



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

FERNANDO GERALDO DE CARVALHO

**EFEITO DA PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ SOBRE A ASSEMBLEIA
DE ODONATA (INSECTA) EM FLORESTA TROPICAL**

Belém - PA

2015

FERNANDO GERALDO DE CARVALHO

**EFEITO DA PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ SOBRE A ASSEMBLEIA
DE ODONATA (INSECTA) EM FLORESTA TROPICAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Juen

Belém - PA

2015

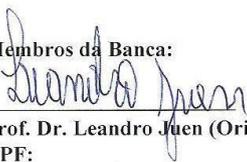
FERNANDO GERALDO DE CARVALHO

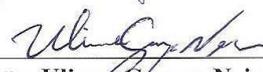
**EFEITO DA PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ SOBRE A ASSEMBLEIA
DE ODONATA (INSECTA) EM FLORESTA TROPICAL**

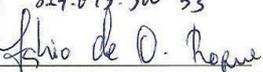
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Aprovado em: **21/01/2015**

Membros da Banca:


Prof. Dr. Leandro Juen (Orientadora)
CPF:

1º 
Prof. Dr. Ulisses Gaspar Neiss
CPF: 814.845.300-53

2º 
Prof. Dr. Fábio de Oliveira Roque
CPF: 126799518-16



Fernando Geraldo de Carvalho
Discente

3º 
Prof. Dr. Bruno Spacek Godoy
CPF: 036185056-53

1º _____
Suplentes: Profa. Dra. Cristiane de Paula Ferreira
CPF:

Belém, PA

2015

*Aos meus pais, Geraldo Carvalho
e Matildes Carvalho e aos meus
irmãos, Núbia Carvalho,
Fernanda Carvalho e Valdinilson
Carvalho.*

Amores incondicionais!

AGRADECIMENTOS

Ao longo dessa caminhada pude contar com várias pessoas que foram primordiais para que eu chegasse até aqui. Como agora estou realizando mais esse sonho não poderei deixar de agradecer.

Começo agradecendo aos meus pais e aos meus irmãos. No qual, afirmo sempre, “sou a pessoa mais sortuda do mundo”, pois tenho a família mais presente e amiga. Em todos os momentos da minha vida, sejam eles bons ou ruins eles sempre estiveram ao meu lado. Portanto, **MEU MUITO OBRIGADO!** Essa vitória eu dedico inteiramente a vocês.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Leandro Juen**, que não tenho palavras para agradecer e dizer o quanto ele foi primordial para a realização desse sonho. Nos momentos difíceis ele sempre me falava “Fioite eu confio em você, vai lá e faz”. Obrigado pela a sua amizade, paciência e a orientação ao longo de desses anos e que venham mais parcerias futuras.

Aos professores **Dr^a. Cristiane Ferreira, Dr. Bruno Spacek e Luciano Montag** pelas contribuições no exame de qualificação.

Aos **professores do PPGEAP**, pelo o conhecimento adquirido.

Aos meus queridos alunos, **Jhosi Brito, Ylana Cavalcante e Rafael Dias**, por poder contar a com a ajuda de vocês.

Á amiga “**Xuxu**” **Yulie Shimano Feitosa**, que defino como um anjo que caiu na minha vida, no qual, o destino nos aproximou por acaso e logo se tornou uma pessoa extremamente importante para as realizações dos meus sonhos. Assim, nada que eu fizer ou disser, vai estar à altura daquilo que você representa em minha vida. Amo-te Xuxu e meu muito obrigado por tudo!

Ao meu amigo “**Érlane**” **Erlane Cunha**, Pelo o companheirismo na pesquisa e na vida pessoal, ou melhor dizendo, por simplesmente existir na minha vida, meu muito obrigado. Ao meu amigo “**Gil**” **Gilberto Nicácio**, pelo companheirismo e pelas as infinitas gargalhas.

As minhas lindas amigas “**Hinguira**” **Híngara Leão** e “**Pri**” **Priscila Gozzi**, pelo o companheirismo, pelos os momentos de farras, no qual, ao longo desses anos vocês duas tornaram a minha vida muito mais feliz. **MEU MUITO OBRIGADO!**

Á **“Leni” Lenize Calvão**, pelo apoio e amizade. Ao **“Craudio” Cláudio Monteiro**, pelo companheirismo e amizade. A amiga **“Ana Lu” Ana Luiza**, chegou recentemente mais já é uma pessoa especial. Á **Ana Paula**, no qual tenho respeito e admiração. Á **“My” Mylena Cardoso**, **“Thi” Thiago Mendes**, **José Max**, **“Miguelito” Thiago Miguel**, **Lucas Gonçalves**, **Felipe Batista**, **Carina Kaory**, **Alana Guterres** e **Driane Ferreira** e Aos amigos da Ictio, **Thiago Barbosa**, **Bruno Prudente**, **Naraiana Benone**, **Thiago Begon** com vocês do meu lado no laboratório tudo ficou mais fácil.

As amigas, **“Jac” Jaqueline**, **“Miche” Michele**, **“Bia” Bianca**. Pela amizade ao longo desses anos.

Aos amigos, **Youszef Bitar** e **Leandra Cardoso**, pelo o carinho.

Á minha amiga mega especial **Márcia Rodrigues Ciríaco**.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pela bolsa concedida.

“Tu te tornas eternamente
responsável por aquilo que
cativas”.

Antoine de Saint-Exupéry

ABSTRACT

The cultivation of oil palm increased due to its diversity of use, mainly driven by the production of biofuels. Its cultivation has advanced in the Amazon due to the climatic and geomorphological conditions, as well as the encouragement of business and government. However, the effect of the introduction of this exotic species in the Amazon has been made on a large scale without a prior analysis of its effects on biodiversity. Thus, this research aims to evaluate the effect of land use for planting *Elaeis guineensis* on species richness, abundance and composition of Odonata assemblage. Assessing the hypothesis that changes in physical-chemical parameters and physical habitat of streams, adversely affect the richness, abundance and composition of Odonata. Also it will be species substitution, where species habitat specialists, which requiring more specific conditions by the generalists. We collected in 23 streams, 15 micro-basins that drain areas which are used for palm planting, eight draining area of primary forest in Agropalma company, Tailândia (PA), in the dry season in November / December 2012 and July / August 2013. The methodology of the survey of Odonata assembly is based on a scanning method with fixed areas. The samples consisted of gathering of adults of each species of Odonata, over the 150 meters of the stream, every 15 meters have been divided into three segments, collections being made only in the first two segments. For each stream we measured the following physical and physical-chemical water descriptors: dissolved oxygen, conductivity, pH, turbidity, temperature and total dissolved solids. The physical habitat of streams was evaluated following a standardized protocol assessment.

Key word: Land use, diversity, conservation of aquatic systems, environmental integrity.

RESUMO

A cultura de palma dendê aumentou em virtude de sua diversidade de uso, impulsionada principalmente pela produção de biocombustíveis. Seu cultivo tem avançado na Amazônia devido as condições climáticas e geomorfológicas propícias, bem como, o incentivo dos empresários e governantes. Porém, o efeito da introdução dessa espécie exótica na Amazônia está sendo feita em grande escala sem a análise prévia de seus efeitos sobre a biodiversidade. Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo avaliar o efeito do uso do solo para a plantação de *Elaeis guineensis* sobre a riqueza, abundância e composição da assembleia de Odonata. Testando a hipótese que as alterações nas variáveis físico-químicas da água e no habitat físicos dos igarapés, afetam negativamente a riqueza, abundância e a composição de Odonata. Levando ainda, a uma substituição de espécies especialista de habitat, as quais necessitam de condições mais específicas, por espécies mais generalistas em virtude das exigências ecofisiológicas da ordem. Foram coletados em 23 igarapés, sendo 15 que drenam micro-bacias cujas áreas são usadas para o plantio de palma e oito que drenam área de floresta primária, no Complexo Agroindustrial da Agropalma, Tailândia (PA), No período de estiagem em novembro/dezembro de 2012 e julho/agosto de 2013. A metodologia do levantamento da comunidade de Odonata foi baseada em um método de varredura com áreas fixas, que consistiu na contagem visual do número de indivíduos adultos de cada espécie de Odonata, ao longo dos 150 metros do igarapé, em cada 15 metros foram divididos em três segmentos, sendo realizadas coletas apenas nos dois primeiros segmentos. O tempo médio de permanência em cada ponto de amostragem foi de uma hora. Para cada igarapé foram mensurados os seguintes descritores físicos e físico-químicos da água: oxigênio dissolvido, condutividade, pH, turbidez, temperatura e sólidos totais dissolvidos. O habitat físico dos igarapés foi avaliado seguindo um protocolo padronizado de avaliação.

Palavra-chaves: Uso do solo, diversidade, conservação dos sistemas aquáticos, integridade ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Introdução Geral

Figura 1. Áreas amostradas no Complexo Agroindustrial da Agropalma, Tailândia, Pará, Brasil.

Figura 2. Desenho esquemático da amostragem utilizada no estudo. Os transectos foram nomeados a partir da montante (letra “A”) seguindo a jusante (letra “K”) e marcados com bandeirinhas. Um total de 11 transectos e 10 secções longitudinais de 15 metros são estabelecidos em cada igarapé para a coleta de Odonata, dados físicos e físico-químicos e complexidade ambiental.

Figura 3. Desenho esquemático do transecto estabelecido em cada igarapé para a amostragem de Odonata, onde somente nos dois primeiros segmentos de cada secção foram utilizados para a coleta.

Artigo

Figura 1. Áreas amostradas no Complexo Agroindustrial da Agropalma, Tailândia, Pará, Brasil.

Figura 2. Análise de Componentes Principais (PCA) entre os ambientes de Floresta e Palma, amostrados no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. Com base nas variáveis físicas: Número de madeira fora e dentro do canal, impacto humano não agrícola, porcentagem de sedimento fino e a variável química (pH).

Figura 3. Riqueza estimada de espécies de Odonata (*Jackknife*) por tipo tratamentos amostrados (floresta e palma) no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. (A) Curva de acumulação das espécies, (B) Comparação da riqueza entre os tratamentos; As barras representam um intervalo de 95%.

Figura 4. Ordenação de Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos dois tratamentos (floresta e palma) no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

Figura 5. Abundância relativa das espécies, ordenada pelos valores do índice de integridade do hábitat (IIH) no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

LISTA DE TABELAS

Introdução Geral

Tabela 1. Relação dos pontos amostrados nas duas campanhas, no período de estiagem no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Tailândia, Pará, Brasil.

Artigo

Tabela 2. Métricas que descrevem as condições ambientais dos igarapés amostrados no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. Suas correlações com o primeiro eixo da Análise de Componentes Principais (PCA).

Tabela 3. Resultado dos melhores modelos para a riqueza de espécie de Odonata no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. Com as variáveis ambientais: temperatura da água (T°C água), potencial de oxidação (ORP), sedimento fino (SF), cascalho grosso (CG) e madeira dentro e fora do leito (MD). Foram selecionados os quatro melhores modelos, apresentando-os em ordem decrescente os valores do coeficiente de determinação e em ordem crescente os valores do Critério de Akaike.

Tabela 4. Regressão Multivariada de Matrizes testando os efeitos das variáveis ambientais sobre a composição de espécies. Amostrados no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	3
2.1 Objetivos gerais.....	3
2.2 Hipóteses.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1 Áreas de estudo.....	4
3.2 Amostragens Biológicas.....	4
3.3 Variáveis Ambientais e Caracterização do Habitat Físico.....	7
3.4 Avaliações da integridade do ambiente aquático: Índice de Integridade do Habitat (IIH).....	9
4. REFERÊNCIAS.....	10
EFEITO DA PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ SOBRE A ASSEMBLEIA DE ODONATA (INSECTA) EM FLORESTA TROPICAL.....	14
ABSTRACT.....	15
RESUMO.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.1 Amostragens Biológicas.....	20
2.2 Variáveis Ambientais e Caracterização do Habitat Físico.....	21
2.3 Avaliações da integridade do ambiente aquático.....	22
2.4 Análises Estatísticas.....	22
3. RESULTADOS.....	24
4. DISCUSSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS.....	35
7. ANEXO I.....	42

1. INTRODUÇÃO GERAL

As perdas das florestas tropicais representam uma das maiores ameaças à diversidade dos organismos aquáticos (Nielsen *et al.* 2004). A principal causa do desmatamento é a agricultura e pecuária, onde, esse processo é bem maior nos países subdesenvolvidos, que em geral são os detentores da maior biodiversidade (Balmford & Long 1995). Neste cenário, os ambientes aquáticos estão altamente ameaçados, devido a retirada da vegetação ripária que ocasiona a degradação de habitats, que desempenha a função de proteger e tamponar os efeitos da matriz circundantes sobre esses ambientes (Casatti 2010).

Com a ausência dessa proteção, ocorre o arrasto de grandes quantidades de sedimentos proveniente de áreas adjacentes para os corpos d'água, aumentando a turbidez e a perda de habitats através dos processos de assoreamento (Nakamura & Yamada 2005). As florestas ripárias também possuem uma grande influência na regulação do fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes em ambientes de cabeceiras (Vannote *et al.*, 1980). A produção primária é praticamente inexistente apesar de ser a principal fonte de energia, tornando as cadeias alimentares dependentes dos recursos alóctones provenientes de folhas, galhos e frutos (Lowe-McConnell 1999). Diante desses fatores, as preocupações são crescentes sobre os potenciais impactos ambientais dos cultivos sobre a biodiversidade, em especial daqueles em larga escala e em áreas de grande biodiversidade como a Amazônia.

A Amazônia pode ser dividida em Ocidental e Oriental, a oriental está inserida em sua grande parte, numa região conhecida como “Arco do Desmatamento” em virtude do acelerado processo de desmatamento que ocorre na região (Ferreira & Venticinque 2005). Posterior à retirada da madeira, essas áreas são usadas principalmente para a pastagem ou para agricultura como a soja e mais recentemente para o cultivo de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.).

O cultivo dessa palmeira de origem africana teve início em países asiáticos como Malásia e Indonésia que hoje são os maiores produtores de óleos derivados dessa planta (Turner *et al.* 2011; Obidzinski *et al.* 2012), principalmente em virtude das características climáticas de suas florestas tropicais (Danielsen *et al.* 2009). A atividade bem sucedida se irradiou para outros continentes como África e as Américas. Na América do Sul, o Brasil vem mostrando grande expansão dessa prática agrícola em virtude das condições de solo e de clima serem propícios para seu cultivo, em especial a área ocupada pela Floresta Amazônica (Müller & Alves 1997; Turner *et al.* 2011). Cerca

de 2,3 milhões de km², é propícia para o cultivo de palma, uma área muito maior do que a disponível para mecanizada de soja ou cana de açúcar (Stickler *et al.* 2008).

Para o estado do Pará o quadro é bem mais preocupante, pois as maiores plantações estão situadas numa região rica em biodiversidade, com alto nível de endemismo e nem por isso, o estado deixou de se transformar no maior produtor de óleo de dendê do Brasil, comprometendo uma grande área para essa atividade, causando uma extensa alteração na paisagem local (Müller & Alves 1997).

Hoje novos plantios na região estão sendo incentivados pelo governo e por grandes empresas multinacionais, em virtude da demanda de mercado, que impulsionou a industrialização de produtos alimentícios, cosméticos, farmacêuticos e biocombustíveis, mas especificamente produção de óleos vegetais e biocombustíveis (Rocha & Castro 2012). Além disso, eles oferecem possibilidades de recuperar áreas desflorestadas e promover o desenvolvimento regional. Pois segundo Homma (2000) culturas perenes como o dendezeiro, o cacauzeiro e a seringueira quando plenamente estabelecidos, podem proteger o solo contra a erosão e criar condições para a fixação de determinados elementos da fauna, entre outros benefícios também destacam que o dendê é uma cultura pouco impactante.

Mas apesar dos seus potenciais, vantagens e utilidades, nas áreas onde esse cultivo já vem sendo utilizado a mais tempo, os impactos sobre a biodiversidade tem sido bastante severos. Por exemplo, na Malásia, houve um declínio de 77% na riqueza de espécies de aves e um declínio de 83% na riqueza de borboleta (Koh & Wilcove 2008) em plantações de palma, em relação às áreas de floresta. No entanto, todos os táxons pesquisados nas plantações, contêm apenas 15% das espécies vegetais e animais encontrados em florestas tropicais primárias (Fitzherbert, et al. 2008). Quanto aos sistemas aquáticos, concluíram que os riachos que drenam áreas de plantação de palma geralmente têm uma população menor de invertebrados e as espécies lá existentes são mais generalistas de hábitat (Koh & Ghazoul 2008). Além disso, em um estudo realizado por Mercer e Sayok (2013), comprovaram que duas ordens inteiras foram ausentes nesses ambientes Coleoptera e Heteroptera.

Nessa cultura diversos fatores podem causar esse empobrecimento como, por exemplo, remoção da vegetação ciliar, sedimentação que leva ao aumento da turbidez nos corpos d'água, bem como a aplicação de pesticidas e herbicidas que são fortemente usados em plantação de palma e lixiviados para os ambientes aquáticos. Nos trópicos o quadro se agrava ao extremo devido a elevada pluviosidade que move poluentes mais longe das suas fontes (Wantzen *et al.* 2006).

Para a ordem de Odonata adulto, a remoção da vegetação natural maximiza a incidência da luz solar e acaba afetando a distribuição das espécies que são bastante influenciadas e limitadas pelas restrições de termorregulação. A estratégia de termorregulação tem um papel importante na capacidade de dispersão, determinando o gasto de energia e na capacidade de voo da espécie (May 1976; May 1991a; De Marco & Resende 2002; De Marco, Diniz-Filho & Bini 2008; Corbet & May 2008, Carvalho et al. 2013; Monteiro-Junior et al. 2014). Sendo influenciados diretamente pelas características físicas dos corpos água (presença de vegetação ciliar, quantidade de luz e corrente ou largura do rio) que podem afetar diretamente a composição de espécies.

O entendimento desses padrões e a maneira como a composição de espécies se distribui espacialmente, são essenciais para a avaliação total de como a diversidade é mantida e também é crucial para o planejamento da conservação da biodiversidade (Balvanera *et al.* 2002). O fator mais comum associado com a determinação da diversidade é a heterogeneidade ambiental. Em ambientes heterogêneos, espécies com diferentes médias de tolerâncias podem gerar padrões diferenciados de distribuição espacial (Nekola & White 1999), podendo suportar maior número de espécies e favorecer a ocorrência de espécies raras. Enquanto que nos ambientes homogêneos são favoráveis ao aparecimento de espécies mais generalistas (Silva *et al.* 2011).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1 Objetivos gerais

Avaliar o efeito do uso do solo para a plantação de *Elaeis guineensis* sobre a riqueza, abundância e composição da assembleia de Odonata.

2.2 Hipóteses

As alterações nas variáveis físico-químicas da água e no habitat físicos dos igarapés, afetam negativamente a riqueza, abundância e a composição de Odonata. Levando ainda, a uma substituição de espécies mais especialista de habitat que necessitam de condições mais específicas, por espécies mais generalistas em virtude das exigências ecofisiológicas da ordem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, localizado na Rodovia PA 150, Km 74, no município de Tailândia, sudoeste do estado do Pará entre as coordenadas 2° 24' 4" de latitude Sul e 48° 48' 2" de longitude Oeste. Os fragmentos florestais que compõem a reserva legal da empresa (cerca de 50.000 ha) variam entre 200 e 3.000 hectares. A maior parte da área preservada é de Floresta Ombrófila Densa, entremeada por campos naturais úmidos (Figura 1), com a temperatura média de 24 °C, variando anualmente entre 24 e 26 °C e o índice pluviométrico podem chegar a 2.000 mm (SUDAM 1984).

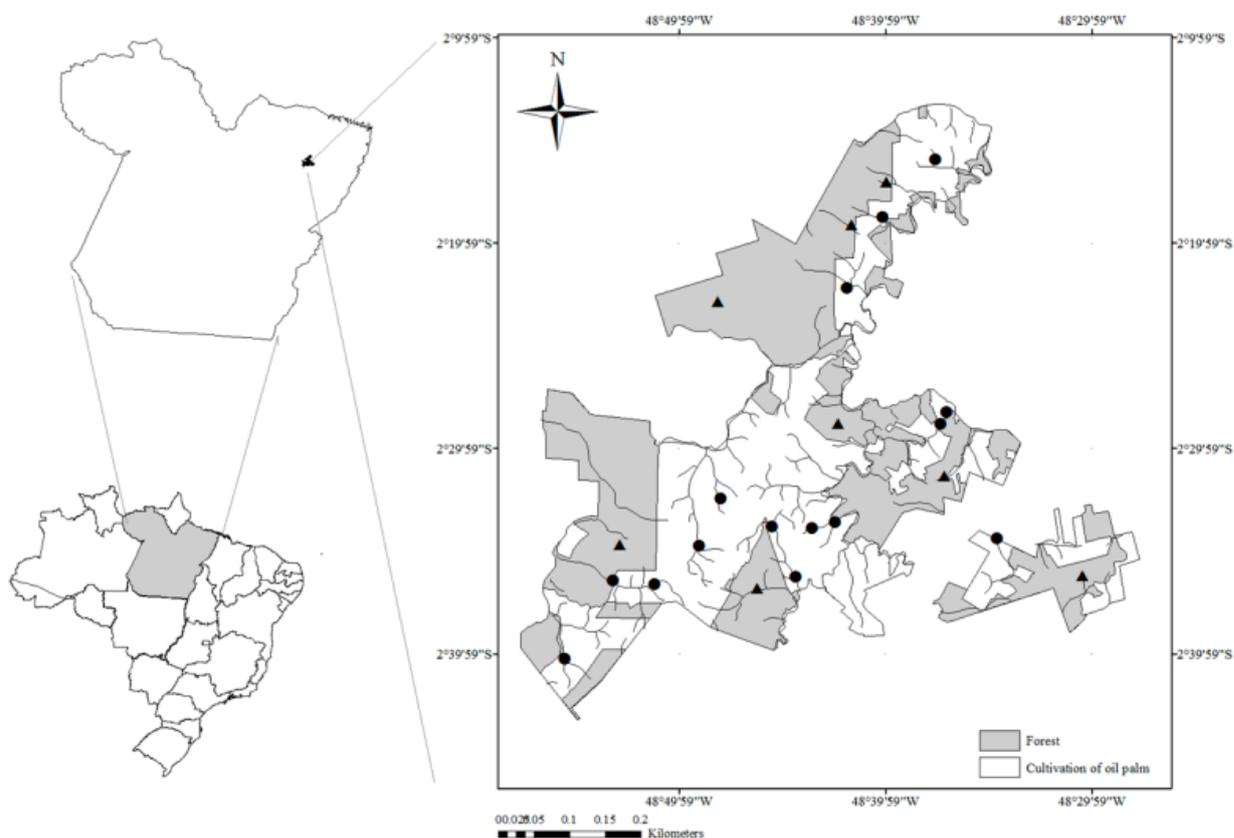


Figura 1. Áreas amostradas no Complexo Agroindustrial da Agropalma, Tailândia, Pará, Brasil.

3.2 Amostragens Biológicas

A amostragem biológica ocorreu em 23 igarapés, sendo 15 em áreas de plantação de palma (*Elaeis guineensis*) e oito em área de floresta, no período de estiagem em novembro/dezembro de 2012 e julho/agosto de 2013 (Tabela 1). Em cada igarapé a coleta foi feita dentro de um trecho fixo de 150 metros, dividido em 10 secções de 15

metros. Cada transecção foi demarcada e nomeada das letras “A” (sempre a montante) a “K” (sempre a jusante) compondo ao todo 11 transecções delimitando 10 secções longitudinais de 15 metros (A-B, B-C, C-D, ..., J-K).

Tabela 1. Relação dos pontos amostrados nas duas campanhas, no período de estiagem no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Tailândia, Pará, Brasil.

Ponto	Ambiente	Latitude	Longitude
P1F1	Floresta	-2.61361	-48.77028
P2F2	Floresta	-2.57808	-48.88083
P3F3	Floresta	-2.47972	-48.70500
P5F5	Floresta	-2.38083	-48.80194
P6F6	Floresta	-2.60350	-48.50733
P7F7	Floresta	-2.52269	-48.61878
P9P1	Palma	-2.36972	-48.69750
P10P2	Palma	-2.31222	-48.66889
P16P8	Palma	-2.54028	-48.79917
P18P10	Palma	-2.60722	-48.88611
P19P11	Palma	-2.60389	-48.73917
P20P12	Palma	-2.56333	-48.75806
P21P13	Palma	-2.26528	-48.62639
P22F9	Floresta	-2.31889	-48.69417
P23F10	Floresta	-2.28417	-48.66556
P24P14	Palma	-2.57917	-48.81694
P25P15	Palma	-2.57278	-48.57639
P26P16	Palma	-2.48000	-48.62194
P27P17	Palma	-2.56472	-48.72583
P28P18	Palma	-2.67028	-48.92528
P29P19	Palma	-2.47056	-48.61750
P30P20	Palma	-2.61000	-48.85250
P31P21	Palma	-2.55972	-48.70694

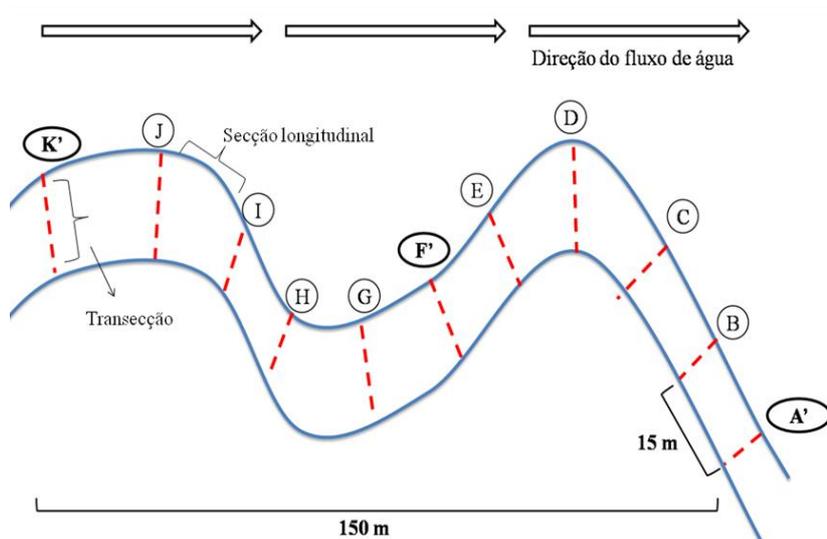


Figura 2. Desenho esquemático da amostragem utilizada no estudo. Os transectos foram nomeados a partir da montante (letra “A”) seguindo a jusante (letra “K”) e marcados com bandeirinhas. Um total de 11 transectos e 10 secções longitudinais de 15 metros são estabelecidos em cada igarapé para a coleta de Odonata, dados físicos e físico-químicos e complexidade ambiental.

A metodologia do levantamento da assembleia de Odonata está baseada em um método de varredura com áreas fixo já empregado com sucesso em outros estudos com esse grupo (Juen & De Marco 2011, 2012; Carvalho et al. 2013; Monteiro Júnior et al. 2013; Brasil et al. 2014; Dutra & Marco 2014). As amostragens consistiram na coleta dos indivíduos adultos de cada espécie de Odonata, ao longo dos 150 metros do igarapé, em cada 15 metros foram divididos em três segmentos, sendo realizadas coletas apenas nos dois primeiros segmentos.

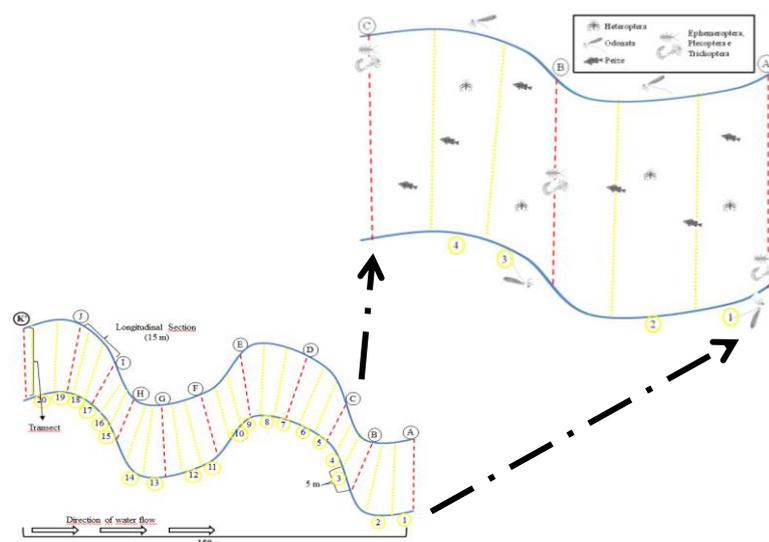


Figura 3. Desenho esquemático do transecto estabelecido em cada igarapé para a amostragem de Odonata, onde somente nos dois primeiros segmentos de cada secção foram utilizados para a coleta.

O tempo médio de permanência em cada ponto de amostragem foi de uma hora. Ao mesmo tempo, foi tomada a medida da temperatura do ar em local sombreado perto do corpo d'água. As coletas só foram realizadas impreterivelmente entre as 10 e 14 h e quando os raios solares alcançavam o igarapé. Essas condições mínimas eram necessárias para garantir que todos os grupos de Odonata (conformadores, heliotérmicos e endotérmicos) estivessem ativos no momento da coleta (May, 1976; May 1991b; De Marco & Resende 2002). O acondicionamento e conservação das libélulas coletadas seguem o protocolo descrito por (Lencioni 2006).

Para a identificação dos espécimes coletados, foram utilizadas chaves taxonômicas especializadas (Belle 1988; Garrison 1990; Belle 1996; Costa, Lourenço & Vieira 2002; Lencioni 2005; Lencioni 2006), e comparados com a Coleção do Museu de Zoologia da Universidade Federal do Pará e quando necessários enviados a especialista para confirmação da identificação.

3.3 Variáveis Ambientais e Caracterização do Habitat Físico

Para cada igarapé foram mensurados os seguintes descritores físicos e físico-químicos da água: oxigênio dissolvido, condutividade, pH, turbidez, temperatura e sólidos totais dissolvidos, que foram obtidos com equipamento eletrônico Horiba®, modelo U-5.000. A coleta desses descritores ocorreu em três pontos de cada igarapé (transecções A, F e K). Os dados climatológicos temperaturas médias, máximas e mínimas do ar, umidade relativa, radiação solar e pluviometria da região foram cedidos pela Estação Meteorológica do Complexo Agroindustrial Agropalma (Tailândia-PA).

O habitat físico foi caracterizado ao longo de cada secção e em cada transecto seguindo a metodologia de avaliação de riachos de (Peck *et al.* 2006; Hughes *et al.* 2008). A caracterização da secção inclui 10 medidas longitudinais equidistantes da profundidade do talvegue e presença de sedimentos finos; quantificação visual das barras, enseadas, canais laterais e do tipo de canal (piscina, fluxo suave, corredeira, cascata, queda ou canal seco); declividade do canal (medida com um cano de plástico flexível) e sinuosidade do canal. Também foram registradas continuamente a presença de restos de madeira grande de diferentes classes de tamanho em ou acima do canal principal.

Em cada um das 10 secções longitudinais foram medidas profundidade e tipo de substrato examinados visualmente (formações rochosas, concreto, matacão, seixo, cascalho grosso, cascalho fino, areia, silte e argila, argila consolidada, banco de folhas, matéria orgânica particulada, madeira, raízes, macrófitas e/ou algas) ao longo de cinco pontos equidistantes. Foi estimada a fração de cada substrato, medida incorporada em sedimentos finos; substratos de areia fina e definidos como 100% submersos. A caracterização do transecto também incluiu largura e profundidade do canal, largura média molhada e profundidade, altura incisão, e ângulo de inclinação.

Foram avaliada a complexidade de habitat em cada transecto ao longo de 10 m de comprimento no canal principal, usando estimativas visuais semi-quantitativas da área coberta por algas filamentosas, macrófitas aquáticas, pacotes de folhas, raízes, pedaços de madeira grande > 0,3 m de diâmetro, pedaço de madeira pequeno/arbustos < 0.3 m, vegetação pendurada < 1 m acima da superfície da água, margens escavadas, matacão e estruturas artificiais. Para avaliar a estrutura e a densidade da vegetação ciliar, estimativas visuais foram realizadas em três estratos da vegetação ciliar dossel (> 5 m altura), sub-bosque (0.5 até 5m de altura) e vegetação rasteira (< 0.5 m de altura) em uma parcela de 10 x 10 m com os seus valores médios em ambas as margens dos transectos.

Foram feitas as métricas de abertura de dossel acima do canal principal com uma densiômetro no centro de cada transecto, fazendo seis medidas, centro a montante, centro a esquerda, centro a jusante, centro a direita, esquerda e direita. A presença de proximidade 11 categorias de atividades humanas na zona ripária (plantações, pecuária, silvicultura/desmatamento, mineração, muro/dique/canalização/barramento, construções, estrada calçada ou cascalhada, rodovia/ferrovia, canos/captação/descarga, entulho/lixo e parque/gramado) foram estimadas visualmente. Foram calculadas a velocidade média da correnteza (estimada a partir do tempo que um objeto flutuante leva para percorrer uma determinada distância) e a média da área transversal (medida em profundidade média e largura média) do espaço percorrido pelo objeto.

Foram feitas no total 192 métricas nos habitats físicos para cada igarapé, baseado em (Kaufmann *et al.* 1999), Assim, foram mensuradas 26 métricas da morfologia do canal, seis de sessões transversais do canal e morfologia do banco, quatro de sinuosidade do canal e inclinação, 14 de piscina residual, 29 da composição e tamanho do substrato, oito da estabilidade do substrato no canal, 12 que avaliam a existência de abrigos para a comunidade aquática, 50 de detritos madeira grossa, duas para a cobertura do canal, 27

cobertura de vegetação ciliar, e 14 de alterações ambientais provocadas pela influência humana.

3.4 Avaliações da integridade do ambiente aquático: Índice de Integridade do Habitat (IIH)

Para a avaliação da integridade física do hábitat foi utilizado o Índice de Integridade do Habitat (IIH), que consiste em um questionário de 12 itens (Apêndice 1) aplicado em cada um dos igarapés amostrados. As perguntas visam avaliar o padrão do uso da terra, largura e estado de conservação da mata ciliar, dispositivos de retenção de sedimentos, sedimentos dentro do canal, estrutura e desgaste dos barrancos marginais, caracterização do leito do rio quanto ao substrato, tipos de corredeiras, vegetação aquática e detritos (Nessimian *et al.* 2008). Cada item é composto de quatro a seis alternativas ordenadas por escores de forma a representar sistemas cada vez mais íntegros. O índice calculado é expresso numericamente de zero a um, sendo que valores mais próximos de um representam ambientes com os níveis mais elevados de integridade.

4. REFERÊNCIAS

- Balmford, A., Long, A. (1995) Across country analyses of biodiversity congruence and current conservation effort in the tropics. *Conservation Biology*, **9**, 1539-1547.
- Belle, J. (1988) A synopsis of the species of *Phyllocycla* Calvert with description of four new taxa and a key to the genera of the neotropical Gomphidae (Odonata, Gomphidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, **131**, 73-102.
- Belle, J. (1996) Higher classification of the South-American Gomphidae (Odonata). *Zoologische Mededelingen*, **70**, 298-324.
- Carvalho, F. G. De, N. S. Pinto, J. M. B. Oliveira Júnior, and L. Juen. 2013. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. *acta limnologica brasiliensia* **25**:10–18.
- Corbet, P. S., May, M. L. (2008) Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal. *Internacional Journal of Odonatology*, **11**, 155-171.
- Costa, J. M., Lourenço, A. N., Vieira, L. P. (2002) Chave de identificação para imagos dos gêneros de Libellulidae citados para o Brasil - comentários sobre os gêneros (Odonata: Anisoptera). *Entomología y Vectores*, **9**, 477-504.
- De Marco, P. Jr., Diniz-Filho, J. A. F., Bini, L. M. (2008) Spatial analysis improves species distribution modelling during range expansion. *Biology Letters*, **4**, 577-580.
- De Marco, P. Jr., Resende, D. C. (2002) Activity patterns and thermoregulation in a tropical dragonfly assemblage. *Odonatologica*, **31**, 129-138.
- Ferreira-Peruquetti, P., De Marco, P. Jr. (2002) Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **19**, 317-327.
- Ferreira-Peruquetti, P., Fonseca-Gessner, A. A. (2003) Comunidade de Odonata (Insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. *Revista Brasileira de Zoologia*, **20**, 219-224.

- Fitzherbert, E. B., Struebig, M. J., Morel, A., Danielsen, F., Brühl, C. A., Donald, P. F., Phalan, B. (2008) How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution*, **23**, 538-545.
- Hughes, J. B., Daily, G. C., Ehrlich, P. R. (2000) Conservation of insect diversity: a habitat approach. *Conservation Biology*, **14**, 1788-1797.
- Juen, L., De Marco, P. Jr. (2011) Odonate beta diversity 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*, **4**, 265-274.
- Koh, L. P., Ghazoul, J. (2008) Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. *Biological Conservation*, **141**, 2450-2460.
- Lencioni, F. A. A. (2005) *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide: I - The non-Coenagrionidae families*, -324, All Print Editora, São Paulo, Brazil.
- Lencioni, F. A. A. (2006) *Damselflies of Brazil, an illustrated identification guide: II - Coenagrionidae families*, All Print Editora, São Paulo, Brazil.
- May, M. L. (1976) Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecological Monographs*, **46**, 1-32.
- May, M. L. (1991a) A review of the genus *Neocordulia* with a description of *Mesocordulia* Subgen. Nov. and of *Neocordulia griphus* Spec. Nov. from Central America, and a note on *Lauromacromia* (Odonata: Corduliidae). *Folia Entomologica Mexicana*, **82**, 17-67.
- Mercer, E. V., Mercer, T. G., Sayok, A. K. (2013) Effects of forest conversions to oil palm plantations on freshwater macroinvertebrates: a case study from Sarawak, Malaysia. *Journal of Land Use Science* 1-18.

- Monteiro Júnior, C. S., L. Juen, and N. Hamada. 2014. Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. *Landscape and Urban Planning* **127**:28–40. Elsevier B.V. .
- Müller, A. A., Alves, R. M. (1997) *A dendeicultura na Amazônia Brasileira*, -44, Embrapa Amazônia Oriental, Belém.
- Nakamura, F., Yamada, H. (2005) Effects of pasture development on the ecological functions of riparian forests in Hokkaido in northern Japan. *Ecological Engineering*, **24**, 539-550.
- Nekola, J. C., White, P. S. (1999) The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, **26**, 867-878.
- Obidzinski, K., Andriani, R., Komarudin, H., Andrianto, A. (2012) Environmental and Social Impacts of Oil Palm Plantations and their Implications for Biofuel Production in Indonesia. *Ecology and Society*, **17**.
94.
- Peck, D. V., Herlihy, A. T., Hill, B. H., Hughes, R. M., Kaufmann, P. R., Klemm, D. J., Lazorchak, J. M., McCormick, F. H., Peterson, S. A., Ringold, P. L., Magee, T., Cappaert, M. R. (2006) *Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters: Western Pilot Study field operations manual for wadeable streams*, -275, Environmental Protection Agency, Washington.
- Wantzen, K. M., Siqueira, A., Cunha, C. N., Sá, M. F. P. (2006) Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact assessment and conservation scheme. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems*, **13**, 713-732.

Capítulo único formatado de acordo com as normas da **Revista Conservation Biology**,

disponível em:

<[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1523-1739/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1523-1739/homepage/ForAuthors.html)>

EFEITO DA PLANTAÇÃO DE PALMA DE DENDÊ SOBRE A ASSEMBLEIA DE ODONATA (INSECTA) EM FLORESTA TROPICAL

Fernando Geraldo de Carvalho; Luciano Fogaça de Assis Montag; Fábio de Oliveira Roque; Leandro Juen

¹Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará - UFPA. Rua Augusto Correia, Nº 1 Bairro Guamá, Cep: 66.075-110, Belém, Pará, Brasil. e-mail: fernandogeraldocarvalho@gmail.com.

²Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará - UFPA. Rua Augusto Correia, Nº 1 Bairro Guamá, Cep: 66.075-110, Belém, Pará, Brasil. e-mail: lfamontag@ufpa.br

³Laboratório de Ecologia e Conservação, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará - UFPA. Rua Augusto Correia, Nº 1 Bairro Guamá, Cep: 66.075-110, Belém, Pará, Brasil. e-mail: leandrojuen@ufpa.br.

ABSTRACT

The monoculture oil palm is one of the large-scale cultivation and fastest growing in the Amazon, due to favorable climatic and soil conditions, as well as incentives for business and government aimed at regional development. Therefore, this research aims to evaluate its effects in the assembly of Odonata, testing the hypothesis that changes in physical-chemical variables of water and structure of the physical habitat of streams, wealth, abundance and composition will be odonatas negatively affected, causing a substitution of the species specialist for generalists because of ecophysiological requirements of the order. Were collected in 23 streams, 15 in oil palm plantation areas and eight in primary forest. The hypothesis that monoculture affects the physico-chemical and physical variables habitat, as a result of PCA was corroborated showed two distinct groups, forest streams have larger amount of waste wood into and out of the channel and on the other hand palms of streams have greater human impact non-agricultural and pH. The variables water temperature and coarse gravel negatively affected the wealth of species. Have the oxidation potential, fine sediment, wood number on and off the channel positively affected species richness. Species composition was positively affected by the water temperature and oxidation potential. The hypothesis that the richness and abundance of species are higher in forest streams was not supported. But there were differences in species composition, since the forest had eight unique species, 12 palm and 18 shared. Our results suggest that oil palm plantations affect the environmental variables and cause a replacement specialist species by generalist hábtats, since there was a change in the whole composition of species in the order after conversion of forest for palm plantation. Therefore, we believe that there is still a very big gap to infer the size of riparian protection strip on the banks of water bodies between the plantations, which are sufficient to support a wider range of specialist species habitats.

Key word: Land use, diversity, conservation of aquatic systems, environmental integrity.

RESUMO

A monocultura de palma de dendê é um dos cultivos de larga escala e de mais rápida expansão na Amazônia, devido as condições climáticas e edáficas favoráveis, bem como, incentivos dos empresários e governantes visando o desenvolvimento regional. Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo avaliar seus efeitos na assembleia de Odonata, testando a hipótese de que as alterações nas variáveis físico-químicas d'água e na estrutura do habitat físico dos igarapés, a riqueza, abundância e a composição de odonatas serão afetadas negativamente, ocorrendo uma substituição de espécies especialista por espécies generalistas em virtude das exigências ecofisiológicas da ordem. Foram coletados em 23 igarapés, sendo 15 em áreas de plantação de dendê e oito em floresta primária. A hipótese de que a monocultura afeta as variáveis físico-químicas e o habitat físico, foi corroborada uma vez que o resultado da PCA apresentou dois grupos distintos, igarapés de floresta possuem maior quantidade de resíduos de madeira dentro e fora do canal e por outro lado, igarapés de palmas apresentam maior impacto humano não agrícola e pH. As variáveis temperatura da água e cascalho grosso afetaram negativamente a riqueza de espécie. Já o potencial de oxidação, sedimento fino, número de madeira dentro e fora do canal afetaram positivamente a riqueza de espécies. A composição de espécie foi afetada positivamente pela temperatura da água e potencial de oxidação. A hipótese que a riqueza e a abundância de espécies são maiores nos igarapés de floresta não foi corroborada. Mas houve diferença na composição de espécies, uma vez que a floresta apresentou oito espécies exclusivas, 12 de palma e 18 compartilhadas. Nossos resultados sugerem que as plantações de palma de dendê afetam as variáveis ambientais e causa uma substituição de espécies especialistas por generalistas de habitats, uma vez que houve mudança no conjunto de composição de espécies da ordem após a conversão de floresta para a plantação de palma. Diante disso, acreditamos que ainda existe uma lacuna muito grande ao inferir o tamanho da faixa de proteção ciliar nas margens dos corpos d'água entre as plantações, que sejam suficientes para suportar uma maior diversidade de espécies especialistas de habitats.

Palavra-chaves: Uso do solo, diversidade, conservação dos sistemas aquáticos, integridade ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos do planeta vem sendo degradados ou usados de forma insustentável (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Nesse cenário, os sistemas de água doce são considerados um dos mais afetados devido a sua sensibilidade e sua forte relação com a vegetação no entorno (Cassatti, 2010). Assim, a perda dessa vegetação natural representa uma das maiores ameaça a sua biodiversidade (Niesten et al. 2004) e de certa forma, essa perda está relacionada diretamente com o crescimento exponencial da população humana, que por sua vez, demanda cada vez mais de espaço e recursos (Walpole et al. 2009; Butchart et al. 2010). Em geral, essas consequências podem ser bem mais danosas nos países emergentes, que são justamente os maiores detentores da biodiversidade. Além disso, usam a agricultura e a agropecuária como um dos fatores estratégico para seu desenvolvimento social (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Balmford & Long 1995).

Uma realidade vigente na região amazonica, uma vez que na sua maioria vem sofrendo um grande incentivo por parte dos governantes e empresários, para conversão do uso do solo em monoculturas, alegando reflorestar áreas desmatadas e geração de renda, principalmente para as pequenas propriedades (Homma, 2000). No entanto, em virtude das condições climáticas (temperatura, umidade e chuva) e o solo favorável, a palma de dendê está se tornando uma das maiores plantações em larga escala da Amazônica (Homma 2001). Embora um dos principais argumentos usados para sua expansão, seja plantar apenas em áreas desmatadas no passado. Mas diante de sua potencialidade pode se tornar um dos principais agente do desmatamento em larga escala no futuro (Fitzherbert, et al. 2008). Além disso, estima que pelo menos 2,3 milhões de km² na Amazônia, é propícia para o seu cultivo (Stickler et al. 2008).

Apesar dos seus potenciais, vantagens e utilidades, o dendê está sendo inserido na Amazônia sem a realização de estudos prévios para avaliar seus potenciais efeitos na biodiversidade e principalmente nos serviços ecossistêmico. Como por exemplo, na Malásia que é um dos principais produtores de óleo de palma no mundo, no qual, a conversão da floresta primária para monocultura de palma de dendê levou ao declínio de 77% na riqueza de espécies de aves e de 83% na riqueza de borboleta (Koh & Wilcove 2008). Estudos também mostraram o desaparecimento das Ordens Coleoptera e Hemiptera nos córregos que drenam entre as plantações de palma. Segundo os autores, essa perda está fortemente relacionada com a alta aplicação de pesticida, aumento na

turbidez da água devido o excessivo carreamento de sedimento para os corpos d'água e a redução na cobertura vegetal (Mercer et al. 2013). Já comprovaram também que, a redução nos tamanhos dos fragmentos florestais dentro das plantações levou a perda de 22% de diversidade de formigas em áreas de palma (Lucey et al. 2014). Em um estudo recente feito na Amazônia comprovaram que a conversão do uso do solo para plantação de palma de dendê diminui a integridade ambiental e levou a redução da riqueza das espécies de Heteroptera (Cunha, et al. 2015).

Porém, essa perda na diversidade de organismos, nas plantações de palma de dendê é pelo fato desses ambientes serem bem mais homogêneos, com baixa complexidade ambiental e pobre em recursos alimentares quando comparados com os de florestas primárias (Sundell-Turner & Rodewald 2008; Foster & Rahmstorf 2011). Além disso, apresentam estruturas menos complexas do que as florestas naturais, com árvores de idades uniformes, baixa cobertura de dossel, vegetação de sub-bosque esparsa e com rotatividade de 25 à 30 anos (Fitzherbert et al. 2008). Há ainda uma instabilidade climática, aumentando a temperatura e causando uma diminuição da umidade (Luskin & Potts 2011). Assim, as áreas de monocultura suportam uma baixa riqueza de espécies florestal primária ou secundária e a conversão de floresta para plantação de palma leva a mudanças significativas na composição espécies da comunidade (Savilaakso et al. 2014). Porém, os riachos que drenam áreas de plantação de palma geralmente têm populações menores dos organismos (Fitzherbert et al. 2008), as espécies existentes são consideradas menos especialistas de hábitat florestais e apresentam uma distribuição mais ampla (Koh & Ghazoul 2008). Indicando que ambientes homogêneos como os de monocultura não são habitats adequados para a maioria das espécies florestais (Savilaakso et al. 2014).

Diversos fatores relacionados a essa monocultura podem atuar na simplificação da comunidade aquática, como por exemplo, a remoção da vegetação ciliar, lixiviação dos sedimentos, que causa o aumento da turbidez nos corpos d'água, bem como, a aplicação de defensivos agrícola, como: Fertilizantes, pesticidas e herbicidas que são fortemente usados em plantação de palma e acabam sendo lixiviados para os ambientes aquáticos. (Townsend & Douglas 2000; Korkeamäki & Suhonen 2002; Lorion & Kennedy 2009). Nos trópicos esse quadro se agrava ao extremo devido a elevados índices pluviométricos que podem mover poluentes mais longe das suas fontes e mais rapidamente (Wantzen et al. 2006).

Ao se tratar de avaliação dos serviços ecossistêmicos aquático, os insetos são apontados como os mais afetados pelas as modificações ambientais, em virtude de sua

grande sensibilidade, fisiologia, o ciclo de geração e da baixa mobilidade (Leonard et al. 2000; Berenzen et al. 2005). Dentre eles, Odonata merecem destaque por serem altamente sensíveis a essas alterações e bons indicadores da qualidade ambiental, uma vez que habitam tanto ambientes aquáticos e terrestres (Corbet 1980). Estudos também já apontam que os fatores estruturais no entorno dos igarapés afetam a distribuição das espécies de Odonata, pois a remoção ou redução da vegetação natural maximiza a incidência da luz solar e altera a distribuição das espécies devido suas restrições de termorregulação (Simaika & Samways 2010; Carvalho et al. 2013; Monteiro Júnior et al. 2013; Dutra & Marco 2014; May 1976; May 1979; De Marco et al. 2005). Mas ainda é escasso ou inexistentes, estudos que avaliam os efeitos da monocultura de dendê sobre a comunidade de Odonata adulto na Amazônia (Citação). Até mesmo porque, a maioria dos igarapés amazônicos que drenam entre os plantios de palma apresentam uma faixa de proteção ciliar pré estabelecidas por lei (Citação). Que não deixa de ser um diferencial quando comparado com as demais monoculturas de larga escala (Citação).

Assim, ao analisarmos o cenário de estudo, acreditamos ser possível classificar as espécies de Odonata em dois grupos distintos com base na tolerância das espécies ao nível de perturbação do habitat, como espécies generalista e especialista. Espécies generalistas são indivíduos capazes de tolerar tanto ambientes de floresta como nos de palma. Já os especialistas são aqueles indivíduos que toleram apenas um ambiente, ou seja, ambiente de floresta ou de palma, essa medida de tolerância é de acordo com a baixa ou alta qualidade do ambiente. Suhonen et al. 2014, realizaram uma pesquisa similar a nossa, no qual, classificaram as espécies em generalista e especialista de hábitas com base na qualidade ambiental, usando como variável resposta a reprodução das espécies.

Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar o efeito da plantação de palma dendê sobre a assembleia de Odonata, testando as hipóteses de que: (I) As alterações nas variáveis físico-químicas da água e no habitat físico dos igarapés causado pelo uso do solo em monocultura de palma de Dendê, afeta a riqueza, abundância e a composição de espécies de Odonata. (II) Há também uma substituição de espécies mais especialista de habitat que necessitam de condições mais específicas, ou seja, espécies florestais, por espécies especialistas de plantação de palma que apresentam uma maior tolerância aos ambientes perturbados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa área de plantação de palma de dendê no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, localizado no município de Tailândia, sudoeste do Estado do Pará, Brasil (Figura 1). A área compreende 107.000 ha, dos quais 64.000 estão distribuídos em 08 fragmentos, que são considerados como reserva nativa legal e o restante são compostos por plantações (Anexo: Tabela 01). Os igarapés estudados que drenam entre as plantações apresentam faixa de vegetação ciliar, que variam no entorno de 15 a 30 metros. A maior parte da área preservada é de Floresta Ombrófila Densa, entremeada por campos naturais úmidos. O clima é classificado como AF no sistema de Köppen (Peel et al., 2007) com a temperatura média anual de 26 °C e o índice pluviométrico podendo chegar a 2.500 mm anual (INMT).

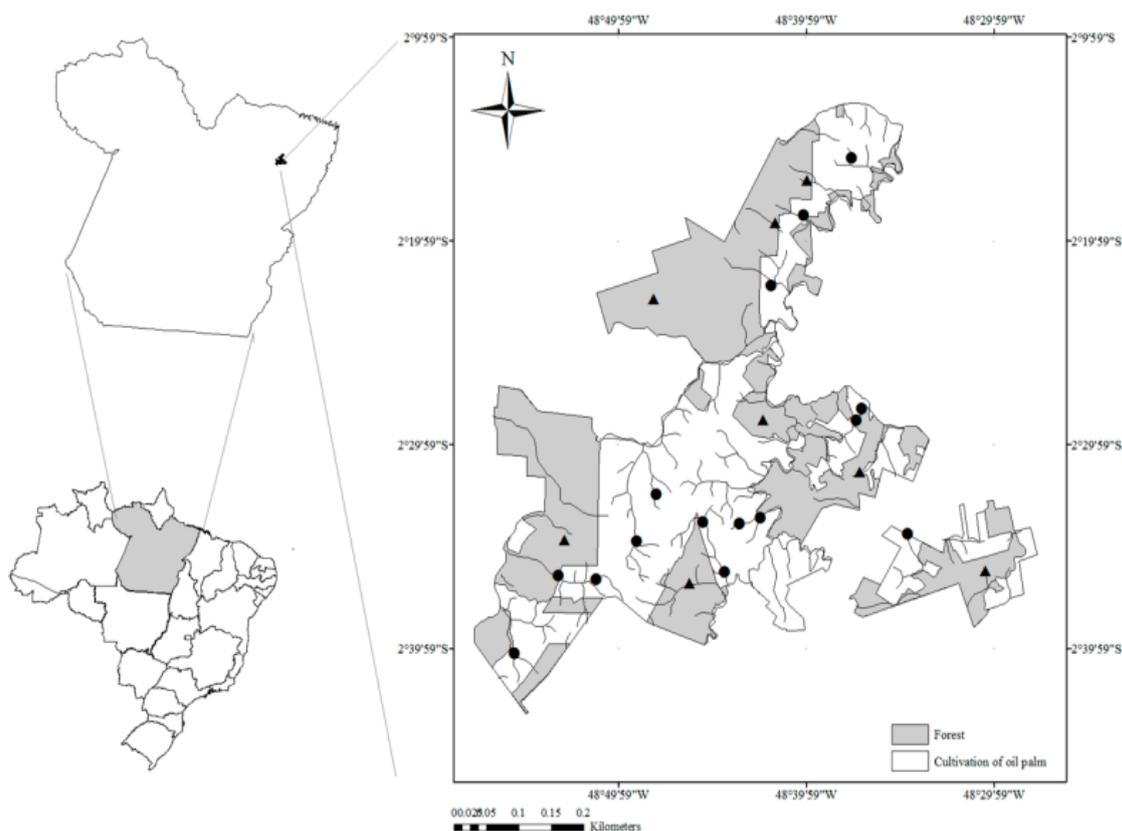


Figura 1. Áreas amostradas no Complexo Agroindustrial da Agropalma, Tailândia, Pará, Brasil.

2.1 Amostragens Biológicas

A amostragem biológica ocorreu em 23 igarapés, sendo 15 em áreas de plantação de palma de dendê (*Elaeis guineenses* Jacq.) e oito em área de floresta, no período de estiagem em novembro à dezembro de 2012 e julho à agosto de 2013 (Tabela 1). Em cada igarapé a coleta foi realizada dentro de um trecho fixo de 150 metros, dividido em

10 secções de 15 metros. Cada transecção foi demarcada e nomeada das letras “A” (sempre a jusante) a “K” (sempre a montante) compondo ao todo 11 transecções delimitando 10 secções longitudinais de 15 metros (A-B, B-C, C-D,..., J-K).

A metodologia do levantamento da assembleia de Odonata está baseada em um método de varredura com áreas fixo já empregado com sucesso em outros estudos com esse grupo (Juen & De Marco 2011, 2012; Carvalho et al. 2013; Monteiro Júnior et al. 2013; Brasil et al. 2014; Dutra & Marco 2014). As amostragens consistiram na coleta dos indivíduos adultos de cada espécie de Odonata, ao longo dos 150 metros do igarapé, em cada 15 metros foram divididos em três segmentos, sendo realizadas coletas apenas nos dois primeiros segmentos.

O tempo médio de permanência em cada ponto de amostragem foi de uma hora. Ao mesmo tempo, foi tomada a medida da temperatura do ar em local sombreado perto do corpo d'água. As coletas foram realizadas impreterivelmente entre as 10 e 14 h, período onde os raios solares atinge o leito dos igarapés. Essas condições mínimas foram necessárias para garantir que todos os grupos de Odonata (conformadores, heliotérmicos e endotérmicos) estivessem ativos no momento da coleta (May 1976, 2001b; De Marco et al. 2005). O acondicionamento e conservação das odonatas coletadas seguem o protocolo descrito por Lencioni (2006).

Para a identificação dos espécimes, foram utilizadas chaves taxonômicas especializadas (Belle 1988,1996; Garrison 1990,2006,2010; Costa, Lourenço & Vieira 2002; Lencione 2005, 2006; Heckman 2006), e comparados com a Coleção do Museu de Zoologia da Universidade Federal do Pará, quando necessário as dúvidas taxonômicas foram enviado a especialista para confirmação da identificação.

2.2 Variáveis Ambientais e Caracterização do Habitat Físico

Para cada igarapé foram mensurados descritores do hábitat físicos e físico-químicos da água: oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade (°C), pH, turbidez (escala), temperatura (°C) e sólidos totais dissolvidos (escala), que foram obtidos com equipamento eletrônico Horiba®. Os dados climatológicos temperaturas médias, máximas e mínimas do ar, umidade relativa, radiação solar e pluviometria da região foram cedidos pela Estação Meteorológica do Complexo Agroindustrial Agropalma (Tailândia-PA).

O hábitat físico foi caracterizado ao longo de cada secção e em cada transecto seguindo a metodologia de avaliação de riachos de Peck et al. (2006). Foram

mensuradas um total de 238 métricas nos habitats físicos para cada igarapé, baseado em Kaufmann et al. (1999). Em seguida, com base em levantamentos bibliográficos selecionamos 30 métricas para realização das análises estatística.

2.3 Avaliações da integridade do ambiente aquático

Para a avaliação da integridade física do habitat foi utilizado o Índice de Integridade do Habitat (IIH) de Nessimian et al. (2008). O protocolo é baseado em uma análise visual de 12 características ambientais aplicados em cada um dos igarapés amostrados. Avaliando o padrão do uso da terra, largura e estado de conservação da mata ciliar, dispositivos de retenção de sedimentos, sedimentos dentro do canal, estrutura e desgaste dos barrancos marginais, caracterização do leito do rio quanto ao substrato, tipos de corredeiras, vegetação aquática e detritos (Nessimian et al. 2008). Cada item é composto de quatro a seis alternativas ordenadas por escores de forma a representar sistemas cada vez mais íntegros. O índice calculado é expresso numericamente de zero a um, sendo que valores mais próximos de um representam ambientes com os níveis mais elevados de integridade.

2.4 Análises Estatísticas

Para a estimativa de riqueza de espécie, foi utilizado como amostras cada segmento (n= 20 em cada igarapé) realizado nos 23 igarapés. Sendo assim, para cada igarapé foram consideradas 20 pseudoréplicas, totalizando 460 pseudoréplicas quando considerado todos os igarapés. Para as demais análises, cada igarapé foi usado como uma amostra, sendo realizado o somatório das abundâncias de cada espécie que ocorreram nos 20 segmentos, resultando em 23 amostras.

Realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) com base nas variáveis físicas estruturais, física e químicas (Legendre & Legendre 1998). Para testar se a plantação de palma está afetando as variáveis ambientais. O método usado para determinar quais componentes principais seria usado na representação dos resultados foi utilizado o critério de seleção de broken-stick (Jackson 1993). Para selecionar as variáveis que mais contribuíram para a formação dos grupos, foram usados os valores dos *loadings*.

Para analisar a eficiência de amostragem, nos realizamos uma curva de acumulação das espécies, com 1.000 aleatorizações, baseada no número de amostras e padronizando pelo menor esforço amostral, em virtude da área de floresta ter apenas oito igarapés amostrados (Colwell et al. 2004). Usamos o estimador não paramétrico *jackknife* de primeira ordem (Heltshel & Forrester 1983; Colwell & Coddington 1994).

Para testar se há diferença na riqueza de espécies entre os dois tratamentos. Esse método estima a riqueza total de espécies, somando a riqueza observada (número de espécies amostradas) a um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras. Além disso, usamos o teste *t* de Student para amostras independentes (Zar 2010), para testar se a riqueza e a abundância de Odonata estão sendo afetada na pela a plantação de palma, com nível de significância de $p < 0,05$. Os pressupostos de homogeneidade das variâncias e distribuição normal também foram avaliados. A posteriori, foi utilizada a metodologia de inferência por intervalo de confiança, usando a riqueza estimada pelo *Jackknife* de primeira ordem (Gotelli & Colwell 2001; Colwell et al. 2004).

Utilizamos também a análise de Ordenamento “Non-Metric Multidimensional Scaling” (NMDS) (Legendre & Legendre 1998). Para avaliar a dissimilaridade na composição de espécies entre os dois tratamentos. A medida de dissimilaridade utilizada foi o índice de Bray-Curtis. Para que todas as espécies tivessem peso igual na análise, foi usada a transformação logarítmica ($\log+1$) dos dados de abundância. Para confirmar as diferenças significativas entre os grupos ordenados pelo NMDS realizamos um teste a posteriori, Análise de Variância Multivariada Permutacional - Permanova (Anderson & Clarke 2008).

Sabemos que a nossa pergunta é categórica, uma vez que temos dois tratamentos (Palma e floresta), no qual, queremos avaliar o efeito de um sobre o controle do outro. Mas, porém como os igarapés de estudo apresentam faixas de proteção ciliar acreditamos que análises contínuas pode revelar padrões mais claros de como está se estruturando as assembleias de Odonata. Sendo assim, para testar os efeitos das variáveis físicas estruturais sobre a biodiversidade de Odonata, foi construído um conjunto de modelos (*Akaike*), para determinar quais os fatores ambientais que estariam afetando a biodiversidade nos dois tratamentos. A comparação entre modelos foi feito primeiramente pela diferença de um valor AIC com outro (ΔAIC). O melhor modelo foi considerado aquele que obteve o menor valor deste critério, ou seja, próximo de zero, sendo também possível calcular (*W*), o quanto eles foram eficientes (Burnham & Anderson 2004).

Com o objetivo de diminuir o efeito da multicolinearidade entre as variáveis, realizamos uma matriz de correlação de Pearson, assim quando algum conjunto de variáveis apresentasse correlação maior que 60%, apenas uma dela foi usada para a elaboração dos modelos. Os pressupostos de distribuição normal e homogeneidade das variâncias foram analisados. Em seguida realizamos um teste *t* de *student* para testar se as variáveis selecionadas apresentavam diferenças nos dois tratamentos.

Para avaliar a relação das variáveis ambientais (negativa ou positiva) selecionadas pelo AIC sobre a riqueza de espécie, foi realizada uma análise de regressão múltipla (Zar 2010). Além disso, realizamos uma *Regressão Multivariada de Matriz de distância* - MDMR (Anderson 2001; McArdle & Anderson 2001), para avaliar se as variáveis ambientais também estão afetando a composição de espécies.

Todas estimativas foram calculadas no programa Estimates (*Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*) versão 7.5.0 (Colwell et al. 2004). As demais análises foram realizadas na plataforma R de R Development Core Team (2006) com o pacote para análises de ecologia de comunidades *vegan* 1.6-10 (Oksanen et al. 2005).

3. RESULTADOS

O resultado da Análise de Componentes Principais identificou padrões claros de como a plantação de palma está afetando o ambiente, o primeiro eixo explicou 55% da variação encontrada nos igarapés. Havendo a separação de dois grupos distintos em relação aos dois tratamentos, ficando do lado direito às amostras de floresta e do lado esquerdo as de palma. As variáveis que mais contribuíram para a formação dos grupos foram o número de madeiras dentro e fora do canal, ficando relacionada positivamente ao eixo, enquanto impacto humano não agrícola e o pH relacionaram negativamente ao eixo (Tabela 2, Figura 2).

Tabela 2. Métricas que descrevem as condições ambientais dos igarapés amostrados no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. Suas correlações com o primeiro eixo da Análise de Componentes Principais (PCA).

Variáveis	PCA 1	PCA 2
Porcentagem de sedimento fino	-0,616	0,713
Número de madeiras dentro e fora do canal	0,744	0,140
Impacto humano não agrícola	-0,784	0,224
Temperatura	-0,637	-0,671
pH	-0,892	-0,093
Explicação (%)	54,985	20,756
Autovalor	2,749	1,038
Broken-stick	2,283	1,283

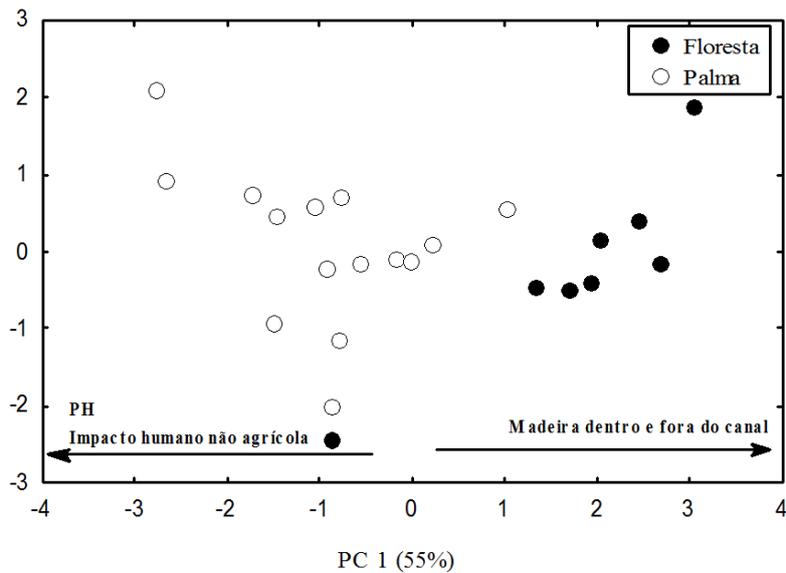


Figura 2 - Análise de Componentes Principais (PCA) entre os ambientes de Floresta e Palma, amostrados no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. Com base nas variáveis físicas: Número de madeira fora e dentro do canal, impacto humano não agrícola, porcentagem de sedimento fino e a variável química (pH).

Foram coligidos 540 espécimes, destes 483 são machos e 57 são fêmeas. Em virtude da falta de chaves especializadas para fêmeas estas não foram consideradas nas análises estatísticas. Distribuídos em 34 espécies observadas e 56 ± 7.4 (média \pm intervalo de confiança) estimadas apresentando uma eficiência de amostragem de 75% (observada/estimada) (Figura 3A). Considerando apenas as amostras de floresta obteve-se 26 espécies observadas e $37 \pm 6,3$ estimadas, com eficiência de amostragem de 60%, já para palma foi observado 33 espécies e $44 \pm 6,3$ estimada, com uma eficiência da amostragem de 70% (Figura 3B). As famílias mais abundantes foram Coenagrionidae ($n = 152$), seguido por Calopterygidae ($n=150$) e Megapodagrionidae ($n = 102$). Os gêneros mais representativos foram: *Epipleoneura* (sete espécies e 42 indivíduos), *Argia* (10 espécies e 127 indivíduos) e *Mnesarete* (quatro espécies e 134 indivíduos). As espécies com maiores abundâncias foram *Heteragrion silvarium* Sjostedt, 1918 (88 indivíduos), *Mnesarete aenea* (Selys, 1853) (78 indivíduos) e *Chalcopteryx rutilans* (Rambur, 1842) (46 indivíduos).

A hipótese de que a riqueza de espécies é maior nos igarapés de floresta do que nos de palma não foi corroborada (test $t = 0,235$; g.l = 21; $p = 0,816$). O mesmo foi corroborado pela metodologia de inferência por intervalo de confiança, uma vez que o intervalo de confiança de um grupo ficou sobrepondo a média do outro (Figura 3B). A

hipótese de que a abundância de indivíduos de Odonata é maior em áreas de florestas também não foi corroborada (teste $t = 1,262$; g.l.= 21 $p = 0,220$).

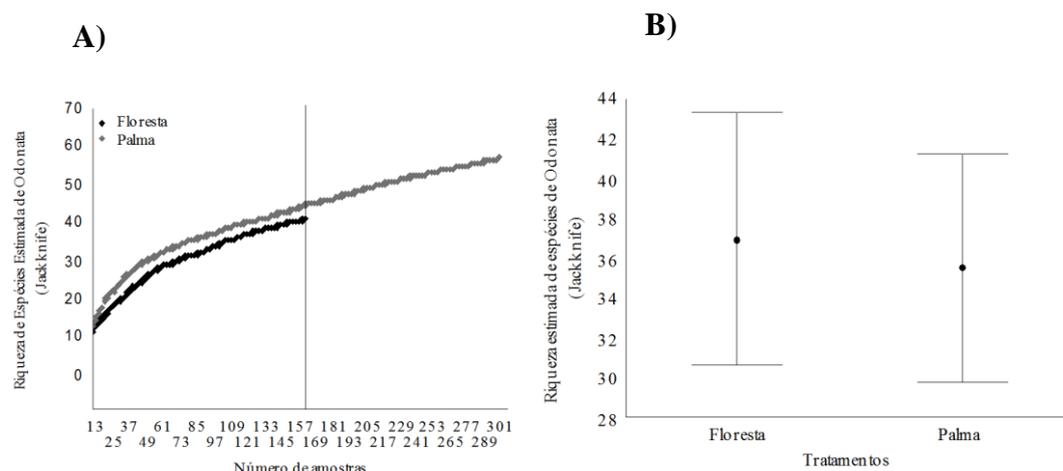


Figura 3. Riqueza estimada de espécies de Odonata (*Jackknife*) por tipo tratamentos amostrados (floresta e palma) no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. (A) Curva de acumulação das espécies, (B) Comparação da riqueza entre os tratamentos; As barras representam um intervalo de 95%.

A hipótese de que a composição de espécies é diferente entre os tratamentos (palma/floresta) foi corroborada, havendo uma separação das amostras dos igarapés de florestas dos de palma (Figura 4). O resultado da análise de Permanova também corroborou a diferença detectada no NMDS (Permanova= $df = 1$; Pseudo-F= 3,121; $p = 0,006$). Os igarapés de floresta apresentaram oito espécies exclusivas, 12 de palma e 18 espécies compartilhadas.

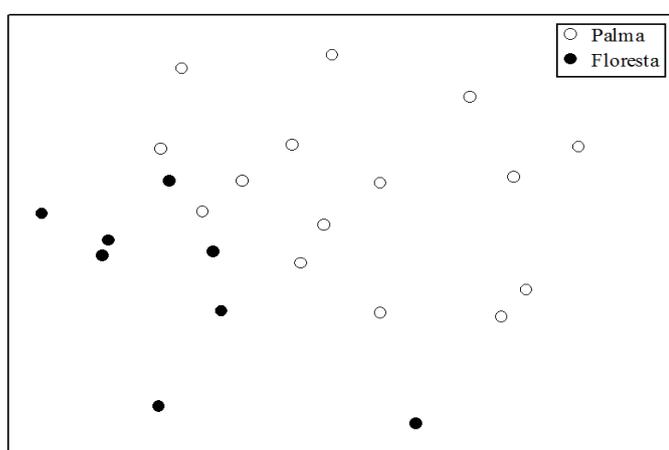


Figura 4. Ordenação de Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos dois tratamentos (floresta e palma) no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

De acordo com gráfico de ordenação das abundâncias relativas, as espécies, *Psaironeura tenuissima* (Selys, 1886), *Tholymis citrina* Hagen, 1867, *Protoneura tenuis* Selys, 1860, *Acanthagrion kennedii* Williamson, 1916, *Argia indicatrix* Calvert, 1902, *Microstigma rotundatum* Selys, 1860, *Perileste solutos* Williamson & Williamson e *Mnesarete astrape* De Marmels, 1989 são exclusivas dos ambientes de floresta. Já as espécies *Epipleoneura metallica* Rácenis, 1955, *Neoneura luzmarina* De Marmels, 1989, *Dicterias atosanguinea* Selys, 1853, *Mnesarete smaragdina* (Selys, 1869), *Argia modesta* Selys, 1865, *Fylgia amazonica* Kirby, 1889, *Ischunura fluviatilis* (Selys, 1876) e *Orthemis discolor* (Burmeister, 1839) foram exclusivas dos ambientes de palma. As demais espécies ocorrem nos dois tratamentos (Figura 5).

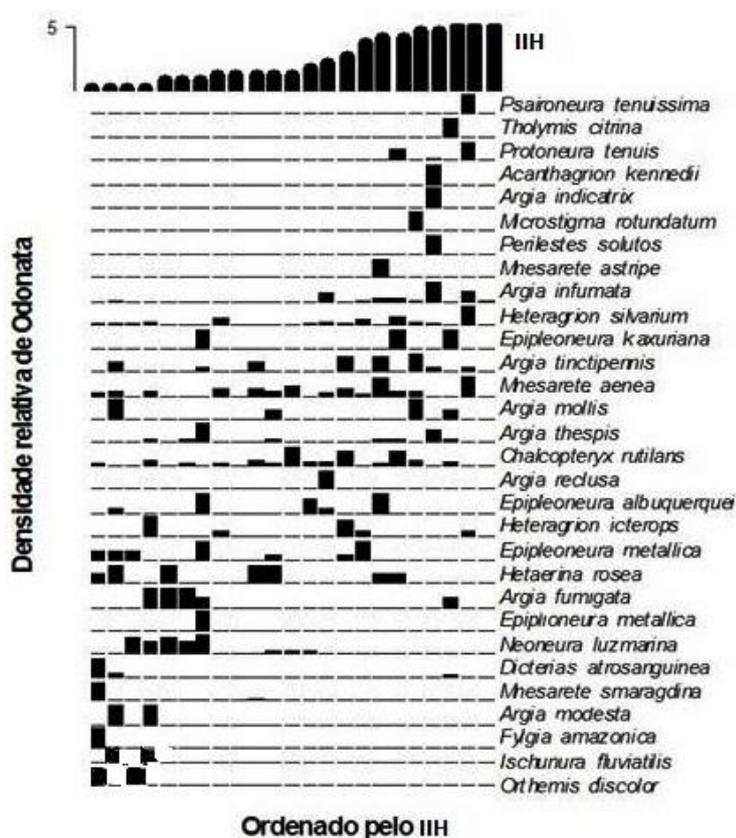


Figura 5. Abundância relativa das espécies, ordenada pelos valores do índice de integridade do hábitat (IIH) no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

De acordo com o modelo de Regressão Multivariada (MDMR) as variáveis, temperatura d'água (F-modelo= 201,323; $R^2= 0,073$; $P(>F)= 0,038$) e potencial de oxidação (F-modelo= 300,901; $R^2= 0,110$; $P(>F)=0,001$), foram as que afetaram a composição de espécies (Tabela 04).

Tabela 4. Regressão Multivariada de Matrizes testando os efeitos das variáveis ambientais sobre a composição de espécies. Amostrados no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

Variáveis	d.f	Soma	Médias	F. Modelo	R ²	P(>F)
Temperatura da água	01	0,501	0,501	201,323	0,073	0,038*
Potencial de Oxidação (mV)	01	0,749	0,749	300,901	0,110	0,001**
Oxigênio dissolvido	01	0,187	0,187	0,752	0,027	0,702
Solo total dissolvido (gL)	01	0,431	0,431	173,114	0,063	0,073
Cobertura de dossel	01	0,399	0,399	160,504	0,058	0,101
Sedimento fino	01	0,382	0,382	153,692	0,056	0,118
Proporção de Impacto Humano não Agrícola	01	0,277	0,277	111,569	0,040	0,339
Areia	01	0,385	0,385	154,682	0,056	0,117
Cascalho grosso	01	0,246	0,246	0,991	0,036	0,486
Raiz	01	0,174	0,174	0,699	0,025	0,743
Corredeiras	01	0,230	0,230	0,927	0,033	0,51
Número de madeira dentro e fora do canal	01	0,342	0,342	137,437	0,050	0,179
Resíduos	10	24,905	0,249		0,366	
Total	22	6,8			1	

As variáveis ambientais afetaram 63% da variação da diversidade de Odonata entre os locais, com base no melhor modelo construído e selecionado pelo AIC ($r^2=0,632$; $AIC=114.593$), as variáveis selecionadas foram: temperatura da água ($T^{\circ}C$ água), potencial de oxidação (ORP), sedimento fino (SF), cascalho grosso (CG) e Número de madeira dentro e fora do canal (MD). O modelo selecionado apresenta uma eficiência de 37% (Tabela 3). Ao avaliar os coeficientes parciais das variáveis selecionadas pelo melhor modelo, houve efeito negativo para a variável temperatura da água ($Beta = -0,332$; $t_{(5,17)}=2,235$; $p = 0,043$), potencial de oxidação ($Beta = -0,481$; $t_{(5,17)}=3,223$; $p=0,004$) e cascalho grosso ($Beta= -0,377$; $t_{(5,17)}= 2,422$; $p = 0,026$); relação positiva com as variáveis de sedimento fino ($Beta= 0,474$; $t_{(5,17)} = 3,084$; $p = 0,006$) e número de madeira dentro e fora do canal ($Beta = 0,333$; $t_{(5,17)} = 2,232$; $p = 0,039$).

Ao avaliar as diferenças das variáveis preditoras selecionadas pelo melhor modelo entre os tratamentos, a variável Potencial de Oxidação apresentou 50 mV a mais nos igarapés de floresta do que nos de plantações de palma ($t= 3,734$; $g.l= 21$; $p=0,001$), a variável número de madeira dentro e fora do canal apresentou 30% a mais nos igarapés de florestas ($t= 0,738$; $g.l= 21$; $p=0,005$) e a variável temperatura da água apresentou

0,76° C a menos nos igarapés de floresta do que nos de palma ($t=-2,408$; $g.l=21$; $p=0,025$). As demais não apresentaram diferenças entre os dois tratamentos.

Tabela 3. Resultado dos melhores modelos para a riqueza de espécie de Odonata no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil. Com as variáveis ambientais: temperatura da água (T°C água), potencial de oxidação (ORP), sedimento fino (SF), cascalho grosso (CG) e madeira dentro e fora do leito (MD). Foram selecionados os quatro melhores modelos, apresentando-os em ordem decrescente os valores do coeficiente de determinação e em ordem crescente os valores do Critério de Akaike.

Modelo	Variáveis	R ²	Δ AIC	W
01	T °C água, ORP, SF, CG, MD	0,632	0	0,37
02	T °C água, ORP, OD, SF, CG, MD	0,699	0,191	0,34
03	T °C água, ORP, OD, SF, CG, MD	0,611	1,292	0,19
04	T °C água, ORP, SF, CG.	0,524	1,695	0,16

4. DISCUSSÃO

Nosso estudo revelou mudança na composição de espécies de Odonata em plantação de palma de dendê quando comparado com floresta. Corroborando com diversos estudos que avaliaram o efeito dessa monocultura sobre a composição de espécies em diferentes tipos de organismos (Chey, 2006; Chang et al. 1997; Chung et al. 2000; Fayle et al. 2010; Liow et al. 2001; Lucey e Hill, 2012; Room, 1975; Vaessen et al. 2011; Azhar et al. 2011; Bernard et al. 2009; Danielsen e Heegaard, 1995; Gillespie et al. 2012; Sheldon et al. 2010). Além disso, através do nosso estudo foi possível apresentar algumas variáveis físicas e químicas, e, variáveis morfológicas do canal que estão sendo afetadas pelo a plantação de palma de dendê, no qual, levou a separação na estrutura dos igarapés de palma dos de floresta, bem como na biodiversidade de Odonata. As variáveis selecionadas também corroboram com diversos estudos que avaliaram os efeitos da ação antrópica sobre os corpos d'água, usando a Ordem Odonata como grupo alvo monitorado (Assis et al. 2004; Fulan & Henry 2007; Silva et al. 2010; Fulan & Davanso 2011; Carvalho et al. 2013; Juen et al. 2014; Monteiro Júnior et al. 2013, 2014, 2015).

Por outro lado, esta monocultura não exerceu efeito sobre a riqueza e abundância, mas, corrobora com a nossa segunda hipótese. Sugerindo que alteração na paisagem pela a conversão do uso do solo para o plantio de palma de dendê leva apenas a substituição das espécies especialista de floresta, por especialista de palma, e esse balanço não altera a riqueza entre os tratamentos e nem a abundância dos indivíduos, que tenderiam a aumentar por adaptarem muito bem aos distúrbios ambientais.

Dessa forma os nossos resultados sugerem que a variação na temperatura pode ser um fator importante na estruturação da assembleia de Odonata. Visto que os igarapés de floresta apresentam temperatura constantemente baixa, e os indivíduos que persistem nesses ambientes são aqueles que cujas exigências de temperatura são muito específicas, apresentando uma fraca resistência a alta variação (De Marco et al. 2005). Por outro lado, os igarapés de palma que apresentam uma temperatura mais elevada, por questão de perturbação da estrutura física no entorno. Assim, há uma maior entrada de luz e persistem aquelas espécies que conseguem tolerar temperaturas mais elevada. Fulan & Henry (2007), também encontraram a temperatura da água como um dos fatores determinantes para a distribuição de espécies de Odonata em ambientes aquáticos.

Já os resíduos de madeira pode ter uma forte influencia sobre o comportamento reprodutivo das espécies, uma vez que os organismos ordem passa parte do seu tempo

em cima de poleiro defendendo pontos estratégicos para a reprodução, sendo esse até um dos principais parâmetros usados pela fêmea na escolha do macho para o acasalamento (Corbet 1999). Como por exemplo, algumas espécies pertencentes as famílias Polythoridae e Calopterygidae são endofíticas e usam os troncos para a oviposição. Além disso, os troncos podem criar maior variabilidade e hábitat específico dentro dos igarapés (Corbet 1980, 1999; Bilby, 1984). Portanto, nossos resultados encontraram uma grande perda de resíduos nos corpos d'água que drenam entre as plantações de palma, devido a perturbação na vegetação ciliar entorno dos igarapés e isso estaria afetando negativamente aquelas espécies que são restritamente associadas aos resíduos de madeira.

Quanto ao sedimento fino, nos leva a acreditar que esse fator presente no ambiente seja um fator importante aos indivíduos que apresentam o hábito de fossador ou reptante (Corbet 1980; Assis et al. 2004). Além disso, quando os igarapés apresentam uma associação entre sedimento fino e outro tipo de substrato como folhiço, que é bastante encontrado nos igarapés de floresta, ou até mesmo cascalho grosso, que é bastante encontrado nos igarapés de palma, devido a grande quantidade de cascalho lixiviados das estradas que cortam as plantações para escoamento dos frutos, que chamamos de impacto humano não agrícola. Torna-se favorável para algumas espécies que se associa bem a esses tipos de ambiente (Assis et al. 2004).

Provavelmente os padrões encontrados nos nossos resultados, estão relacionados com o processo de escolha visual dos locais para oviposição dos organismos adultos, e, posteriormente, com a escolha dos locais pelos imaturos, uma vez que eles se distribuem seguindo três fatores favoráveis para a sua sobrevivência: respiração, alimentação e refúgio ou hábitat heterogêneo (Corbet 1980). Assim, teoricamente, a nossa hipótese tem uma forte relação com a complexidade ambiental deixando claro que boa parte das espécies de Odonata necessita de condições específicas para coexistir em um determinado ambiente (Janssen et al. 2007; Cobert 1980). Uma vez que nas áreas alteradas, como as de monocultura, há uma maior perturbação e o risco de dessecação dos Odonatos adultos é bem maior (citação). Portanto, leva ao desaparecimento das espécies de Odonata intolerantes ou força-las a migrar, e que beneficia espécies tolerantes a se instalarem e persistirem (McCauley et al. 2008).

Como por exemplo, indivíduos especialistas florestais como da espécie *Psaironeura tenuissima* (Selys, 1886), que tem o comportamento de permanecer próxima a superfície dos corpos d'água ou até mesmo em poças marginais em florestas

sombreadas, pântanos e rios lentos e apresentam hábitos de oviposição endofítica (Corbet 1980). Bem como, *Microstigma rotundatum* Selys, 1860, que tem o comportamento de permanecer parte do tempo nas copas das árvores e suas larvas são criadas principalmente em água acumuladas em cavidades das arvores, comportamento esse, bem singular da espécie (Fincke, 1984). Assim, vale ressaltar que ausência dessas espécies em áreas de palma pode ser devido as suas exigências ecofisiológica apresentando uma relação direta com a integridade física do ambiente e esses organismos são considerados um dos principais alvos dos efeitos negativos causados pela a plantação de palma de dendê.

Em contraste, houve as espécies especialistas de palma, por exemplo, *Orthemis discolor* (Burmeister, 1839) que não tem preferência por um ambiente específico, podendo ser encontrados tanto em ambiente lênticos, como nos lóticos ou até mesmo viveiros de aquicultura (McPeck 1998; De Marco et al. 1999), são indivíduos que se movem bastante e tem uma grande massa corporal, assim não apresentam restrições ambientais o que os possibilitam uma maior dispersão e maior abundancia nos ambientes perturbados (McCauley et al. 2008). Bem como algumas espécies pertencentes aos gêneros *Argia*, *Neoneura* e *Ischnura*, que apresentam uma maior fidelidade aos ambientes alterados. No entanto, esses indivíduos na fase larval podem ser classificados como agarradores e reptantes, e assim, os imaturos desse gênero não encontram dificuldades de adaptarem em hábitat com diferentes níveis de perturbações (Assis et al. 2004).

Porém a mudança encontrada na composição de espécies pode ser explicada pela ausência da maioria das especialistas florestais, que tendem a serem espécies de maior interesse de conservação (Savilaakso et al. 2014), bem como o domínio de algumas espécies não florestais, aquelas comuns de áreas com baixa qualidade ambiental (Danielsen 1997; Fitzherbert et al. 2008). Alguns estudos apontam resultados similares, no qual as espécies florestais foram frequentemente substituídas por espécies não florestais que foram favorecidas pela perturbação na estrutura física dos igarapés resultando em diferenças na composição da comunidade (Chey 2006; Pfeiffer et al. 2008; Brühl & Eltz 2009).

Assim é certo afirmar que a manutenção de mata ripária nativa ao longo dos córregos que drenam entre as plantações de palma podem amenizar os impactos, pois agiria como uma zona tampão filtrando ou reduzindo significativamente o fluxo de erosão das margens (Lorion & Kennedy 2009). Essa vegetação tende a manter a temperatura ambiente mais baixa e constante, bem como maior umidade proporcionando

condições ambientais ideais para os Odonata adultos, visto que apenas as espécies não florestais são capazes de adaptar aos ambientes com a vegetação alterada (Meleason & Quinn, 2004).

Conclusão

Os resultados do nosso estudo sugerem que a conversão de floresta para a plantação de palma de dendê leva a mudanças significativas na composição de espécies, e indica que a plantação de palma não é um ambiente adequado para a maioria das espécies florestais. Embora os igarapés que drenam entre os plantios de palma apresentam faixa de vegetação ciliar para amortecer os impactos, não está sendo suficiente para conservação das espécies restritas aos ambientes florestais, aqueles indivíduos que necessitam dos ambientes íntegros para sua sobrevivência. Além disso, foi possível detectar algumas variáveis ambientais que estariam sofrendo alteração e assim, afetando assembleia de Odonata.

5. AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da Conservação Internacional (CI) e o Grupo Agropalma. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado. A MSc. Lenize Batista Calvão pelo auxílio nas identificações e ao MSc. Erlane Rodrigues da Cunha pela a elaboração do mapa.

6. REFERÊNCIAS

- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* **26**:32–46.
- Anderson, M. J., and K. R. Clarke. 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. Plymouth, UK.
- Assis, J. C. F. De, A. L. Carvalho, and J. L. Nessimian. 2004. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba , Maricá-RJ , Brasil 1. *Revista Brasileira de Entomologia* **48**:273–282.
- Belle, J. 1988. A synopsis of the species of *Phyllocycla* Calvert, with descriptions of four new taxa and a key to the genera of neotropical Gomphidae (Odonata, Gomphidae). *Tijdschrift voor Entomologie* **131**:73–102.
- Belle, J. 1996. Higher classification of the South-American Gomphidae (Odonata). *Zoologische Mededeelingen* **70**:297–324.
- Berenzen, N., T. Kumke, H. K. Schulz, and R. Schulz. 2005. Macroinvertebrate community structure in agricultural streams: impact of runoff-related pesticide contamination. *Ecotoxicology and environmental safety* **60**:37–46.
- Brasil, L. S., J. D. Batista, N. França, M. B. X. Valadão, J. O. Dos Santos, and K. Dias-Silva. 2014. Environmental integrity and damselfly species composition in Amazonian streams at the “ arc of deforestation ” region, Mato Grosso, Brazil. *acta Limnologica Brasiliensia* **26**:278–287.
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 2004. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods & Research* **33**:261–304.
- Butchart, S. H. M. et al. 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* (New York, N.Y.) **328**:1164–8.
- Brühl,C.A., and T. Eltz. 2009. Fuelling the crisis: Species loss of ground-dwelling forest ants in oil palm plantations in Sabah, Malaysia (Borneo). *Biodiversity & Conservation*.

- Carvalho, F. G. De, N. S. Pinto, J. M. B. Oliveira Júnior, and L. Juen. 2013. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. *acta limnologica brasiliensia* **25**:10–18.
- Chey, V. K. 2006. Impacts of Forest Conversion on Biodiversity as Indicated by Moths. *Malayan Nature Journal*, **57**, 418
- Colwell, R. K., and J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial Biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **345**:101–118.
- Colwell, R. K., C. Rahbek, and N. J. Gotelli. 2004. The mid-domain effect and species richness patterns: what have we learned so far? *The American naturalist* **163**:E1–23.
- Corbet, P. S. 1980. Biology of Odonata. *Annual Review of Entomology* **25**:189–217.
- De Marco, P., J. A. F. Diniz-Filho, and L. M. Bini. 2008. Spatial analysis improves species distribution modelling during range expansion. *Biology letters* **4**:577–80.
- De Marco, P., A. O. Latini, and A. P. Reis. 1999. Environmental determination of dragonfly assemblage in aquaculture ponds. *Aquaculture Research* **30**:357–364.
- De Marco, P., A. O. Latini, and D. C. Resende. 2005. Thermoregulatory Constraints on Behavior : Patterns in a Neotropical Dragonfly Assemblage. *Neotropical Entomology* **34**:155–162.
- Dutra, S., and P. De Marco. 2014. Bionomic differences in odonates and their influence on the efficiency of indicator species of environmental quality. *Ecological Indicators* **49**:132–142.
- Ferreira-peruquetti, P. S., and P. D. M. Jr. 2002. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais , Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **19**:317–327.
- Fitzherbert, E. B., M. J. Struebig, A. Morel, F. Danielsen, P. F. Donald, and B. Phalan. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity ? *Trends in Ecology and Evolution* **23**:538–545.

- Foster, G., and S. Rahmstorf. 2011. Global temperature evolution 1979–2010. *Environmental Research Letters* **6**:044022.
- Fulan, J. Â., and R. C. S. Davanso. 2011. A profundidade como fator determinante na variação anual da densidade dos macroinvertebrados associados à *Salvinia auriculata* Aublet. *Revista Brasileira de Biociências* **9**:214–219.
- Fulan, J. Â., and R. Henry. 2007. Distribuição temporal de imaturos de Odonata (Insecta) associados *Eichhornia azurea* (Kunth) na Lagoa do Camargo , Rio Paranapanema , São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia* **51**:224–227.
- Garrison, R. 2006. A Synopsis of the Genera *Mnerasete* Cowley, *Bryoplathanon* Gen. Nov., and *Ormenoplebia* Gen. Nov. (Odonata: Calopterygidae).
- Garrison, R. 2010. A Synonymic List of the new world Odonata. Pages 23–38. Revised version of 2010/ *Argia*3(2).1991.
- Gotelli, N. J., and R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity : procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* **4**:379–391.
- Heckman, C. W. 2006. *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Anisoptera: Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America*. Springer. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Heino, J. 2013. Environmental heterogeneity, dispersal mode, and co-occurrence in stream macroinvertebrates. *Ecology and evolution* **3**:344–55.
- Heltshe, J. F., and N. E. Forrester. 1983. Estimating species richness using the Jackknife Procedura. *Biometrics* **39**:1–11.
- Homma, A. K. O. 2001. O desenvolvimento da agroindústria no estado do Pará. *Ciências Exatas e Tecnologia* **3**:47–76.
- Jackson, D. A. 1993. Stopping Rules in principal components analysis: A comparison of Heuristical and Statistical approaches. *Ecology* **74**:2204–2214.

- Juen, L., and P. De Marco. 2011. Odonate biodiversity in terra-firme forest streamlets in Central Amazonia: on the relative effects of neutral and niche drivers at small geographical extents. *Insect Conservation and Diversity* **4**:265–274. A
- Juen, L., and P. De Marco. 2012. Dragonfly endemism in the Brazilian Amazon: competing hypotheses for biogeographical patterns. *Biodiversity and Conservation* **21**:3507–3521.
- Kaufmann, P. R., P. Levine, E. G. Robison, C. Seeliger, and D. V Peck. 1999. Quantifying Physical habitat in Wadeable streams. (U. E. P. A. Office of Research and Development, editor). Environmental Effects Research Laboratory.
- Koh, L. P., and D. S. Wilcove. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters* **1**:60–64.
- Korkeamäki, E., and J. Suhonen. 2002. Distribution and habitat specialization of species affect local extinction in dragonfly Odonata populations. *Ecography* **25**:459–465.
- Legendre, P., and L. Legendre. 1998. *Numerical Ecology*. Page 9823second eng. Elsevier Science, Amsterdam.
- Leonard, A. W., R. V Hyne, R. P. Lim, F. Pablo, and P. J. Van den Brink. 2000. Riverine endosulfan concentrations in the namoi river, Australia: link to cotton field runoff and macroinvertebrate population densities. *Environmental Toxicology and Chemistry* **19**:1540–1551.
- Lorion, C. M., and B. P. Kennedy. 2009. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. *Ecological Applications* **19**:468–479.
- Lucey, J. M., N. Tawatao, M. J. M. Senior, V. K. Chey, S. Benedick, K. C. Hamer, P. Woodcock, R. J. Newton, S. H. Bottrell, and J. K. Hill. 2014. Tropical forest fragments contribute to species richness in adjacent oil palm plantations. *Biological Conservation* **169**:268–276.
- Luskin, M. S., and M. D. Potts. 2011. Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle. *Basic and Applied Ecology* **12**:540–551.

- May, M. L. 1976. Thermoregulation and Adaptation to Temperature in Dragonflies (Odonata : Anisoptera). *Ecological Monographs* **46**:1–32.
- May, M. L. 1979. Insect Thermoregulation. *Annual Review of Entomology* **24**:313–349.
- McArdle, B. H., and M. J. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* **82**:290–297.
- McCauley, S. J., C. J. Davis, R. a Relyea, K. L. Yurewicz, D. K. Skelly, and E. E. Werner. 2008. Metacommunity patterns in larval odonates. *Oecologia* **158**:329–42.
- McPeck, M. A. 1998. The consequences of Changing the top predator in a Food Web: A comparative Experimental Approach. *Ecological Monographs* **68**:1–23.
- Meleason, M., Quinn, J. 2004. Influence of riparian buffer width on air temperature at Whangapoua Forest, Coromandel Peninsula, New Zealand. *Forest Ecology and Management*, **191**, 365-371.
- Mercer, E. V., T. G. Mercer, and A. K. Sayok. 2013. Effects of forest conversions to oil palm plantations on freshwater macroinvertebrates: a case study from Sarawak, Malaysia. *Journal of Land Use Science* **9**:260–277.
- Monteiro Júnior, C. D. S., L. Juen, and N. Hamada. 2015. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Ecological Indicators* **48**:303–311.
- Monteiro Júnior, C. da S., S. R. M. Couceiro, N. Hamada, and L. Juen. 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology* **16**:135–144.
- Monteiro Júnior, C. S., L. Juen, and N. Hamada. 2014. Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia. *Landscape and Urban Planning* **127**:28–40. Elsevier B.V. .
- Nekola, J. C., and P. S. While. 1999. The Distance Decay of Similarity in Biogeography and Ecology. *Journal of Biogeography* **26**:867–878.

- Nessimian, J. L., E. M. Venticinque, J. Zuanon, P. Marco, M. Gordo, L. Fidelis, J. D'arc Batista, and L. Juen. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia* **614**:117–131.
- Nielsen, E. T., R. E. Rice, S. M. Ratay, and K. Paratore. 2004. Commodities and Conservation : The Need for Greater Habitat Protection in the Tropics. Page 33. Conservation International, Center for Applied Biodiversity Science. Available from www.biodiversityscience.org.
- Peck, D. V et al. 2006. Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters Western Pilot Study: Field Operations Manual for Wadeable Streams. Page 275.
- Pfeiffer, M., Cheng Tuck, H., and T. Chong Lay. 2008) Exploring arboreal ant community composition and co-occurrence patterns in plantations of oil palm *Elaeis guineensis* in Borneo and Peninsular Malaysia. *Ecography*, **31**, 21-32.
- Reece, B. a., and N. E. McIntyre . 2009. Community assemblage patterns of odonates inhabiting a wetland complex influenced by anthropogenic disturbance. *Insect Conservation and Diversity* **2**:73–80.
- Savilaakso, S. et al. 2014. Systematic review of effects on biodiversity from oil palm production. *Environmental Evidence* **3**:4.
- Schindler, M., C. Fesl, and A. Chovanec. 2003. Dragonfly associations (Insecta : Odonata) in relation to habitat variables : a multivariate approach. *Hydrobiologia* **497**:169–180.
- Silva, D. D. P., P. De Marco, and D. C. Resende. 2010. Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. *Ecological Indicators* **10**:744–752.
- Simaika, J. P., and M. J. Samways. 2010. Biophilia as a universal ethic for conserving biodiversity. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* **24**:903–6.

- Suhonen, J., E. Korkeamäki, J. Salmela, and M. Kuitunen. 2014. Risk of local extinction of Odonata freshwater habitat generalists and specialists. *Conservation biology : the journal of the Society for Conservation Biology* **28**:783–9.
- Sundell-Turner, N. M., and A. D. Rodewald. 2008. A comparison of landscape metrics for conservation planning. *Landscape and Urban Planning* **86**:219–225.
- Townsend, S. a., and M. M. Douglas. 2000. The effect of three fire regimes on stream water quality, water yield and export coefficients in a tropical savanna (northern Australia). *Journal of Hydrology* **229**:118–137.
- Walpole, M. et al. 2009. Tracking progress toward the 2010 biodiversity target and beyond. *Science (New York, N.Y.)* **325**:1503–4.
- Zar, J. H. 2010. *Bioestatistical Analysis*. Pages 1–944Fifth Edit. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Wantzen, K. M., Siqueira, A., Cunha, C. N., and M. F. P. Sá. 2006. Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact assessment and conservation scheme. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems*, **13**, 713-732

7. ANEXO I

Tabela 1. Relação dos pontos amostrados nas duas campanhas, no período de estiagem no Complexo Agroindustrial do Grupo Agropalma, Pará, Brasil.

Ponto	Ambiente	Latitude	Longitude
P1F1	Floresta	-2.61361	-48.77028
P2F2	Floresta	-2.57808	-48.88083
P3F3	Floresta	-2.47972	-48.70500
P5F5	Floresta	-2.38083	-48.80194
P6F6	Floresta	-2.60350	-48.50733
P7F7	Floresta	-2.52269	-48.61878
P9P1	Palma	-2.36972	-48.69750
P10P2	Palma	-2.31222	-48.66889
P16P8	Palma	-2.54028	-48.79917
P18P10	Palma	-2.60722	-48.88611
P19P11	Palma	-2.60389	-48.73917
P20P12	Palma	-2.56333	-48.75806
P21P13	Palma	-2.26528	-48.62639
P22F9	Floresta	-2.31889	-48.69417
P23F10	Floresta	-2.28417	-48.66556
P24P14	Palma	-2.57917	-48.81694
P25P15	Palma	-2.57278	-48.57639
P26P16	Palma	-2.48000	-48.62194
P27P17	Palma	-2.56472	-48.72583
P28P18	Palma	-2.67028	-48.92528
P29P19	Palma	-2.47056	-48.61750
P30P20	Palma	-2.61000	-48.85250
P31P21	Palma	-2.55972	-48.70694

AUTHOR GUIDELINES

Instructions for Authors

Conservation Biology welcomes submissions that address the science and practice of conserving Earth's biological diversity. Papers published in *Conservation Biology* emphasize issues germane to any of Earth's ecosystems or geographic regions and that apply diverse approaches to analyses and problem solving. Manuscripts with relevance to conservation that transcend the particular ecosystem, species, or situation described are prioritized for publication.

Before you submit your manuscript read the Style Guide for Authors.

Word count includes all text from the first word of the Abstract through the last word in Literature Cited. It does not include legends for tables and figures or the body of tables. Manuscripts that substantially exceed the word limits specified below will not be sent for review.

Article Categories and Word Limits

1. Contributed Papers (3000-6000 words): papers that report on original theoretical, empirical, or synthetic research in the natural or social sciences or methodological papers of special relevance to conservation.
2. Research Notes (3000 words): similar to Contributed Papers, but results and inferences may be more focused or preliminary.
3. Reviews (7500 words): comprehensive reviews of a given topic.
4. Essays (6000 words): comparatively speculative yet well-argued, -grounded in evidence, and -documented papers on novel, debated, and thought-provoking conservation topics that may offer personal perspectives, raise awareness, or stimulate dialogue to advance conservation thinking.
5. Conservation Practice and Policy (5000 words): papers on applications of conservation science to specific goals for management, policy, or education; on topics important to decision making, planning, and implementation of conservation; and on applications or outcomes that provide opportunities for learning.
6. Comments (2000 words): papers that respond to material previously published in *Conservation Biology*.

7. Diversity (2000 words): short opinion pieces on conservation concepts, methods, or applications or on current and immediate regional or global conservation problems.

8. Letters (1000 words): communications regarding topics of immediate interest to readers, including observations on controversial subjects or papers previously published in *Conservation Biology*.

9. Book Reviews are by invitation only. All books for possible review should be sent directly to Douglas Clark (d.clark@usask.ca).

We encourage authors who are uncertain whether their manuscript is appropriate for *Conservation Biology* to send a title and abstract to the editor in chief for preliminary evaluation.

Manuscript Submission

All manuscripts must be submitted online at <http://mc.manuscriptcentral.com/conbio>. If you do not have web access, please contact Frith Jarrad (fjarrad@conbio.org). You are required to provide the names of six potential reviewers. These reviewers must not have close professional or personal relationships with the authors.

Conservation Biology uses double-blind peer review. In the submitted manuscript, there should be no content, except for self-citations, through which authors or their institutions could be identified. Submit a separate cover page with specified information (see Cover Page below). The identity of reviewers is kept confidential unless reviewers choose to waive confidentiality.

Files to Upload

Your manuscript must be in Word format. You may place figures at the end of the manuscript document or go through the step in the submission process to upload figures separately. At submission, no particular format for figures is required. Tables must be in the manuscript, follow Literature Cited, and precede figure legends. Name each file with the surname of the first author followed by the general content of the document (e.g., Smith Manuscript, SmithFig1, Smith AppendixS1).

Manuscript Specifications

The *Conservation Biology* Style Guide for Authors contains detailed information on how to format a manuscript for *Conservation Biology*. Manuscripts must be in English. Double-space all text and number all lines (except in figures and tables). Do not use footnotes. Metric measurements must be used. All pages except figures must be numbered. Use U.S. rather than British spelling. We strongly recommend that authors whose first language is not English ask a colleague who is a native English speaker to proofread the manuscript before submission.

Cover Page

Submit your cover page as a *separate document*. It should not be part of the manuscript itself. The cover page must include the title of the paper; a running head (short title of 40 or fewer characters); a list of five to eight keywords; word count (all text from the first word of the Abstract through the last word of the Literature Cited but not including table or figure legends or the body of tables); authors' complete mailing addresses (including postal code) at the time the work was conducted and present addresses if different; name and complete address (including email) of the person to whom correspondence should be sent; and text of your acknowledgments section.

Abstract

At the top of the abstract page provide the title of the paper. Manuscripts in all categories except Comments, Diversity, and Letters must contain an abstract that does not exceed 300 words. The abstract should state concisely the aims, methods, principal results, and major inferences of the work (i.e., it should be a mini version of the paper). Do not include incomplete or uninformative descriptions (e.g., "A new method of analysis is described." or "We discuss how our approach could be used as a tool for more sustainable management of forest systems."). Do not include acronyms in the abstract. Do not provide a Spanish translation of the abstract.

Citations

Use the following format for literature citations in the text: (Buckley & Buckley 2000b; Pacey 2004). Arrange strings of citations in chronological order (oldest first). Do not

cite work that has not been published as either unpublished or data not shown. A submitted manuscript is not published. Examples of citations and suggestions on how to handle unpublished materials are provided in the Style Guide for Authors.

Tables and Figures

Include no more than one supporting element (i.e., table or figure) for every four pages of text (from the Abstract through the Literature Cited). If a table or figure has only a few data points, incorporate the data into the text. Tables must be double-spaced, without vertical rules, and must not duplicate material in the text or figures. Table legends should be one sentence. Additional explanations should be placed in footnotes. Tables should not contain colors, gray-scale shading, or other graphical elements.

Figure legends must be double-spaced and grouped together on a separate page immediately following the tables. Figures must be of sufficient quality and resolution to remain clear at 60% reduction. Before publication, you will be required to supply figures in tif, eps, or pdf format.

Online Supporting Information

Online appendices are allowed. They can be in any format. They should be named, cited, and described in text as specified in the Style Guide for Authors. These materials are not copyedited or proofread. After provisional acceptance, your paper will be edited and sent back to you for a response. When you submit your response to editing, you may upload a translation of the manuscript as an online appendix (i.e., supporting information). The translation should match the version of the manuscript you submitted in response to editing (all track changes accepted). List the translation in the Supporting Information paragraph (see Style Guide for Authors).

Required Permission

If you have a figure or table in your manuscript that was published previously, after provisional acceptance you must obtain permission from the copyright holder to reprint it.

Review Process

If the editor in chief determines the manuscript topic is appropriate for the journal and meets standards of content and presentation, then a regional editor examines the submission and decides to recommend rejection, nominate reviewers, or assign the manuscript to a handling editor with expertise in the manuscript's topic. If the handling editor deems the manuscript is of sufficient quality and novelty, she or he will request reviews. Once reviews have been received, the handling editor or regional editor summarizes reviewer points, provides an assessment, and makes a recommendation (acceptance, some degree of revision, or rejection) to the editor in chief. Revisions are usually sent to the regional or handling editor for assessment, who may then initiate another round of review.

Policy on Duplicate Publication of Research Results

Submission of a manuscript to *Conservation Biology* implies it has not been published previously and is not being considered for publication elsewhere (see also, "Preprint Policy" below). At the time of submission, describe in the cover letter any data, figures, or text in the manuscript that have been published or that are in press, submitted, or soon to be submitted elsewhere. If any of the data in the manuscript have been included in other published or unpublished manuscripts, the legend of each table or figure reporting such data must cite those manuscripts. All authors are expected to conform to the Society for Conservation Biology's Code of Ethics, available under the Instructions and Forms tab at <http://mc.manuscriptcentral.com/conbio>.

Page and Color-Printing Charges

Conservation Biology is published on behalf of the Society for Conservation Biology, a nonprofit organization. Payment of page charges allows the society to support more effectively conservation science, management, policy, and education worldwide. Charges are US\$150 per page for those with grant or institutional support for publication costs and \$50 per page for those without support who are able to pay at this rate. Page charges will be waived for authors who affirm that they do not have institutional support or another means to pay page charges. An author's ability to pay will not influence

whether the manuscript is accepted for publication or any aspect of the review process. The fee for printing color figures, US\$700 per page, cannot be waived. We discourage the use of color because in some countries download speeds are slow and gray-scale photocopies of articles are common.

Online Open

Online Open is available to authors who wish to make their article available for free or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With Online Open the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee of US\$3000 to ensure the article is made available to nonsubscribers upon publication via Wiley Online Library and is deposited in the funding agency's preferred archive. The fee for Online Open cannot be reduced or waived.

In addition to publication online via Wiley Online Library, authors of Online Open articles are permitted to post the final, published pdf of their article on a website, institutional repository, or other free public server immediately on publication. More information on Online Open is available at https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp.

Copyright Information

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting her or him to log in to Author Services, where, via the Wiley Author Licensing Service (WALS), this person will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

If the Online Open option is not selected, the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs at CTA Terms and Conditions: http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp.

If the Online Open option is selected the corresponding author will have a choice of the following: Creative Commons License Open Access Agreements (OAA), Creative Commons Attribution License OAA, Creative Commons Attribution Non - Commercial

License OAA, or Creative Commons Attribution Non - Commercial - NoDerivs License OAA. To preview the terms and conditions of these open-access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services (http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp) and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/CopyrightLicense.html>.

If you select the Online Open option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK), you will be given the opportunity to publish your article under a CC - BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the journal's compliant self-archiving policy please visit <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

Preprint Policy

Conservation Biology does not consider for publication articles that have been published in substantial part or in full in a scientific journal, book, or similar entity. Organizational working papers and manuscripts that appear on the author's personal website or in an institutional repository, however, are not viewed as prior publication and such articles can therefore be submitted. The journal will also consider for publication manuscripts that have been posted in a recognized preprint archive (such as arXiv and PeerJ PrePrints), providing that upon acceptance of their article for publication the author is still able to grant the journal an exclusive license to publish the article or agree to the terms of an Online Open agreement and pay the associated fee. It is the responsibility of authors to inform the journal at the time of submission if and where their article has been posted previously. If the manuscript is accepted for publication in *Conservation Biology*, authors are required to provide a link to the final manuscript alongside the original preprint version.

Archive Policy

Authors may self-archive the peer-reviewed (but not final) version of their paper on their own personal website, in their company or institutional repository or archives, and in not-for-profit subject-based repositories. Self-archiving cannot occur until 12 months

after online publication, regardless of funding source or institution. Self-archived papers should link to Wiley's standard terms of use for self-archived articles and not use any form of Creative Commons license (<http://olabout.wiley.com/WileyCDA/Section/id-410895.html>). The deposited version must link to the final article on Wiley Online Library. It should not be updated or replaced by the final article.