxas de alimentação das ninfas e causar distúrbios no transporte de sais e na permeabilidade epitelial do indivíduo. Além do que, em pH abaixo de 3 os indivíduos dentro dos ovos começam a morrer (Hudson e Berrill, 1986; Corbet, 2004). Correa *et al.* (1985) verificaram que ninfas de Anisoptera podem reduzir a respiração em ambientes ácidos, fato que pode prejudicar o desenvolvimento e crescimento dos indivíduos e refletir em uma menor

abundância das espécies em águas ácidas (Correa *et al.*, 1985; Corbet, 2004). O pH baixo influencia negativamente a abundância por ser limitante para o desenvolvimento das ninfas ao afetar seu equilíbrio iônico (Hudson e Berrill, 1986; Correa *et al.*, 1985). Desse modo, a influência do pH sobre a comunidade ocorre tanto de forma direta, quanto indireta, pois influencia nutrientes importantes como o fosfato e os íons presentes na regulação osmótica dos indivíduos (Horne e Goldman, 1994; Corbet, 2004). Nesse trabalho a maior abundância em águas mais ácidas foram de *Pantala*, *Erythrodiplax* e *Erythemis* (Anisoptera), conhecidas por dominarem os ambientes onde ocorrem, pois, as ninfas são restritas a ambientes lânticos e relativamente maiores e mais vorazes que as de outras espécies (Carvalho e Nessimian, 1998; Corbet, 2004).

O fosfato dissolvido na água influenciou positivamente a abundância de espécies de ninfas de Odonata e Anisoptera. Considerado como limitante para a produção vegetal, inclusive em riachos e lagos, o fosfato é um dos principais nutrientes primários para as plantas. Isso porque o fosfato participa de processos essenciais para os organismos como na energia em forma de ATP, composição de ácido nucleico, entre outros (Taiz e Zeiger, 2013). Bem como é reportado como responsável pela eutrofização artificial de lagos. É importante salientar que a condição da água do lago é influenciada pelas características físico-químicas do solo onde está inserido, pois o fosfato também pode ser adicionado ao corpo d'água através da intemperização das rochas, lixiviação, ventos e decomposição de animais (Horne e Goldman, 1994).

A ausência de vegetação ripária, bem como a proximidade a áreas agrícolas facilitam o aporte de nutrientes para o lago através de adubos e/ou agrotóxicos (Dudgeon, 1989; Primavesi *et al.*, 2002). Um distúrbio que, enquanto permanece intermediário, pode enriquecer o ambiente, e possibilitar melhor desenvolvimento e diversidade da vegetação ripária, macrófitas e consequentemente, de Odonata (Connell, 1978; Stewart e Samways, 2008). Isso porque as mudanças iniciais favorecem o aumento da população e/ou a ocorrência de diferentes espécies (Connell, 1978). Além disso, o aumento de fosfato na água favorece a diversidade de macrófitas e bactérias que são associadas aos consumidores primários que, por sua vez, são presas de Odonata (Lombardo, 1997; Corbet, 2004). Nesse trabalho, os gêneros mais comuns e abundantes em lagos com maiores taxas de fosfato foram *Tramea*, *Erythemis*, *Erythrodiplax* e *Pantala* (Anisoptera: Libellulidae), já conhecidos por serem favorecidos com o aporte intermediário de nutrientes como o fosfato na água (Corbet, 2004). No entanto, é importante esclarecer que distúrbios em altos níveis podem ser prejudiciais para as espécies aquáticas, pois aumentam a carga de sedimento na água, destroem macrófitas e a vegetação ripária (Stewart e Samways, 2008). Segundo o levantamento do IBGE (2016), as áreas dedicadas ao plantio de

soja em Roraima quase dobraram entre os anos de 2004 e 2015, o que deve servir de alerta para desenvolver métodos de conservação e preservação. Por isso deve haver um monitoramento das áreas que estejam sofrendo algum impacto ou que possam sofrer futuramente (Gianluppi e Waquil, 2008).

A temperatura da água dos lagos influenciou negativamente a abundância de espécies de Zygoptera, esse fato provavelmente ocorreu porque os indivíduos de Zygoptera geralmente são menores, mais delgados e a maioria dos adultos possui termorregulação através de convecção, o que faz com que prefiram áreas com temperaturas mais amenas e constantes ao longo do dia, tanto para forragear quanto para ovipositar (May, 1979; Carvalho e Nessimian, 1998; Corbet, 2004). Garten Jr. e Gentry (1976) verificaram que ninfas de maior comprimento corporal foram mais tolerantes ao aumento da temperatura da água, do que as menores. O que concorda com os dados de que em lagos mais quentes a abundância de Zygoptera foi menor.

Nesse trabalho a abundância de Zygoptera foi determinada pelo registro dos lagos que tiveram elevada abundância de *L. forficula*, (Lestidae) e *Ischnura* (Coenagrionidae), táxons comuns em ambientes lênticos com registro de ocorrência em lagos, represas e poças em toda América do Sul (Carvalho e Nessimian, 1998; Franco e Takeda, 2002; Lencioni, 2005; Garrison *et al.*, 2010)

5.2 Riqueza de espécies

As variáveis ambientais não exerceram efeito significativo sobre a riqueza de Odonata, Anisoptera e Zygoptera. Isso ocorre devido à substituição das espécies entre os locais coletados que mantém o número de espécies, porém não são as mesmas que estão presentes nos ambientes (Corbet, 2004; Mendes *et al.*, 2015). Além disso, a baixa diversidade de macrófitas flutuantes, ausência de cobertura de dossel e a predominância de gramíneas pode ter contribuído para que a riqueza de Odonata fosse baixa (20 espécies no total). Isso porque o extrato vegetal na margem e dentro dos lagos é um dos principais componentes que afetam as variáveis ambientais e também são utilizados pelas espécies de Odonata para oviposição e locomoção (Carvalho e Nessimian, 1998; Corbet, 2004; De Marco Junior *et al.*, 2014). Buss *et al.* (2004) e Oliveira e Nessimian (2010) observaram que a ocorrência de espécies está intimamente relacionada com a existência de macrófitas e o tipo de substrato do ambiente aquático, uma vez que as ninfas Odonata têm o modo de vida principalmente escalador e rastejador e utilizam o substrato como refúgio (Corbet, 2004; McPeck, 2004).

Os gêneros coletados são comuns em áreas como as amostradas nesse trabalho, com pouca vegetação, predominância de gramíneas, poucas macrófitas, solo arenoso e alta incidência solar (Carvalho e Nessimian, 1998; Corbet, 2004). Monteiro Jr. *et al.* (2015) verificaram que a entrada de luz e calor no sistema aquático de igarapés em Manaus/AM pode favorecer as espécies de Anisoptera e que conforme o ambiente se torna homogêneo a comunidade também tende a se homogeneizar. As espécies de Odonata presentes em ambientes abertos, sem sombreamento e com grande amplitude térmica tendem a ser aquelas mais tolerantes, no caso as mais generalistas como demonstrado por Monteiro Jr. *et al.*, 2015 como *Pantala*, *Tramea*, *Erythrodiplax* e *Erythemis*, que pertencem à Anisoptera.

Bried *et al.* 2016 verificaram que a ocorrência de espécies de Odonata está intimamente ligada aos requisitos e limites das espécies e, táxons com necessidades similares tendem a estar agrupados nos mesmos padrões ambientais. No entanto, a interpretação dos resultados com Odonata pode ser complexa, pois as espécies geralmente têm capacidade de alcançar locais considerados distantes (Corbet, 2004; De Bie *et al.*, 2012; Bried *et al.*, 2015). Os padrões de estruturação das comunidades com espécies que se dispersam por voo provavelmente são mais visíveis em escalas espaciais maiores do que as observadas nesse trabalho (De Bie *et al.*, 2012).

5.3 Composição de espécies

A composição de espécies de ninfas de Odonata e Anisoptera foi relacionada com a temperatura da água dos lagos amostrados. Em lagos onde ocorreram as temperaturas mais altas a comunidade de Odonata foi estruturada principalmente por *Ischnura*, *Telebasis* e *Tramea*. Gêneros reconhecidos como comuns e abundantes em ambientes lênticos (Franco e Takeda, 2002; Stenert, 2009). Embora outras espécies tenham ocorrido nos lagos, foi em menor número de indivíduos, indicando a dominância dessas espécies nesses lagos (Corbet, 2004, Rychła *et al.*, 2011). Geralmente, as espécies tolerantes ao estresse causado pela oscilação da temperatura, podem sobreviver no ambiente (Rychła *et al.*, 2011) e quando a temperatura permite o melhor desenvolvimento de outras espécies menos tolerantes, aquelas mais tolerantes podem aumentar a abundância e continuar dominando o ambiente (Corbet, 2004).

A composição de espécies de Odonata e Anisoptera foi afetada pela condutividade elétrica da água. D'amico *et al.* (2004) analisaram ser provável que a condutividade influencie indiretamente a comunidade e que pode alterar a capacidade de osmorregulação das ninfas de Odonata. Cannings *et al.* (1980) verificaram que os adultos de Odonata não copulam ou ovipositam em lagos com águas com condutividade maior do que suas ninfas podem tolerar

para desenvolver. Isso lhes confere vantagem sobre as demais espécies, pois uma vez estabelecidas podem dominar ou excluir possíveis competidores (Corbet, 2004; Rychła *et al.*, 2011). Adicionalmente, o aumento intermediário da condutividade elétrica da água significa maior disponibilidade de nutrientes para os consumidores primários, como coletores e fragmentadores (Marques *et al.*, 2016), refletindo em aumento de presas disponíveis para as espécies de Odonata.

A não caracterização da comunidade dos lagos pode ter ocorrido porque Odonata de forma geral tem uma grande amplitude de exigências ambientais (Corbet, 2004). A termorregulação corporal dos indivíduos adultos é apontada como uma das principais características que influenciam na seleção por habitats (May, 1976; Corbet, 2004). Além disso, a escolha feita pelos adultos por locais onde ovipor é determinante para a ocorrência das espécies e após a eclosão as ninfas buscam por refúgio e presas (Carvalho e Nessimian, 1998; Baselga *et al.*, 2007). Apesar de Zygoptera ser mais dependente do ambiente, ambas as subordens possuem requisitos ambientais mínimos para se estabelecerem (May, 1976; Corbet, 2004). As ninfas por estarem inseridas no ambiente aquático têm ainda maior dependência das características da água do que os adultos (Carvalho e Nessimian, 1998; De Marco Junior e Latini, 1998; Corbet, 2004).

Nem sempre as variáveis ambientais mensuradas representam uma grande parte da variação da composição de espécies (Landeiro *et al.*, 2012 e Heino *et al.*, 2015a). Isso contribui para uma relativa baixa capacidade preditiva dos dados. Geralmente, as diferenças ambientais podem ter efeito sobre outras variáveis que, também, são importantes para a comunidade e, de forma indireta, causar mudança na composição, como na disponibilidade de presas, cobertura de dossel e capacidade de dispersão (Callisto *et al.*, 2001; Ahlroth *et al.*, 2010; Jaeschke *et al.*, 2012; Juen e De Marco Junior, 2012).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho contribuiu para o conhecimento da comunidade de Odonata presente nos lagos naturais das savanas de Roraima. Através desse estudo foi possível analisar pela primeira vez, nesse ambiente, como ninfas de Anisoptera e Zygoptera respondem às variações ambientais. Além disso, a elaboração do material fotográfico e a manutenção de uma coleção de referência no laboratório de insetos aquáticos do INPA-Manaus poderá auxiliar futuras pesquisas a terem uma padronização na identificação dos morfótipos das ninfas de Odonata.

Apesar da reconhecida correlação negativa entre o tamanho corpóreo e a capacidade de dispersão, a distância entre lagos não teve efeito na estruturação da composição de Odonata, até mesmo para Zygoptera - subordem composta por espécies menores e de menor capacidade de voo. Essa falta de efeito da distância geográfica sobre a comunidade pode ser um dos reflexos da homogeneidade ambiental.

Por outro lado, as variáveis ambientais tiveram efeito significativo sobre a abundância e composição das espécies. Embora algumas variáveis como oxigênio e pH influenciaram a ordem como um todo, outras tiveram influência apenas sobre Anisoptera ou Zygoptera, refletindo os diferentes requerimentos de cada grupo. Não houve efeito significativo de nenhuma variável ambiental sobre a riqueza de espécies, possivelmente pelo local do estudo ser relativamente homogêneo, pois os lagos são localizados em uma paisagem dominada por uma única fitofisionomia.

Finalmente, através deste trabalho foi possível verificar que há lagos naturais na savana de Roraima que podem estar sob distúrbio inicial, como os que apresentaram elevadas taxas de fosfato. Esse registro é útil para que futuras pesquisas de preservação e conservação ambiental possam traçar locais prioritários para pesquisas que verifiquem impactos do avanço da agricultura e/ou urbanização.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHLROTH, P.; ALATALO, R.V.; SUHONEN, J. Reduced dispersal propensity in the wingless waterstrider *Aquarius najas* in a highly fragmented landscape. *Oecologia*, v.162, p.323-330. 2010.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, v.19, n.6, p.716-723. 1974.
- ALENCAR, M.M.F.; CARNEIRO-FILHO A.; COSTA, J.A.L. Mapeamento e dinâmica pré-atual das savanas amazônicas. In: *Anais da XV Jornada de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/FAPEAM/INPA*, Manaus, p.93-94. 2006.
- ALLAN, J.D. Landscape and riverscapes: The influence of land use on river ecosystems. *Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics*, v.35, p.257-284. 2004.
- BAILLIE, J.E.M.; HILTON-TAYLOR, C.; STUART, S.N. (eds). *2004 IUCN Red List of Threatened Species*. A Global Species Assessment. IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 2004.
- BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R.I.; FERREIRA, E.J.G.; CASTELLON, E.G. *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. Manaus, INPA, p.325-335. 1997.
- BARBOSA, R.I.; CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARNSIDE, P.M. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. *Functional Ecosystems and Communities*, v.1, n.1, p.29-41. 2007.
- BARBOSA, R.I.; MIRANDA, I.S. *Savanas de Roraima - Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris*. FEMACT, 201p. 2004.
- BARBOSA, R.I.; NASCIMENTO, S.P.; AMORIM, P.A.F.; SILVA, R.F. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. *Acta Botanica Brasilica*, v.19, p.323-329. 2005.
- BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J.B. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fishes*. EPA. Washington, 290p. 1999.
- BASELGA, A.; JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; NICCOLINI, G. A multiple-site similarity measure independent of richness. *Biology Letters*, v.3, p.642-645. 2007.
- BELL, G. Neutral macroecology. *Science*, v.293, p.2413-2418. 2001.
- BENKE, A.C.; Interactions among coexisting predators – a field experiment with dragonfly larvae. *Journal of animal ecology*, v.47, p.335-350. 1978.

BERTOL, I.; ENGEL, F.L.; MAFRA, A.L.; RITTER, S.R. Phosphorus, Potassium and Organic Carbon Concentrations in Runoff Water and Sediments Under Different Soil Tillage Systems During Soybean Growth. *Soil and Tillage Research*, v.94, n.1, p.142-150. 2007

BONADA N.; DOLÉDEC S.; STATZNER B. Spatial autocorrelation patterns of stream invertebrates: exogenous and endogenous factors. *Journal of Biogeography*, v.39, p.56-68. 2012.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia - *Projeto RADAMBRASIL*. Boa Vista-Roraima. Rio de Janeiro. p.20-21. 1975.

BRIED J.T.; MCINTYRE N.E.; DZIALOWSKI A.R.; DAVIS C.A. Resident-immigrant dichotomy matters for classifying wetland site groups and metacommunities. *Freshwater Biology*, 60, 2248–2260. 2015.

BRIED, J.T.; SIEPIELSKI, A.M.; DVORETT, D.; SUNEETI, J.K.; PATTEN, M.A.; FENG, X.; DAVIS, C.A. Species residency status affects model selection and hypothesis testing in freshwater community ecology. *Freshwater Biology*, v.61, p. 1568–1579. 2016.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L.; EGLER, M. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia*, v.518, p.179-188. 2004.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.6, p.71-82. 2001.

CALVÃO, L.B.; VITAL, M.V.C.; JUAN, L.; LIMA FILHO, G.F.; OLIVEIRA-JUNIOR, J.M.B.; PINTO, N.S.; DE MARCO JUNIOR, P. Thermoregulation and micro-habitat choice in *Erythrodiplax latimaculata* Ris males (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, v.42, p.97-108. 2013.

CAÑEDO-ARGÜELLES M.; BOERSMA K.S.; BOGAN M.T.; OLDEN J.D.; PHILLIPSEN I.; SCHRIEVER T.A.; LYTLE, D.A. Dispersal strength determines meta-community structure in a dendritic riverine network. *Journal of Biogeography*, v.42, p.778-790. 2015.

CANNINGS, R.A.; CANNINGS, S.G. The Odonata of some saline lakes in British Columbia, Canadá: ecological distribution and zoogeography. *Advances in Odonatology*, v.3, p.7-21. 1987.

CANNINGS, R.A.; CANNINGS, S.G.; CANNINGS, R.J. The distribution of the genus in a saline lake in Central British Columbia, Canada (Zygoptera: Lestidae). *Odonatologica*, v.9, n.1, p.19-28. 1980.

CARGNIN-FERREIRA, E.; FORSBERG, B.R. Trophic structure of macroinvertebrate communities in the Jaú river system (Central Amazon, Brazil). *Brazilian Journal of Ecology*, v.103, n.2. 1999.

CARVALHO, A.L. Recomendações para a coleta, criação e colecionamento de ninfas de Odonata. *Arquivos do Museu Nacional*, v.65, n.1, p.3-15. 2007.

- CARVALHO, A.L.; NESSIMIAN, J.L. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Hábitats e hábitos das larvas, p. 3-28. In: Nessimian, J.L.; Carvalho, A.L. (Eds.). *Ecologia de Insetos Aquáticos*. Rio de Janeiro, Séries Oecologia Brasiliensis PPGE-UFRJ, 309p. 1998.
- CARVALHO, C.M. O lavrado da serra da lua em Roraima e perspectivas para estudos da hepertofauna na região. *Revista geográfica acadêmica*, v.3, n.1, p.4-17. 2009.
- CARVALHO, T.M.; CARVALHO, C.M. Paisagens e ecossistemas. In: SILVEIRA, E.D.; CAMARGO, S.A.F. *Socioambientalismo de fronteiras - Relações Homem-Ambiente na Amazônia*, v.3, p. 43-67, 2015.
- CARVALHO, W.D.; MUSTIN, K. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. *Nature Ecology & Evolution*, v.1, n.0100. p.1-3. 2017.
- CASE, T.J.; GILPIN, M.E. Interference competition and niche theory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.71, n.8, p.3073-3077. 1974.
- CÉRÉGHINO, R.; BIGGS, J.; OERTLI, B.; DECLERCK. The ecology of European ponds: defining the characteristics of a neglected freshwater habitat. *Hydrobiologia*, v.597, p.1-6. 2008.
- CLAUSNITZER, V. Dragonfly communities in coastal habitats of Kenya: indication os biotope quality and the need of conservation measures. *Biodiversity and Conservation*, v.12, p.333-356. 2003.
- CONNELL, J.H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, v.199, n.4335, p.1302-1310. 1978.
- CORBET, P.S. Habitats and habits of world dragonflies and the need to conserve species and habitats. In: CORBET, P.S.; DUNKLE, S.W.; UBUKATA, H. *Proceedings of the International Symposium of the conservation os Dragonflies and their habitats*. Japanese Society for Preservation of Birds, p.1-7, 1995.
- CORBET, P.S. *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Harley books, 829p. 2004.
- CORREA, M.; COLER, R.A.; YIN, C.M. Changes in oxygen consumption and nitrogen metabolism in the dragonfly *Somatochlora cingulate* exposed to aluminum in acid waters. *Hydrobiologia*, v.121, p.151-156. 1985.
- COURTNEY, L.A.; CLEMENTS, W.H. Effects of acidic pH on benthic macroinvertebrate communities in stream microcosms. *Hydrobiologia*, v.379, p.135-145. 1998.
- CUNHA, R.C.; FULAN, J.Â.; SANTOS, L.R. Influência das características físicas e químicas da água na distribuição espacial de larvas de Odonata associadas à *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms no Rio Uruapiara, afluente do Rio Madeira/AM. *Estudos de biologia, ambiente e diversidade*, v.36, n.86, p.36-42. 2014.

D'AMICO, F.; DARBLADE, S.; AVIGNON, S.; BLANC-MANEL, S.; ORMEROD, S.J. Odonates as indicators of Shallow Lake restoration by liming: comparing adult and larval responses. *Restoration Ecology*, v.12, n.3, p.439-446. 2004.

DE BIE, T.; DE MEESTER, L.; BRENDONCK, L.; MARTENS, K.; GODDEERIS, B.; ERCKEN, D.; HAMPEL, H.; DENYS, L.; VANHECKE, L.; GUCHT, K.V.D.; WICHELEN, J.V.; VYVERMAN, W.; DECLERCK, S.A.J. Body size and dispersal mode as key traits determining metacommunity structure of aquatic organisms. *Ecology Letters*, v.15, n.7, p.740-747. 2012.

DE MARCO JUNIOR P.; BATISTA J.D.; CABETTE H.S.R. Community assembly of adult odonates in tropical streams: an ecophysiological hypothesis. *PLoS ONE*, v.10, n.4, e0123023. 2015.

DE MARCO JUNIOR, P.; LATINI, A.O. Estrutura de guildas e riqueza de espécies em uma comunidade de larvas de Anisoptera (Odonata), p. 101-112. In.: NESSIMIAN, J.L.; CARVALHO, A.L. *Ecologia de Insetos Aquáticos*. Series Oecologia Brasiliensis, 5. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 309 p. 1998.

DE MARCO JUNIOR, P.; NOGUEIRA, D.S.; CORREA, C.C.; VIEIRA, T.B.; SILVA, K.D.; PINTO, N.S.; BICHSEL, D.; HIROTA, A.S.V.; VIEIRA, R.R.S.; CARNEIRO, F.M.; OLIVEIRA, A.A.B.; CARVALHO, P.; BASTOS, R.P.; ILG, C.; OERTLI, B. Patterns in the organization of Cerrado pond biodiversity in Brazilian pasture landscapes. *Hydrobiologia*, v.723, p.87-101. 2014.

DE MARCO JUNIOR, P.; VIANNA, D.M. Distribuição do esforço de coleta de Odonata no Brasil: subsídios para escolha de áreas prioritárias para levantamentos faunísticos. *Lundiana*, v.6, p. 13-26. 2005.

DE MARMELS, J. *Sympetrum roraimae* spec. nov. vom venezolanischen Guayana Hochland (Odonata: Libellulidae). *Opuscula Zoologica Fluminensia*, v.28, p1-6. 1988.

DE MARMELS, J. Odonata or dragonflies from Cerro de la Neblina and the adjacent lowland between the rio Bária, the Casiquiare and rio Negro (Venezuela). I. Adults. *Boletín of the Academia de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales*, v.25, p.11-78. 1989.

DE MARMELS, J. Dragonflies (Odonata) from the Sierras of Tapirapeco and Unturan, in the extreme south of Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, v.14, p.57-78. 1992.

DE MARMELS, J.; RÁCENIS, J. An analysis of the Cophysa-group of *Tramea* Hagen, with descriptions of two new species (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, v.11, n.2, p.109-128. 1982.

DIAS, P.C. Sources and sinks in population biology. *Tree*, v.11, n.8, p.326-330. 1996.

DUDGEON, D. The influence of riparian vegetation on the functional organization of four Hong Kong stream communities. *Hydrobiologia*, v.179, n.3, p.183-194. 1989.

EDEN, M. Savanna vegetation in the northern Rupununi, Guyana. *The Journal of Tropical Geography*, v.30, p.17-28. 1970.

FERREIRA, L.V. *A distribuição das unidades de conservação no Brasil e a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nas ecorregiões do Bioma Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 203p. (Tese de Doutorado), 2001.

FLECK, G. Preliminary notes on the genus *Aeschnosoma* Selys 1870 (Odonata: Anisoptera: Corduliidae s. str.). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, v.48, n.1-2, p.225-228. 2012.

FLENNER, I.; SAHLÉN, G. Dragonfly community re-organisation in boreal forest lakes: rapid species turnover driven by climate change? *Insect Conservation and Diversity*, v.1, p.169-179. 2008.

FRANCO, G.M.S.; TAKEDA, A.M. Spatial and temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two floodplain lakes from the upper Paraná River, Brazil. *Acta Scientiarum*, v.24, n.2, p.345-351. 2002.

FULAN, J.A.; HENRY, R. The Odonata (Insecta) assemblage on *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (Pontederiaceae) stands in Camargo Lake, a lateral lake on the Paranapanema River (state of São Paulo, Brazil), after an extreme inundation episode. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.18, n.4, p.423-431. 2006.

FULAN, J.A.; HENRY, R. Distribuição temporal de imaturos de Odonata (Insecta) associados a *Eichhornia azurea* (Kunth) na Lagoa do Camargo, Rio Paranapanema, São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.51, n.2, p.224-227. 2007.

GARRISON, R.W.; VON ELLENRIEDER, N.; LOUTON, J.A. *Dragonfly Genera of the New World – An illustrated and annotated key to the Anisoptera*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. 366p. 2006.

GARRISON, R.W.; VON ELLENRIEDER, N.; LOUTON, J.A. *Damselfly genera of the New World. An Illustrated and Annotated Key to the Zygoptera*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. 490p. 2010.

GARTEN JUNIOR, C.T.; GENTRY, J.B. Thermal tolerance of dragonfly nymphs. II. Comparison of nymphs from control and thermally altered environments. *Physiological Zoology*, v.49, n.2, p.206-213. 1976.

GATTO, L.C.S. Relevô. In.: *Geografia do Brasil: Região Norte* (vol. 3). IBGE. p.47-71. 1991.

GEIJSKES, D.C. List of Odonata known from French Guiana, mainly based on a collection brought together by the mission of the "Muséum National d'Histoire Naturelle", Paris (1) (2). *Annales de la Société Entomologique de France*, v.7, p.655-677. 1971.

GIANLUPPI, L.D.F.; WAQUIL, P.D. *Desenvolvimento sustentável e sojicultura em roraima: trajetórias antagônicas ou conciliáveis?* XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 20p. 2008.

GODOY, B.S.; QUEIROZ, L.L.; LODI, S.; OLIVEIRA, L.G. Environment and Spatial influences on Aquatic Insect communities in Cerrado streams: the relative importance of Conductivity, Altitude, and conservation areas. *Neotropical Entomology*, 8p. 2016.

GRIFFITH, D.A.; PERES-NETO, P.R. Spatial modeling in ecology: The flexibility of eigenfunction spatial analyses. *Ecology*, v.87, n.10, p.2603-2613. 2006.

HECKMAN, C.W. *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata-Anisoptera*. Springer Science. 725p. 2006.

HECKMAN, C.W. *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata-Zygoptera*. Springer Science. 692p. 2008.

HEINO, J.; MELO, A.S.; BINI, L.M.; ALTERMATT, F.; AL-SHAMI, S.A.; ANGELER, D.G.; BONADA, N.; BRAND, C.; CALLISTO, M.; COTTENIE, K.; DANGLES, O.; DUDGEON, D.; ENCALADA, A.; GÖTHE, E.; GRÖNROOS, M.; HAMADA, N.; JACOBSEN, D.; LANDEIRO, V.L.; LIGEIRO, R.; MARTINS, R.T.; MISERENDINO, M.L.; RAWI, C.S.M.; RODRIGUES, M.E.; ROQUE, F.O.; SANDIN, L.; SCHMERA, D.; SGARBI, L.F.; SIMAIKA, J.P.; SIQUEIRA, T.; THOMPSON, R.M.; TOWNSEND, C.R. A comparative analysis reveals weak relationships between ecological factors and beta diversity of stream insect metacommunities at two spatial levels. *Ecology and Evolution*, v.5, n.6, p.1235-1248. 2015a.

HEINO, J.; MELO, A.S.; SIQUEIRA, T.; SOININEN, J.; VALANKO, S.; BINI, L.M. Metacommunity organisation, spatial extent and dispersal in aquatic systems: patterns, processes and prospects. *Freshwater Biology*, v.60, n.5, p.845–869. 2015b.

HEINO, J.; PECKARSKY, B.L. Integrating behavioral, population and large-scale approaches for understanding stream insect communities. *Current Opinion in Insect Science*, v.2, p.7–13. 2014.

HENLE, K.; DAVIES, K.F.; KLEYER, M.; MARGULES, C.; SETTELE, J. Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, v.13, p.207-251. 2004.

HORNE, A.J.; GOLDMAN, C.R. *Limnology*. 2^a ed. McGraw-Hill, 576p. 1994.

HUTCHINSON, M.F. Concluding remarks. *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology*, v.22, p.415–427. 1957.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia. *Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias*. <http://go.nature.com/2mvQ1TA>. 2016.

JACOB, U.; WALTER, H.; KLENKE, R. Aquatic insects larvae as indicators of limiting minimal content of dissolved oxygen. *Aquatic Insects*, v.6, p.185-190. 1984.

JAESCHKE, A.; BITTNER, T.; REINEKING, B.; BEIERKUHNLIN, C. Can they keep up with climate change? – Integrating specific dispersal abilities of protected Odonata in species distribution modelling. *Insect Conservation and Diversity*, v.6, n.1, p.93-103. 2012.

JUEN, L.; CABETTE, H.S.R.; DE MARCO JUNIOR, P. Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. *Hydrobiologia*, v.579, p.125-134. 2007.

JUEN, L.; DE MARCO JUNIOR, P. Odonate biodiversity in terra-firme forest streams in Central Amazonia: On the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. *Insect Conservation and Diversity*, v.4, p.265-274. 2011.

JUEN, L.; DE MARCO JUNIOR, P. Dragonfly endemism in the Brazilian Amazon: competing hypotheses for biogeographical patterns. *Biodiversity and conservation*, v.21, p. 3507–3521. 2012.

JUEN, L. OLIVEIRA-JUNIOR, J.M.B.; SHIMANO, Y.; MENDES, T.P.; CABETTE, H.S.R. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. *Acta Amazônica*, v.44, n.2, p.222-234. 2014.

KRAMER, D.L. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environmental Biology of fishes*, v.18, n.2, p.81-92. 1987.

LANDEIRO, V.L.; BINI, L.M.; MELO, A.S.; PES, A.M.O.; MAGNUSSON, W.E. The roles of dispersal limitation and environmental conditions in controlling caddisfly (Trichoptera) assemblages. *Freshwater biology*, p.1-11. 2012.

LEGENDRE, P. Spatial autocorrelation: Trouble or new paradigm? *Ecology*, v.74, n.6, p.1659-1673. 1993.

LEGENDRE, P.; BORCARD, D.; BLANCHET, F.G.; DRAY, S. *PCNM: MEM spatial eigenfunction and principal coordinate analyses - R Package*. <http://R-Forge.R-project.org/projects/sedar/>. 2012.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. Amsterdam: Elsevier. 853p. 2011.

LENCIONI, F.A.A. *Damselflies of Brazil - An illustrated identification guide - 1 - NonCoenagrionidae families*. All Print Editora, São Paulo, Brasil. 316p. 2005.

LENCIONI, F.A.A. *Damselflies of Brazil - An Illustrated identification guide - 2 - Coenagrionidae*. All Print Editora, São Paulo, Brasil. 419p. 2006.

MACAN, T.T. The Odonata of moorland fishpond. *International Review of Hydrobiology*, v.49, n.2, p.325-360. 1964.

MACHADO, A.B.M.; MESQUITA, H.G.; MACHADO, P.A.R. Contribuição ao conhecimento dos odonatos da estação ecológica de maracá – Roraima. *Acta Amazônica*, v.21, p.159-173. 1991.

MARTINS, R.T. *Avaliação dos efeitos de impactos antrópicos em ambientes aquáticos de Manaus (Amazonas, Brasil) através da comunidade de invertebrados e da decomposição foliar*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Manaus, 119p. (Tese de doutorado), 2013.

- MARTINS, R.T.; OLIVEIRA, V.C.; SALCEDO, A.K.M. Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos. In.: HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; QUERINO, R.B. *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*. Manaus: Editora do INPA, p.117-128. 2014.
- MAY, M.L. Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs*, v.46, p.1-32. 1976.
- MAY, M.L. Insect thermoregulation. *Annual Review Entomology*, v.24, p.313-349. 1979.
- MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. *Generalized linear models*. 2ª ed. Chapman and Hall, 526p.1989.
- MCPEEK, M.A. The growth/predation risk trade-off: Sowhat is the mechanism? *American Naturalist*, v.163, n.5, p.E88-E111. 2004.
- MENDES, T.P.; CABETTE, H.S.R.; JUEN, L. Setting boundaries: Environmental and spatial effects on Odonata larvae distribution (Insecta). *Anais da academia brasileira de ciências*, v.87, n.1, p.239-248. 2015.
- MILLER, P.L. Responses of rectal pumping to oxygen lack by larval *Calopteryx splendens* (Zygoptera: Odonata). *Physiological Entomology*, v.18, p.379-388. 1993.
- MIRANDA, I.S.; ABSY, M.L. Fisionomia das savanas de Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, v.30, n.3, p.423-440. 2000.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. *Biodiversidade brasileira*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. Acessado em: nov. 2016.
- MOORE, W.G.; BURN, A. Lethal oxygen thresholds for certain temporary pond invertebrates their applicability to field situations. *Ecology*, v.49, n.2., p.349-351. 1968.
- MONTEIRO JUNIOR, C.S.; COUCEIRO, S.R.M.; HAMADA, N.; JUEN, L. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International journal of Odonatology*, DOI:10.1080/13887890.2013.764798. 2013.
- MONTEIRO JUNIOR, C.S.; JUEN, L.; HAMADA, N. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Ecological Indicators*, v.48, p.303-311. 2015.
- MONTEIRO JUNIOR, C.S.; JUEN, L.; HAMADA, N. Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. *Landscape and Urban Planning*, v.127, p.28-40. 2014.
- MORAIS, R.P.; CARVALHO, T.M. Aspectos dinâmicos da paisagem do lavrado, nordeste de Roraima. *Geociências*, v.34, n.1, p.55-68. 2015.

MORIN, P.J. The impact of fish exclusion on the abundance and species composition of larval odonates: Results of short-term experiments in a North Carolina farm pond. *Ecology*, v.65, n.1, p.53-60. 1984.

MYERS, J.G. Savannah and forest vegetation of the interior Guiana Plateau. *Journal of Ecology*, v.24, p.162-184. 1936.

NEEDHAM, J.C.; WESTFALL, M.J.; MAY, M.L. *Dragonflies of North America*. Revised edition. Scientific Publishers, Gainesville, 939p. 2000.

NEISS, U.G. *Taxonomia de Odonata (Insecta), com ênfase na caracterização morfológica e biologia de larvas, na Amazônia Central, Brasil*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 331p. (Tese de Doutorado), 2012.

NEISS, U.G.; FLECK, G.; FEITOZA, L.A.; HAMADA, N. Description of the adult male of *Aeschnosoma auripennis* Geijskes, 1970 (Odonata: Corduliidae s.s.). *Zootaxa*, v.3718, p.596-599. 2013.

NEKOLA J.C.; WHITE P.S. The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, v.26, p.867-878. 1999.

NIMER, E. Clima. In.: *Geografia do Brasil: Região Norte (v.3)*. IBGE, Rio de Janeiro. p.61-71. 1991.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MICHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; WAGNER H. *Package 'vegan' – Community Ecology Package*. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. 2013.

OERTLI, B. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. In: A. CORDOBA-AGUILAR. *Model organisms for ecological and evolutionary research Oxford University Press*, Oxford, p.79-95. 2008.

OERTLI, B.; BIGGS, J.; CÉRÉGHINO, R.; DECLERCK, S.; HULL, A.; MIRACLE, M.R. Pond conservation in Europe. *Springer*. 2010.

OERTLI, B.; BIGGS, J.; CÉRÉGHINO, R.; GRILLAS, P.; JOLY, P.; LACHAVANNE, J. Conservation and monitoring of pond biodiversity: introduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v.15, p.535-540. 2005.

OLIVEIRA, A.L.H.; NESSIMIAN, J.L. Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.22, n.4, p.424-441. 2010.

OSBORN, R. Odonata as indicators of habitat quality at lakes in Louisiana, United States. *Odonatologica*, v.34, n.3, p.259-270. 2005.

PAULSON, D. *List of the Odonata of South America, by Country - Atualizada em Agosto de 2015* < <http://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater->

museum/biodiversity-resources/dragonflies/south-american-odonata/ > Acessado em: set., 2015.

PIRES, J.M.; PRANCE, G.T. The vegetation types on the Brazilian Amazon. In.: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E. *Key Environments Amazonia*. Pergamon Press, Oxford. p.109-145. 1985.

PIRES, M.M.; KOTZIAN, C.B.; SPIES, M.R.; NERI, D.B. Diversity of Odonata (Insecta) larvae in streams and farm ponds of a montane region in southern Brazil. *Biota Neotropica*, v.13, n.3., p.259-267. 2013.

PRIMAVESI, O; FREITAS, A.R.; PRIMAVESI, A.C.; OLIVEIRA, H.T. Water Quality Of the Camchim's Creek watershed in São Carlos, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. *Brazilian archives of biology Technoly*, v.45, p.209-217. 2002.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. 2013. *R Foudation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. Disponível em: < <https://www.r-project.org/>> Acessado em: set., 2015.

RABELO, C.G.; FERREIRA, M.E.; ARAÚJO, J.V.G.; STONE, L.F. SILVA, S.C.; GOMES, M.P. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma Cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. *Amibi-Água*, v.4, n.2, p.172-187. 2009.

RICKLEFS, R.E. *A economia da natureza*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 606p. 2016.

ROQUETTE, J.R.; THOMPSON, D.J. Habitat associations of the endangered Damselfly, *Coenagrion mercuriale*, in a water meadow ditch system in southern England. *Biological Conservation*, v.123, p.225-235. 2005.

ROSENBERG, D.M. Freshwater biomonitoring and chironomidae. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, v.26, n.2-4, p.101-122. 1992.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall, 488p. 1993.

RYCHŁA, A.; BENNDORF, J.; BUCZYŃSKI, P. Impact of pH and conductivity on species richness and community structure of dragonflies (Odonata) in small mining lakes. *Fundamental and Applied Limnology*, v.179, n.1, p.41-50. 2011.

SAHLÉN, G.; BERNARD, A.; CORDERO-RIVERA, A.; KETELAAR, R.; SUHLING, F. Critical species of Odonata in Europe. *International Journal of Odonatology*, v.7, p.385-398. 2004.

SAMWAYS, M.J.; STEYTLER, N.S. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Biological Conservation*, v.78, p.279-288. 1996.

- SCHAFFNER, A.K.; ANHOLT, B.R. Influence of predator presence and prey density on behavior and growth of damselfly larvae (*Ischnura elegans*) (Odonata: Zygoptera). *Journal of Insect Behaviour*, v.11, n.6. 1998.
- SCHER, O.; THIÈRY, A. Odonata, Amphibia and environmental characteristics in motorway stormwater retention ponds (Southern France). *Hydrobiologia*, v.551, n.1, p.237-251. 2005.
- SIEPIELSKI, A.M.; MCPEEK, M.A. Niche versus neutrality in structuring the beta diversity of damselfly assemblages. *Freshwater Biology*, v.58, p.758-768. 2013.
- SILVA, D.P.; DE MARCO JUNIOR, P.; RESENDE, D.C. Adult Odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. *Ecological Indicators*, v.10, p.744-752. 2010.
- SILVA, D.P.; RESENDE, D.C.; PERUQUETTI-FERREIRA, P.S.; DE MARCO JUNIOR, P. *Utilizando libélulas como bioindicadores: alterações na estrutura de assembléias como consequência de degradação em corpos d'água*. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Caxambu. 2005.
- SOUZA, L.O.I.; COSTA, J.M.; OLDRINI, B.B. Odonata. In: *Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo*. 2007. FROEHLICH, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online Acessado em: fev., 2016.
- STENERT, C. *Estrutura da comunidade de invertebrados aquáticos em arrozais do Rio Grande do Sul*. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 205p. (Tese de doutorado). 2009.
- STEWART, D.A.B.; SAMWAYS, M.J. Conserving dragonfly (Odonata) assemblages relative to river dynamics in na African Savanna game reserve. *Conservation Biology*, v.12, n.3, p.683-692. 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed. 954p. 2013.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. *Limnologia*. Oficinas de Textos, 632p. 2008.
- TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science*, v.299, p.241-244. 2003.
- VALE JUNIOR, J.F; SOUSA, M.I. L. Caracterização e Distribuição dos Solos das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; XAUD, H.A.M; COSTA E SOUSA, J.M. *Savanas de Roraima: Etnografia, Biodiversidade e Potencialidades Agropastoris*. FEMACT, p. 61-77. 2005.
- VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.1, p.55-64. 2010.
- VON ELLENRIEDER, N.; GARRISON, R.W. A Synopsis of the Genus *Triacanthagyna* (ODONATA: AESHNIDAE). *International Journal of Odonatology*, v.6, n.2, p.147-184. 2003.

WARD, J.V.; STANFORD, J.A. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*, v.27, p.97-117. 1982.

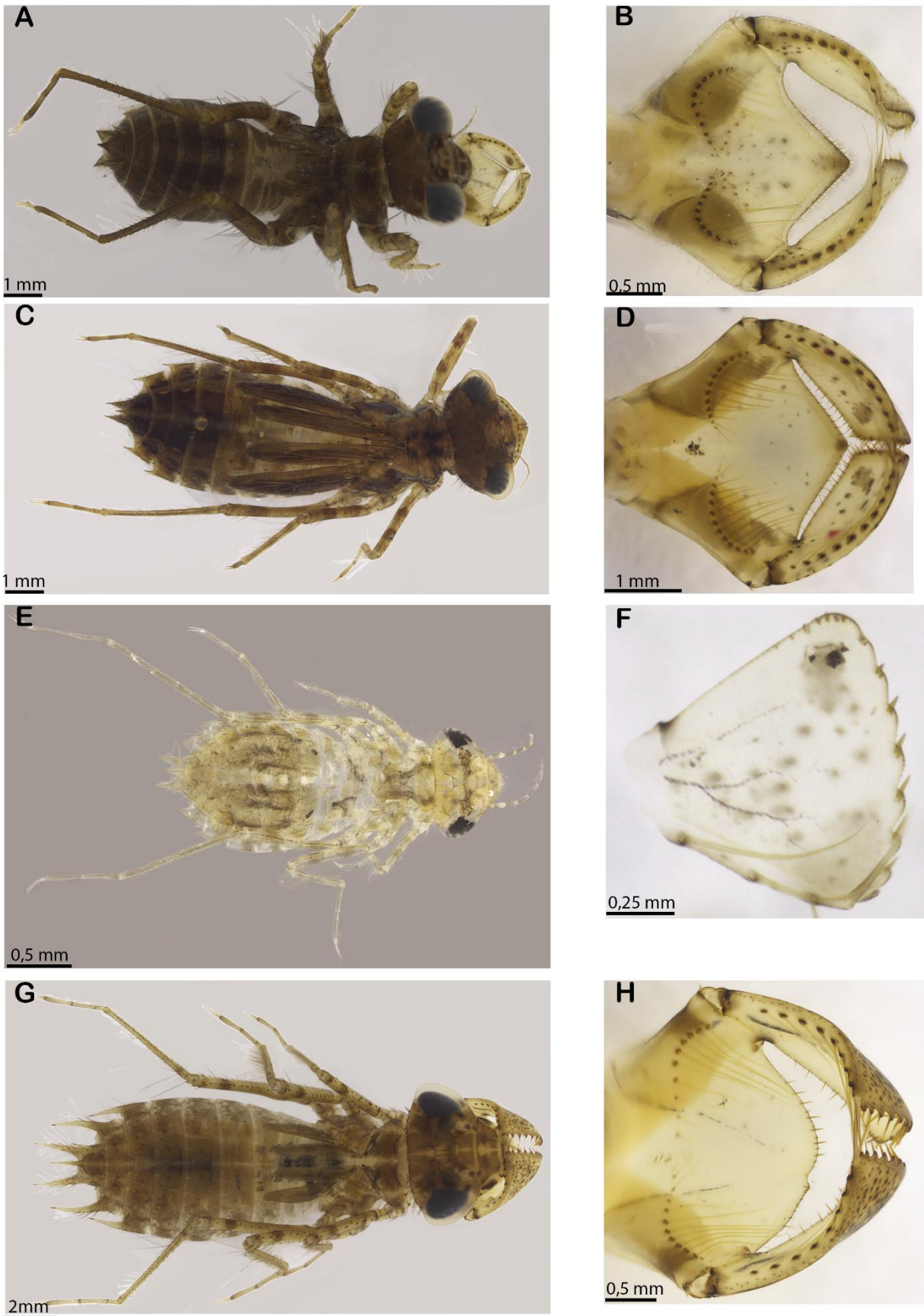
WEIR, J.S. Studies on Central African pans III. Fauna and physico-chemical environment of some ephemeral pools. *Hydrobiologia*, v.33, p.93-116. 1969.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 663p. 1999.

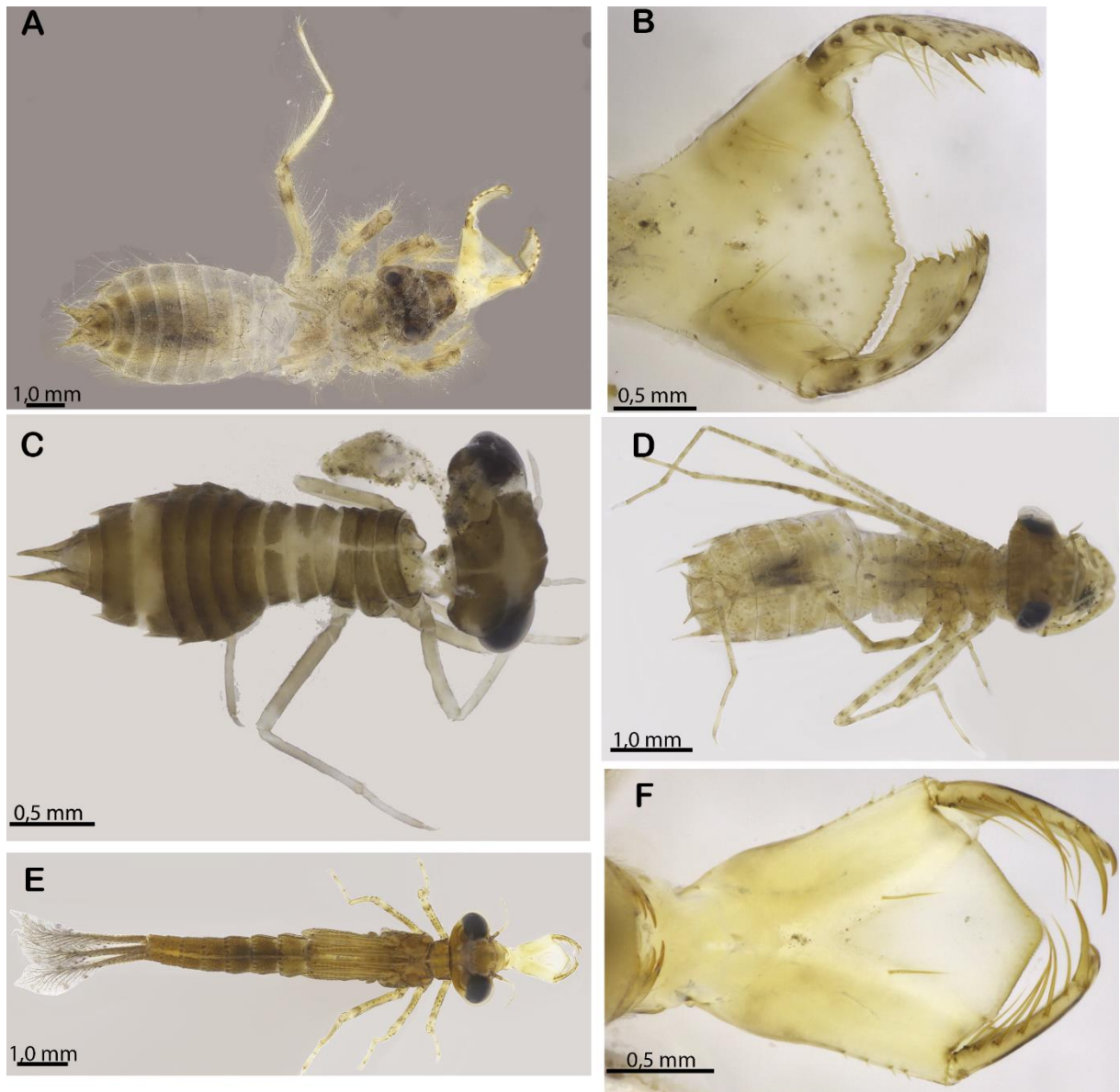
8. APÊNDICES

APÊNDICE - A. Tabela com lagos amostrados nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista no estado de Roraima, Brasil, em agosto de 2015.

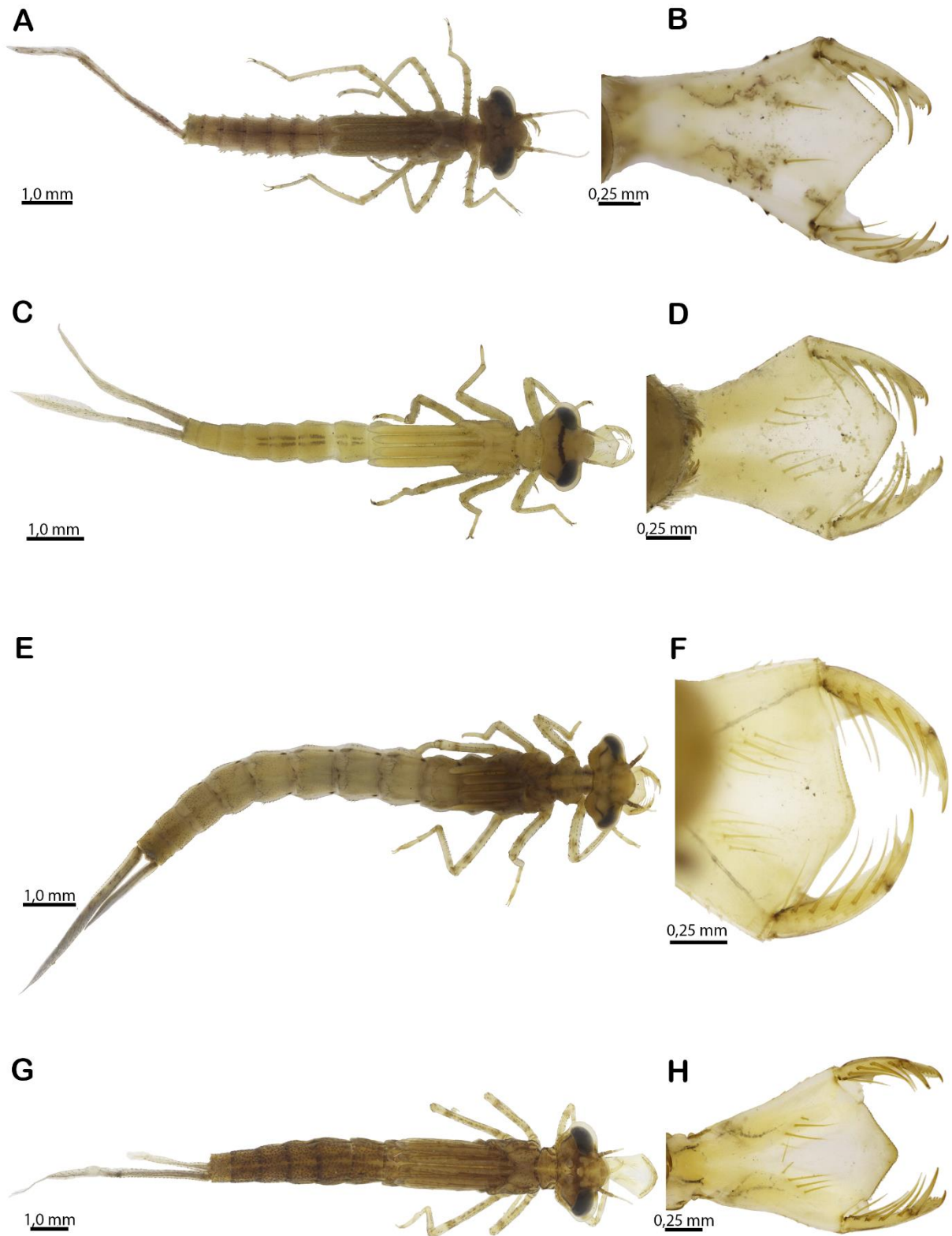
Lagos	Latitude	Longitude
1	02°54'24,7" N	60°57'38,3" O
2	02°46'00,4" N	60°45'38,0" O
3	02°47'15,4" N	60°46'37,3" O
4	02°47'29,8" N	60°47'08,4" O
5	02°46'23,8" N	60°45'41,8" O
6	02°48'21,2" N	60°47'40,8" O
7	02°49'02,7" N	60°48'18,3" O
8	02°50'51,2" N	60°50'25,0" O
9	02°51'13,7" N	60°50'32,8" O
10	02°52'06,4" N	60°51'57,9" O
11	02°53'36,6" N	60°55'40,1" O
12	02°53'03,5" N	60°52'45,5" O
13	02°57'35,4" N	61°04'39,9" O
14	02°58'04,1" N	61°04'46,2" O
15	02°59'46,20" N	61° 6'44,07" O
16	02°52'29,7" N	60°51'48,9" O
17	02°59'48,7" N	61°07'48,7" O
18	02°59'39,8" N	61°06'46,2" O
19	02°49'17,4" N	60°48'10,6" O
20	02°49'20,0" N	60°48'43,9" O
21	02°59'37,1" N	61°07'38,9" O
22	02°51'46,3" N	60°47'30,6" O
23	03°02'20,3" N	60°46'51,7" O
24	03°10'53,9" N	60°50'00,8" O
25	02°52'02,1" N	60°51'00,0" O



APÊNDICE – B. Morfótipos de ninfas de Odonata (Anisoptera) coletados nos lagos de savana, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil. Vista dorsal: A) *Erythemis* sp.1; B) Lábio de *Erythemis* sp.1; C) *Erythrodiplax* sp.1; D) Lábio de *Erythrodiplax* sp.1; E) *Micrathyria* sp.1; F) Lábio de *Micrathyria* sp.1; G) *Tramea* sp.1; H) Lábio de *Tramea* sp.1.



APÊNDICE – C. Morfótipos de ninfas de Odonata (Anisoptera) coletados nos lagos de savana, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil. Vista dorsal: A) *Orthemis* sp.1; B) Lábio de *Orthemis* sp.1; C) *Gynacantha* sp.1; D) *Rhodopygia* sp.1; (Zygoptera) E) *Telebasis* sp.1; F) Lábio de *Telebasis* sp.1.



APÊNDICE – D. Morfótipos de ninfas de Odonata (Zygoptera) coletados nos lagos de savana, nos municípios de Alto Alegre e Boa Vista, Roraima, Brasil. Vista dorsal: A) *Acanthagrion* sp.1; B) Lábio de *Acanthagrion* sp.1; C) *Coenagrionidae* sp.1; D) Lábio de *Coenagrionidae* sp.1; E) *Ischnura* sp.1; F) Lábio de *Ischnura* sp.1; G) *Ischnura* sp.2; H) Lábio de *Ischnura* sp.2.