



Universidade Federal do Pará

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós – Graduação em Ecologia Aquática e Pesca

Thiago Pereira Mendes

**Influência do manejo florestal de impacto reduzido em
assembleias de larvas de Odonata (Insecta) na
Amazônia Oriental**

Belém – Pará

2015

**Influência do corte de madeira manejado em assembleias de larvas de Odonata
(Insecta) na Amazônia Oriental**

Thiago Pereira Mendes

Dissertação submetida 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.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Juen

Belém – Pará

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFPA

Mendes, Thiago Pereira, 1981-

Influência do manejo florestal de impacto reduzido em assembleias de larvas de odonata (insecta) na amazônia oriental / Thiago Pereira Mendes. - 2015.

Orientador: Leandro Juen.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2015.

1. Odonata. 2. Inseto. 3. Florestas Manejo Amazônia. 4. Biodiversidade. I. Título.

CDD 22. ed. 595.733

Thiago Pereira Mendes

**Influência do corte manejado em assembleias de larvas de Odonata (Insecta) na
Amazônia Oriental**

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 ____/____/____

Orientador:

Prof. Dr. Leandro Juen

Banca examinadora:

Dr. Rogério Rosa Silva – Membro titular
Pesquisador – Museu Paraense Emílio Goeldi

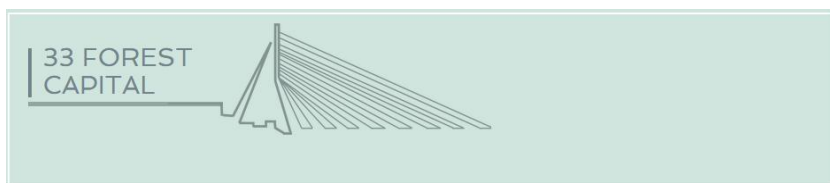
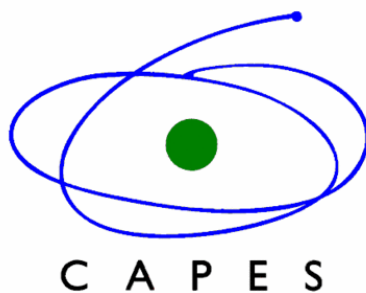
Dr. Ulisses Gaspar Neiss – Membro titular
Doutorado em Ciências Biológicas (Entomologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Dr. Marcos Callisto de Faria Pereira – Membro titular
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Dr. Bruno Spacek Godoy – Membro suplente
Universidade Federal do Pará – UFPA/PPGEAP

INSTITUIÇÕES E FONTES

FINANCIADORAS



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos que me concedeu durante minha vida pessoal e acadêmica. A minha madrinha Nossa Senhora de Aparecida por ter guiado meus pensamentos e me amparado nos momentos difíceis.

À minha família, meus pais Daniel Nascimento de Oliveira e Eliana Gomes Pereira, meus avós Divino Freitas Pereira e Aguiar Gomes de Pádua, amo vocês e sou grato por ter os “veinhos” mais amados e especiais do mundo. À minha irmã Érika Priscilla, a melhor irmã do mundo, minha afilhada linda e amiga de todas as horas, obrigado pela amizade, carinho e amor que sempre tivemos entre nós e em nossa família. Para expressar um pouco do meu amor por todos vocês, eu cito um trecho do poema de Edward Estlin Cummings: “Carrego o seu coração comigo, eu o carrego no meu coração e nunca estou sem ele... Aqui está a raiz da raiz, o broto do broto, o céu do céu de uma árvore chamada vida”. Amo vocês!

À Helena Soares Ramos Cabette, pela amizade, carinho, "pedalas" e por ter me conduzido ao mundo dos insetos aquáticos e aos caminhos da Ciência, sempre com muita ética, profissionalismo e dedicação.

Ao meu Orientador Leandro Juen. Tenho muita gratidão por tudo que você já fez por mim, por todo carinho, dedicação e amizade durante esta jornada de conhecimento. É enorme o meu respeito por você, em breve, espero poder retribuir tudo que fez por mim. Sua paixão pela Ciência, competência e o exemplo de profissional são modelos que pretendo seguir por toda minha vida.

Aos companheiros de jornada acadêmica e amigos Ana Luíza, Naraiana, Cléo, Dani Torres, Gilberto, Lenize, Cleize, Ualerson, Leon, Isabelle, Márcio, Dani Regina, Yulie, Ana Paula, Fernando, Carina Kaory, Karina Dias, Mylena, Heriberto, Fernanda, Luíz

Felipe, Driane, José Max, Josi, Alana, Maíra, Sara, Cláudio, Youzef e Leandra. Desejo que nossa amizade prospere e que todos sejam muito felizes.

Aos amigos do LABECO (Laboratório de Ecologia e Conservação) e dos outros laboratórios, aos professores e pesquisadores no ICB e MPEG, obrigado pelo carinho e amizade.

Aos colegas que me auxiliaram em campo: Denis, Yulie, Bruno, Lenize, Mylena, Ana Paula, Tiago Begot, Erlane, Naraiana e Híngara. Agradeço muito pela ajuda, sem o auxílio de vocês em campo eu não teria conseguido realizar este trabalho.

Aos amigos da turma de pós-graduação PPGEAP/2013, Danielle Regina, Ana Paula, Fernando, Aduino, Antônio Leonildo (Leon), Ualerson, Isabelle, Evelyn, Mylena, Cleize, Brenda Natasha, Oswaldo, Ivan, obrigado pelo carinho, amizade e todos os momentos que passamos juntos.

Aos queridos amigos: Ana Luíza, Naraiana Benone, Ualerson Peixoto (Tanatus), Karina Dias, Daniele Torres, Cleonice Lobato, Evandro Gobitsch, Luciano (Miúdo), Isabelle Chagas, Lenize Calvão, Leon, Yulie Shimano e Cleize Salles. Minha imensa gratidão pela grande amizade, amor, cumplicidade, risos e muita alegria. Desejo que nossa amizade siga sempre caminhos maravilhosos e que vocês sejam sempre felizes. Obrigado por tudo meus amigos!

Agradeço a Naraiana Benone e Lenize Calvão por todo o auxílio durante meu mestrado. Vocês são incríveis, carinhosas e generosas, sempre ajudando seus colegas de trabalho. Obrigado meninas!

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

À Universidade Federal do Pará pela minha formação acadêmica.

Muito Obrigado!!!

*Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram
conquistadas do que parecia impossível.*

Charles Chaplin

RESUMO

Na Amazônia a retirada de madeira é uma das mudanças mais impactantes na paisagem, sendo o Estado do Pará, um dos campeões de desmatamento no Brasil. Para diminuir os impactos, causados por essa ação extrativista, a estratégia adotada nos últimos anos é o manejo florestal de impacto reduzido. Diante deste cenário, nosso objetivo geral é avaliar o efeito da retirada de madeira manejada sobre a assembleia de Odonata e suas subordens Anisoptera e Zygoptera. Partimos do pressuposto que a retirada de madeira nas zonas de corte afeta negativamente a riqueza, abundância e composição das larvas. A área de estudo está localizada no município de Paragominas no nordeste do Estado do Pará. As coletas foram realizadas durante o período de estiagem em 26 igarapés na área de manejo florestal explorada de 2001 a 2011 denominadas neste trabalho de áreas de corte. Assim, selecionamos 13 igarapés de áreas que não foram submetidas a nenhum tipo de exploração para ser nossa área controle, totalizando 39 igarapés amostrados. Verificamos através da análise de regressão linear, que não houve diferença significativa na riqueza de larvas de Odonata entre os anos de corte. O teste *t-student* demonstrou não haver diferença na riqueza e abundância de Odonata entre os tratamentos. Não foi corroborada a hipótese de que a riqueza, composição e abundância de larvas de Odonata e suas subordens diferem no gradiente de 10 anos de exploração florestal. Ao testarmos o efeito do corte na composição, os resultados da análise de PERMANOVA corrobora as ordenações da PCoA, mostrando que a variação na composição pode ser explicada pelo acaso. As métricas de diversidade não foram diferentes entre os tratamentos. Acreditamos que as modificações geradas pela exploração não foram suficientes para influenciar na riqueza, abundância e composição de espécies. Assim, a retirada de madeira manejada pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos causados pela exploração madeireira nas assembleias de larvas de Odonata, podendo ser estendido para outros grupos de insetos aquáticos.

Palavras-chave: Anisoptera, Zygoptera, *Habitat template*, Integridade de hábitat.

ABSTRACT

Biodiversity loss has been a constant concern, especially because of changes in natural landscapes caused by human action, with direct effect on the distribution of species. The removal of wood in the Amazon is one of the most striking changes in the landscape, with the State of Pará, one of the champions of deforestation in Brazil. To reduce the impacts caused by this extractive action, the strategy adopted in recent years is the forest management the impact reduced. Therefore, our overall objective is to evaluate the effect of the removal of wood managed in the assemblage of the Odonata order and its infraorders. We assume that logging in the cutting areas negatively affects the richness, abundance and composition of larvae The study area is located in Paragominas municipality in northeastern Pará State. The samples were taken during the dry season in 26 streams in the forest management area explored from 2001 to 2011 called this work of cutting areas. Thus, we selected 13 streams of areas that were not submitted to any exploration to be our control area. Tested by linear regression analysis, no significant difference in the wealth of Odonata larvae between the years of logging. The Student t test showed no difference in richness and abundance of Odonata between treatments. The hypothesis that the richness, composition and abundance of larvae of Odonata and their infraorders differ in 10 years of forestry gradient was not corroborated. In testing the effect of cut on the composition, PERMANOVA analysis confirms the results of the rankings PCoA, showing that the composition variation can be explained by random. The diversity metrics were not different between treatments. We believe that the changes generated by the exploration were not enough to influence the richness, abundance and species composition. Thus, the removal of timber managed with reduced impact can be an alternative to minimize the effects caused by logging in the assemblies of Odonata larvae.

Keywords: Dragonfly; Damselfly; Habitat template; Integrity.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Capítulo Geral

Figura 1: Localização dos igarapés amostrados na Bacia do Rio Capim no município de Paragominas, Pará – Brasil.....6

Figura 2: Esquema da demarcação de 150 metros do trecho de coleta no igarapé, sendo subdividido em 10 secções de 15 metros cada, sempre da montante “K” para a jusante “A”.....8

Figura 3: Desenho esquemático do transecto estabelecido em cada igarapé para a amostragem das larvas de Odonata. Cada transecção é dividida em três sítios de amostragem. As coletas de larvas só ocorrem nos dois primeiros sítios de cada transecção.....9

Figura 4: Esquema utilizado na avaliação da sensibilidade das métricas de acordo com Barbour *et al.*, (1996). Quadrados pretos representam as medianas e caixas maiores representam os intervalos inter-quartis (25-75%). A e B representam métricas com forte discriminação entre os ambientes; C indica baixa discriminação; D e E não discriminam.....15

Figura 5: Critério utilizado na determinação dos escores das métricas para formulação do índice de avaliação do hábitat físico. Quadrados pretos representam as Medianas e caixas maiores representam os intervalos inter-quartis (25-75%). A condição “A” mostra o critério de pontuação de uma métrica que diminui o valor conforme a degradação aumenta e a condição “B” para uma métrica que aumenta o valor conforme a degradação aumenta. Modificado a partir de Baptista *et al.*, (2007).....16

Artigo

Figura 1. Localização dos igarapés amostrados na Bacia do Rio Capim no município de Paragominas, Pará – Brasil.....32

Figura 2: Análise de ordenação PCA, com as variáveis de maior efeito no ambiente para a comunidade na área da Bacia do Rio Capim no município de Paragominas, Pará – Brasil. Desvio Padrão de Dossel Árvores Grandes (DPDAG), Desvio Padrão Cobertura Lenhosa (DPCL), Desvio Padrão Cobertura Total (DPCT), Média Dossel Árvores

Pequenas (MDAP), Média Subbosque Lenhoso (MSL), Média Cobertura Vegetal Intermediária (MCVI), Média Dossel Intermediária (MDI).....37

Tabela 1: Resultado da análise de ordenação PCA com as variáveis ambientais para a comunidade, mensuradas através do Índice de Integridade Física, nas áreas de manejo de baixo impacto na bacia do Rio Capim, Paragominas – PA, Brasil.....38

Tabela 2: Resultado da análise de MDMR com as variáveis ambientais para a comunidade das áreas de manejo de baixo impacto na bacia do Rio Capim, Paragominas – PA, Brasil.....38

Figura 3: Diagrama de Venn com a distribuição das espécies que ocorreram somente nos tratamentos controle e corte manejado. As espécies que foram ocorrentes em ambos os tratamentos encontram-se na intersecção do diagrama.....40

Figura 4: Riqueza de morfoespécies de larvas de Odonata entre os tratamentos de controle e corte (A); Anisoptera (B); Zygoptera (C). Estimadas pelo procedimento *jackknife*, as barras representam um intervalo de confiança.....41

Figura 5: Representação gráfica da análise de PCoA, com os valores da PERMANOVA, para Odonata (A) e subordens Anisoptera (B) e Zygoptera (C), demonstrando haver similaridade evidente na composição de espécies das unidades que sofreram corte e as áreas controle.....43

Apêndice I: Tabela de abundância com as famílias, gêneros e morfoespécies da subordem Anisoptera e Zygoptera. Os morfótipos com maior n amostral estão em destaque (*). N: número de indivíduos.....62

Anexo: Tabela A.I: Métricas com as variáveis avaliadas e suas siglas correspondentes ao protocolo de avaliação do hábitat físico, segundo a metodologia de Peck *et al.*, (2006) e Hughes & Peck (2008).....64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	5
Área de estudo	5
Delineamento Amostral.....	7
Amostragem biológica.....	8
Caracterização do habitat físico.....	9
REFERÊNCIAS	16
Artigo: A exploração madeireira de impacto reduzido como estratégia na utilização de recursos naturais e conservação da biodiversidade aquática na Amazônia Oriental.....	25
RESUMO	25
ABSTRACT	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
Área de estudo	31
Delineamento Amostral.....	32
Protocolo de avaliação de habitats físicos e caracterização do ambiente.....	33
Amostragem biológica.....	33
Análise dos Dados	34
DISCUSSÃO	44
APÊNDICES	62
ANEXOS	64

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, a Amazônia tem sido alvo de uma dinâmica veloz de desmatamento. As grandes oportunidades de crescimento econômico regional e nacional trouxeram, na maioria das vezes, um processo de ocupação acelerado e desordenado com intensas mudanças nos padrões de uso do solo, onde a paisagem e a rica biodiversidade têm sido fortemente alteradas (Fearnside *et al.*, 2003). Apesar das taxas de desmatamento na região sofrerem um decréscimo nos últimos anos, mais de 6.000 Km² de florestas foram desmatadas somente em 2011 (INPE, 2012). Cerca de 90% deste desmatamento se concentrou nas áreas de maior pressão humana, no denominado “Arco do Desmatamento”, que inclui principalmente o leste do Estado do Pará, norte de Mato Grosso e o estado de Rondônia (INPE, 2012).

A extração de madeira, juntamente com outras atividades socioeconômicas na região amazônica, é responsável por grande parte da degradação das florestas e da diminuição da biodiversidade (Nepstad *et al.*, 2006; Almeida & Vieira 2010; Shiki & Shiki 2011). Nos últimos 30 anos a indústria madeireira na Amazônia tem passado por grandes mudanças, onde a retirada da madeira passou de um sistema quase artesanal para um sistema industrial, tornando a região o principal processador de madeiras duras do Brasil (Veríssimo *et al.*, 1992; Merry *et al.*, 2009). Isto ocorreu devido ao declínio dos estoques madeireiros nas regiões sul e sudeste, associado ao desenvolvimento tecnológico e de infra-estrutura da Amazônia (incluindo rede de estradas, energia e sistemas de comunicação) (Uhl & Vieira, 1989; Veríssimo *et al.*, 1992; Veríssimo *et al.*, 2002).

A retirada de madeira, através do método convencional, é realizada de forma a remover espécies madeireiras valiosas, por exemplo, o mogno (*Swietenia* spp), sem dimensionar os danos causados em seu entorno (Veríssimo *et al.*, 1995), causando

grandes impactos ecológicos nas florestas da região amazônica (Holmes *et al.*, 2004). O método convencional de exploração madeireira causa cerca de 50% mais abertura no dossel da floresta do que em uma exploração manejada de impacto reduzido (Johns *et al.*, 1996; Holdsworth & Uhl, 1997). Assim, para cada cinco ou seis árvores extraídas, cerca de 200 outros indivíduos (com diâmetro ≥ 10 cm) são de alguma forma danificados (Johns *et al.*, 1996; Vidal *et al.*, 1997). Processo que resulta na diminuição do hábitat e maior competição por recursos, crescente atividade de caça devido ao aumento do acesso, erosão e compactação do solo, entrada de espécies oportunistas e mudanças microclimáticas associadas com a interrupção do dossel da floresta (Holmes *et al.*, 2004).

A preocupação com a perda de biodiversidade devido às ações antrópicas, principalmente pela exploração madeireira e contaminação dos mananciais de água, tem sido foco de discussões em fóruns mundiais de ecologia e conservação (Huston, 1997; Jonsson & Malmqvist, 2000; Loreau *et al.*, 2001; Jonsson & Malmqvist, 2003; Loreau, 2009). Tornou-se de grande importância o desenvolvimento de diversas técnicas de planejamento ambiental para preservar a integridade das florestas (Franken & Leopoldo 1984; Johns *et al.*, 1996). Neste sentido, o manejo florestal de impacto reduzido (*Reduced Impact Logging* – RIL) garantiria menor perda de vegetação jovem com o direcionamento da derrubada de árvores (Barreto *et al.*, 1998) e o uso dos recursos de forma sustentável. O corte manejado busca evitar danos desnecessários no ambiente e desperdícios na exploração dos recursos com o direcionamento de queda das árvores para proteger outras espécies e facilitar o arraste das toras (Amaral *et al.*, 1998). O RIL contribui com a continuidade da produção, rentabilidade, segurança de trabalho, respeito à lei de manejo florestal, oportunidades de mercado (obtenção do *selo verde*), conservação florestal através da garantia de maior cobertura vegetal e retenção da maior

parte da diversidade vegetal original através da redução dos impactos, se comparados aos métodos convencionais, e a manutenção do ciclo hidrológico e retenção do carbono (Amaral *et al.*, 1998).

A cobertura vegetal desempenha um papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água controlando o escoamento longitudinal na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo) (Tucci & Clarke, 1997). O declínio da cobertura vegetal nativa de uma bacia pode gerar diferenças graduais na estrutura de uma comunidade ao longo da floresta e, por conseguinte, seu fluxo de alterações atingirem os corpos d'água (Death & Collier, 2009). Acreditamos que organismos com ciclo de vida terrestre e aquático possam ser influenciados por estas modificações graduais na floresta, refletindo-as em seus processos comportamentais e ecológicos nos ambientes aquáticos e áreas circundantes (*e.g.*, escolha dos sítios de oviposição) (Rosenbergh & Resh, 1998). Embora, estas alterações possam ser em baixas escalas, sua influência sobre a estrutura da comunidade, poderá gerar uma variação considerável na composição da comunidade de macroinvertebrados (Death & Collier, 2009).

A proposta de manejo e conservação das áreas com retirada de madeira se estende aos corpos d'água e, aos organismos que nele habitam por serem dependentes da complexidade estrutural do habitat aquático e terrestre (Dallas, 2007). Entretanto, ainda são incipientes estudos acerca dos seus efeitos, manutenção e conservação das espécies sobre a diversidade local e regional em áreas de RIL (Frumhoff, 1995; Henriques *et al.*, 2008). Essa forma de manejo visa garantir maior conservação de dossel e sub-bosques, com menor perda de biomassa e baixa alteração na estrutura local (Davis, 2000), e aponta para a necessidade de avaliar este tipo de manejo com outros

grupos taxonômicos de invertebrados. Ou seja, acreditamos que mesmo que não haja modificações nas áreas de conservação, o RIL em longo prazo poderá implicar em modificações na composição e abundância de organismos aquáticos. A proposta de manejo e conservação, das áreas de RIL, se estende aos ambientes aquáticos, aos organismos dependentes da complexidade estrutural do habitat e composição do substrato para sua sobrevivência (Dallas, 2007). Por exemplo, o carreamento de nutrientes do solo para dentro dos corpos d'água juntamente com a mudança na estrutura de dossel, permitindo maior incidência luminosa, devem provocar mudanças na dinâmica local.

Alterações nestes ambientes afetariam fortemente a dinâmica dos invertebrados aquáticos, tais como Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e Heteroptera, em virtude da sua grande sensibilidade a modificações ambientais (Buss *et al.*, 2002; Chakona *et al.*, 2008; Shimano *et al.*, 2010; Nogueira *et al.*, 2011). Portanto, devido o pouco conhecimento acerca do real efeito do RIL, em longo prazo, nas taxas de crescimento, estrutura da floresta e composição faz-se necessário a compreensão dos impactos causados por este método de manejo (Silva *et al.*, 1995; Gourlet-Fleury *et al.*, 2004; Van Gardingen *et al.*, 2006).

Com o intuito da padronização dos trabalhos com Odonata, é utilizado o termo larva para designar a sua forma jovem, seguindo a recomendação da *Societas Internationalis Odonatologica* (S.I.O.), Utrecht. Odonata têm sido amplamente utilizados como bioindicadores, considerados um dos preditores de alterações ecossistêmicas dentre os insetos, devido sua história de vida anfíbia, posição trófica, sensibilidade e alta diversidade (Clark & Samways, 1996; Corbet, 1999; Lewinsohn *et al.*, 2005; Oertli *et al.*, 2008). Neste contexto, larvas de Odonata têm sido utilizadas

como ferramentas para avaliações ecossistêmicas, uma vez que, proveem informações sobre seu habitat aquático e possíveis perdas de atributos ambientais (Watson *et al.*, 1982; Clark & Samways, 1996; Samways & Stetler, 1996; Stewart & Samways, 1998). As larvas de Anisoptera e Zygoptera estão, em sua maioria, relacionadas à ocorrência de algum tipo de substrato que lhes permitem desempenhar suas funções ecológicas de acordo com seus atributos morfológicos e hábitos de vida (Carvalho *et al.*, 1998; Corbet, 1999). Apesar dos adultos de Anisoptera se destacarem por ocupar uma gama maior de nichos, modificações na paisagem podem causar altas taxas de competição por recursos e levar a exclusão de espécies (Corbet, 1999). Acreditamos que com maiores deletérios para Zygoptera devido suas restrições termorregulatórias nos adultos e a fragilidade de suas larvas, quando comparadas a indivíduos como Anisoptera (May, 1976; Corbet, 1999).

Nosso objetivo é avaliar o efeito da retirada de madeira manejada sobre as assembleias de larvas de Odonata. Acreditamos que a retirada de madeira nas zonas de manejo afeta negativamente a riqueza de larvas de Odonata. Espera-se que a riqueza de Zygoptera seja mais afetada pela alteração, pois apresentam maior sensibilidade e restrições quanto ao habitat. Acreditamos que as variáveis ambientais, como temperatura, porcentagem de dossel, oxigênio dissolvido, largura e profundidade do canal seriam preditoras de variações na composição e riqueza, as alterações seriam reflexos de modificações ocorridas no habitat.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia do Rio Capim (03°39'51,6"S e 48°33'46,3"W), município de Paragominas no nordeste do Estado do Pará e faz parte de um dos últimos

grandes remanescentes de florestas do Centro de Endemismo Belém. Em uma área de 148.091,09 ha de área florestada, sendo 18.000 ha constituídos por pastos, 11.000 ha constituídos de Área de Proteção Permanente (APP), 15.000 ha de áreas produtivas (de exploração madeireira), mas ainda não exploradas, 98.000 ha de floresta. A floresta é do tipo Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical). Possui clima "Af" equatorial húmido (Köppen-Geiger), precipitação de 2.000 mm/ano, estação de estiagem (julho a dezembro), temperatura média anual de 27,2°C e umidade relativa do ar de 81% (Watrin e Rocha, 1992).

As áreas de manejo amostradas encontra-se divididas em Unidades de Produção Anual (UPAs) com cerca de 3.500 a 5.000 ha cada uma (Figura 1). A cada ano uma Unidade de Produção Anual (UPA) diferente é explorada com ciclo de corte de 35 anos.

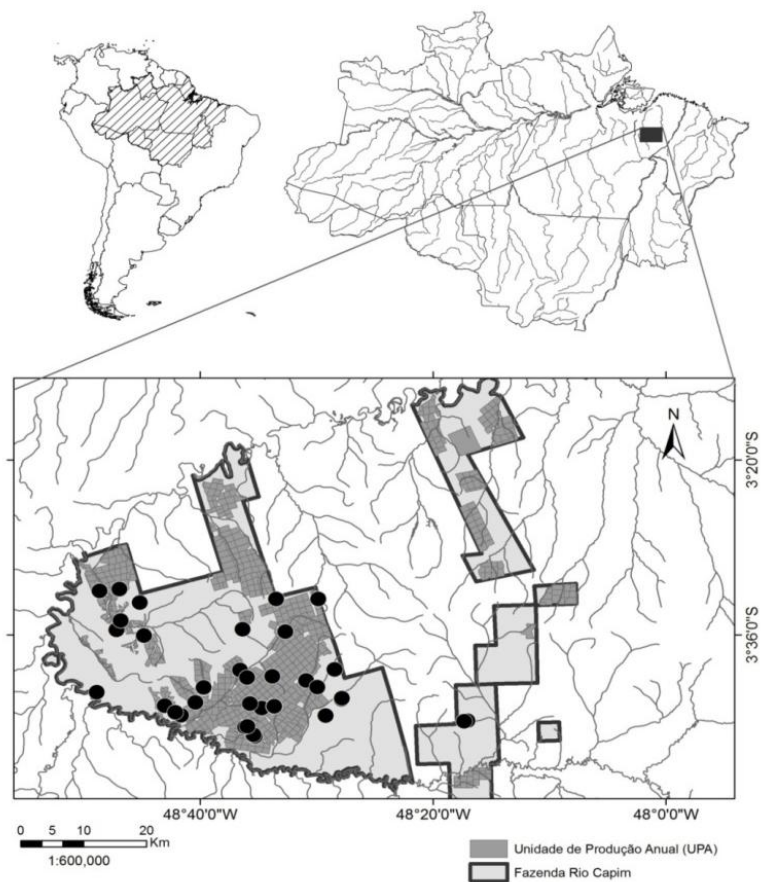


Figura 1. Localização dos igarapés amostrados na Bacia do Rio Capim no município de Paragominas, Pará – Brasil.

Delineamento Amostral

Devido a grande heterogeneidade dos ecossistemas aquáticos da Amazônia, procuramos padronizar nossa amostragem através da seleção de igarapés de até 3ª ordem (segundo classificação de Strahler, 1957). Esses ambientes são caracterizados por possuírem cobertura de dossel bastante densa e substrato predominantemente arenoso, intercalado por extensos bancos de folhiço e troncos caídos. Foram amostrados 39 igarapés, sendo 26 em áreas de UPAs entre os anos 2001 a 2011. Dentro de cada UPA, quando possível, foram selecionados três igarapés, para cada ano explorado na área de extração de madeira, inclusive riachos com extração de madeira ativa para termos um gradiente de exploração florestal de 10 anos. Nosso tratamento controle é formado por 13 igarapés, inseridos na bacia do Rio Capim, dentro da reserva legal do Instituto Floresta Tropical (IFT).

Em cada igarapé foi demarcado um trecho de 150 metros, sendo subdividido em 10 secções de 15 metros cada, separadas por 11 transecções (Figura 2). Cada transecção foi nomeada (da letra “A” a “K”, sendo a transecção “A” sempre a jusante e “K” a montante). Em cada secção foi aplicado o protocolo de Monitoramento e Avaliação do Hábitat Físico (Peck *et al.*, 2006), coletadas as variáveis físicas, físico-químicas e as larvas de Odonata. Para mensurar as características dos ambientes e verificar quais variáveis seriam as melhores preditoras na estrutura das assembleias, o hábitat físico foi caracterizado ao longo de cada secção e em cada transecção seguindo a metodologia de avaliação de riachos de Peck *et al.*, (2006) e Hughes e Peck (2008). As métricas com as variáveis avaliadas estão descritas no Anexo (Tabela A. I).

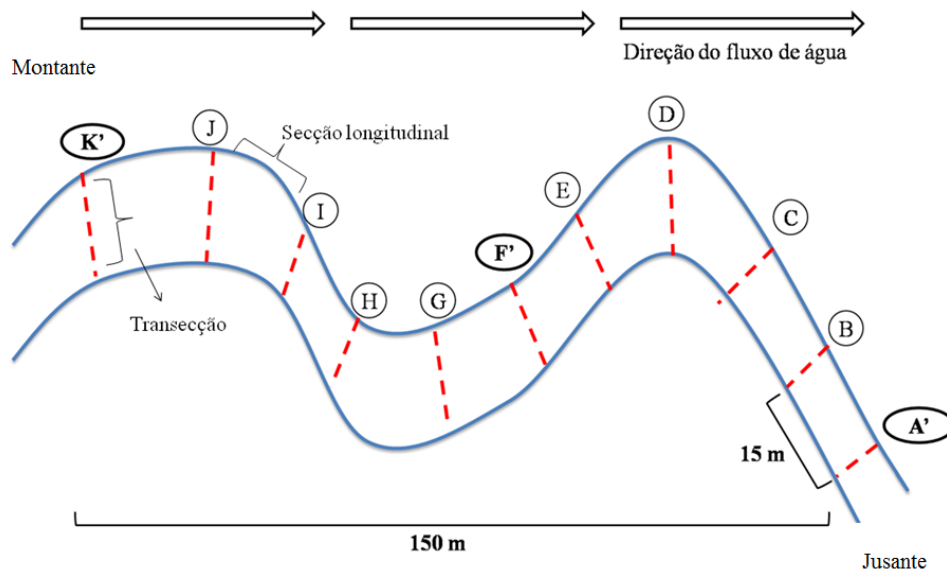


Figura 2: Esquema da demarcação de 150 metros do trecho de coleta no igarapé, sendo subdivido em 10 seções de 15 metros cada, sempre da montante “K” para a jusante “A”.

Amostragem biológica

Para a coleta de larvas de Odonata, as seções longitudinais de 15 metros foram subdividas em três segmentos de cinco metros cada, sendo que em cada seção apenas os dois primeiros segmentos foram amostrados, ao final compondo 20 segmentos de cinco metros cada (figura 3). As amostras foram obtidas com o uso de um coador de 18 cm de diâmetro e malha de 250 micrômetros, raspando duas vezes o coador do leito para a margem, em cada um dos 20 segmentos (Ferreira-Peruquetti e De Marco Jr, 2002). O material foi fixado em álcool 86% e identificado utilizando chaves de Carvalho & Nessimian (1998), Costa *et al.*,(2004) e Heckman (2006), em seguida inseridos como material testemunho na Coleção de Zoologia da Universidade Federal do Pará, *Campus* Guamá em Belém - PA, Brasil.

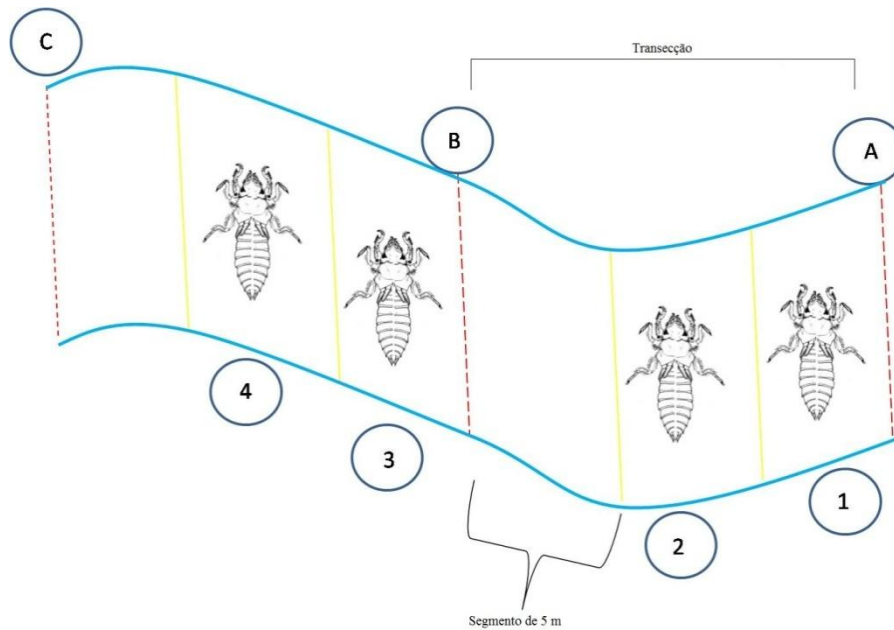


Figura 3: Desenho esquemático do transecto estabelecido em cada igarapé para a amostragem das larvas de Odonata. Cada transecção é dividida em três sítios de amostragem. As coletas de larvas só ocorrem nos dois primeiros sítios de cada transecção.

Caracterização do habitat físico

Mudanças naturais associadas às características hidráulicas e estrutura física do hábitat contribuem para maior variação na composição, abundância e riqueza de espécies (Hynes, 1970; Allen, 1995). Em contrapartida, a perda de complexidade estrutural devido a processos antropogênicos, pode levar a homogeneização do ambiente aquático e gerar a perda ou exclusão de espécies (Peck *et al.*, 2006). Pensando em meios de mensurar as características dos ambientes avaliados e verificar quais variáveis seriam melhores preditoras na estrutura das assembleias, caracterizamos o hábitat físico ao longo de cada secção e em cada transecto seguindo a metodologia de avaliação de riachos de Peck *et al.*, (2006) e Hughes e Peck (2008).

A caracterização da secção incluiu 10 medidas longitudinais equidistantes das seguintes características: profundidade do talvegue e presença de sedimentos finos; quantificação visual das barras de retenção, enseadas, canais laterais e do tipo de canal (poção, fluxo suave, corredeira, cascata e queda); declividade do canal (medida com um cano de plástico flexível) e sinuosidade do canal. Nós também registramos continuamente a presença de restos de madeira de diferentes classes de tamanho em ou acima do canal principal.

Em cada uma das 10 secções longitudinais medimos a 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. Estimamos a fração de cada substrato, medida que foi incorporado 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.

Avaliamos também a complexidade de habitat em cada secção 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 ciliares, 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.

Medimos a porcentagem de dossel acima do canal principal com um densiômetro côncavo no centro de cada transecto, fazendo seis medidas, centro a montante, centro a esquerda, centro a jusante, centro a direita, esquerda e direita. Estimamos visualmente a presença de proximidade com 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). Calculamos no total 192 métricas de habitats físicos em cada igarapé baseados em Kaufmann *et al.*,(1999), incluindo 26 métricas da morfologia do canal, seis de sessões transversais do canal e morfologia do banco, quatro de sinuosidade do canal e inclinação, 14 métricas de poções residuais, 29 métricas da composição e tamanho do substrato, oito da estabilidade do substrato no canal, 12 métricas que avaliam a existência de abrigos para a comunidade aquática, 50 métricas que avaliam o diâmetro de troncos grandes, duas métricas para a cobertura do canal, 27 métricas cobertura de vegetação ciliar, e 14 métricas de alterações ambientais provocadas pela influência humana.

Foi tomada a medida da velocidade média da correnteza (estimada a partir do tempo que um objeto flutuante leva para percorrer uma determinada distância) e a média de área transversal (medida em profundidade e largura média).

A partir dos dados de habitat físico, foram calculadas diversas métricas segundo a metodologia descrita em Kaufmann *et al.*, (1999). As métricas avaliadas nas análises estatísticas foram:

1. *Altura da incisão (m)*: altura do vale onde o igarapé está inserido.
2. *Altura do leito sazonal (m)*: altura estimada do canal no período da cheia através da busca visual da marca d'água. Essa medida é feita a partir da superfície da água.

3. *Ângulo da margem*: medido nas duas margens com o uso de um clinômetro e de um cano graduado.
4. *Cobertura de dossel*: mensurado em seis pontos (direita, centro direita, centro montante, centro jusante, centro esquerda e esquerda) com o uso de densiômetro.
5. *Código da forma da piscina*: foi determinado, através da localização da piscina, dentro do igarapé e de seus principais elementos formador (troncos, banco de folhas, etc.).
6. *Código da unidade de canal*: determinada a partir do tipo principal de classe de hábitat do canal em uma linha transversal. A unidade do canal varia de fluxo suave até cascata e queda d'água, podendo haver formação de piscina.
7. *Declividade do igarapé*: mensurada com o uso de mangueira e réguas. Após encher a mangueira com água e estendê-la na seção, duas pessoas colocam as pontas da mangueira pra fora e medem a diferença da altura entre as colunas d'água de cada ponta. As pontas da mangueira a serem retiradas da água devem possuir o mesmo tamanho.
8. *Encaixamento e características do canal*: métrica realizada visualmente a partir da forma do canal, tipo de encaixamento e larguras médias do canal e do vale em categorias como vale em "V" ou côncavo/abaulado.
9. *Influência humana*: estimativa visual de influência antrópica sobre o igarapé. Essa estimativa foi feita considerando os 5 m anteriores e posteriores à transecção, cobrindo uma extensão de 10 m.
10. *Largura das barras de canal (m)*: foi medida através de fita métrica. As barras de canal são formações que bifurcam o canal, como bancos de areia ou de folhas e ilhas.
11. *Largura molhada (m)*: largura do canal medida através de fita métrica.

12. *Largura molhada e largura da barra de canal (m)*: medidas no 1º e no 8º pontos da seção longitudinal.
13. *Largura sazonal (m)*: largura estimada do canal no período de cheia.
14. *Margem escavada (m)*: medida nas duas margens com o uso de fita métrica.
15. *Padrão do canal*: foi determinado visualmente como único, anastomosado ou entrelaçado.
16. *Presença de barreiras de canal*: presença/ausência de barreiras de canal.
17. *Presença de canal lateral*: presença/ausência de canal lateral.
18. *Presença de pedaços grandes de madeira*: foram contados tanto os que estavam imersos na água quanto os que estavam suspensos sobre o canal. Os pedaços de madeira foram registrados a partir de categorias de tamanho.
19. *Presença de remanso*: presença/ausência de remanso.
20. *Presença de sedimentos finos*: presença/ausência de sedimentos menores do que cascalho fino.
21. *Profundidade do canal (cm)*: foi medida com o uso de um cano graduado em cinco pontos equidistantes
22. *Profundidade do talvegue (cm)*: foi medido com o uso de um cano graduado. O talvegue é a parte mais profunda do igarapé.
23. *Sinuosidade do igarapé*: foi mensurada com a utilização de uma bússola.
24. *Tipo de substrato e imersão*: foi realizada nos mesmos cinco pontos da profundidade do canal. A classificação foi feita em categorias (ex: areia, raízes, banco de folhas, silte) determinadas a partir do tamanho do sedimento. A imersão do substrato no sedimento fino foi estimada visualmente.
25. *Tipo de substrato*: medido em cinco pontos transversais equidistantes no 8º ponto da seção longitudinal.

26. *Vazão do igarapé (m^3/s):* a velocidade da água foi medida três vezes em uma única seção através do método do objeto flutuante. A média desses valores foi multiplicada pela área transversal do igarapé.

27. *Zona ripária:* estimativa visual da cobertura proporcionada pela zona ripária em ambas as margens. Essa estimativa é feita considerando os 5 m anteriores e posteriores à transecção, cobrindo uma extensão de 10 m.

Para o cálculo do índice, inicialmente foi realizada uma pré-seleção das métricas potenciais mensuradas, onde foram desconsideradas aquelas com amplitude de variância igual ou próxima a zero. Em seguida, foram realizadas análises exploratórias simples através de gráficos *Box-and-whiskers plots* para verificar métricas sem sobreposição de quartis (Barbour *et al.*, 1996). Métricas que não apresentaram nenhuma ou mínima sobreposição foram consideradas sensíveis na discriminação entre os diferentes graus de distúrbio (Figura 4). Para confirmar as análises gráficas foi realizado um Teste *t*-Student ($p < 0,05$), e testados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade. Quando não cumprido os pressupostos, foi realizado um Teste *t*-Student para variâncias separadas ($p < 0,05$). As métricas filtradas por estes testes foram submetidas a uma análise de redundância através de uma correlação de *Spearman* entre pares de métricas. Quando duas métricas mostraram-se redundantes ($r_s > 0,75$ e $p < 0,05$) apenas uma foi escolhida para representar a informação no índice utilizando como critério a importância da métrica para a comunidade aquática (Baptista *et al.*, 2007).

Foram utilizados os percentis de cada *Box and Whisker plot* das métricas selecionadas para pontuação (Barbour *et al.*, 1996). A pontuação de cada amostra foi baseada nas frequências de valores das áreas de floresta, ou seja, com menor grau de distúrbio. Para as métricas que decrescem com o distúrbio foi utilizado o percentil 25 como limite para divisão entre o escore cinco (pontuação máxima) e escore três

(pontuação intermediária) (Figura 5). Para métricas que aumentam com a intensificação do distúrbio foi utilizado o percentil 75 como limite para a divisão (Figura 5). A pontuação mais baixa foi atribuída aos valores que ocorrem fora da distribuição dos valores de referência. O índice foi expresso numericamente a partir do cálculo da média dos escores de todos os atributos para cada igarapé, assim, foi gerado um gradiente de integridade do ambiente aquático utilizado para as análises estatísticas.

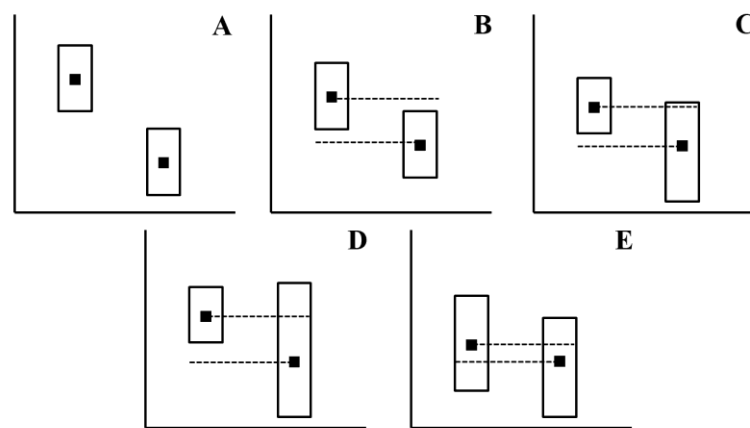


Figura 4: Esquema utilizado na avaliação da sensibilidade das métricas de acordo com Barbour *et al.*, (1996). Quadrados pretos representam as medianas e caixas maiores representam os intervalos inter-quartis (25-75%). A e B representam métricas com forte discriminação entre os ambientes; C indica baixa discriminação; D e E não discriminam.

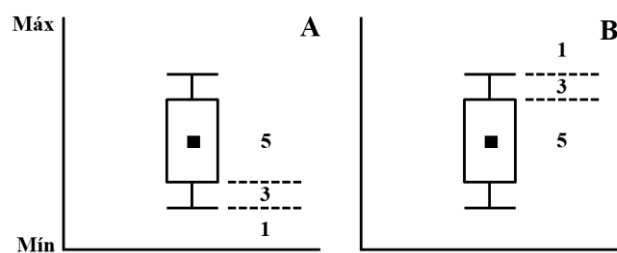


Figura 5: Critério utilizado na determinação dos escores das métricas para formulação do índice de avaliação do habitat físico. Quadrados pretos representam as medianas e caixas maiores representam os intervalos inter-quartis (25-75%). A condição “A” mostra o critério de pontuação de uma métrica que diminui o valor conforme a degradação aumenta e a condição “B” para uma métrica que aumenta o valor conforme a degradação aumenta. Modificado a partir de Baptista *et al.*, (2007).

REFERÊNCIAS

- Allan, J. D., Castillo, M. M. 1995. Stream ecology. London: Chapman Hall. 388p.
- Almeida, A. S. D., Vieira, I. C. G. 2010. Centro de Endemismo Belém, status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. REU, Sorocaba, SP, (36)3: 95-111.
- Amaral, P., Veríssimo, A., Barreto, P., Vidal, E. 1998. Floresta para Sempre: Um Manual para a Produção de Madeira na Amazônia. Belém: IMAZON.
- Baptista, D. F., Buss, D. F., Egler, M., Giovanelli, A., Silveira, M. P., Nessimian, J. L. 2007. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of Atlantic Forest streams at Rio de Janeiro State, Brazil. Hydrobiologia, 575(1): 83-94.

Barbour, M. T., Gerritsen, J., Griffith, G. E., Frydenborg, R., McCarron, E., White, J. S., Bastian, M. L. 1996. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 185-211.

Barreto, P., Souza Júnior, C., Noguerón, R., Anderson, A., Salomão, R. 2005. Pressão humana na floresta amazônica brasileira. World Resources Institute-WRI/Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAZON.

Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E., Uhl, C. 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 108: 9-26.

Barros, A. C., Veríssimo, A. 2002. A expansão madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará. 2.ed. IMAZON, Belém, Pará. 166pp.

Buss, D. F., Baptista, D. F., Silveira, M. P., Nessimian, J. L., Dorvillé, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia*, 481: 125–136.

Carvalho, A. L. Nessimian, J. L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Hábitats e Hábitos das larvas. In: Nessimian, J.L. Carvalho, A.L., *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 1998. 5: 3-28.

Casatti, L., Ferreira, C. P., Langeani, F. 2009. A fish-based biotic integrity index for assessment of lowland streams in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 623: 173-189.

Chakona, A., Phiri, C., Magadza, C. H. D., Brendonck, L. 2008. The influence of habitat structure and flow permanence on macroinvertebrate assemblages in temporary rivers in northwestern Zimbabwe. *Hydrobiologia*, 607: 199–209.

Clark, E. T. Samways, M. 1996. Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1001-1012.

Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199(4335): 1302 – 1310.

Corbet, P.S. 1999. *Dragonflies Behavior and ecology of Odonata*. University of Edinburgh Scotland, U.K.

Costa, J. M., De Souza, L. O. I., Oldrini, B. B. 2004. Chave para identificação para as famílias e gêneros das larvas conhecidas para o Brasil: Comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). *Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, 99: 1-44.

Dallas, H. F. 2007. The influence of biotope availability on macroinvertebrate assemblages in South African rivers: implications for aquatic bioassessment. *Freshwater Biology*, 52(2): 370–380.

Davidson, T. A., MacKay, A. W., Wolski, P., Mazebedi, R., Murray-Hudson, M., Todd, M. 2012. Seasonal and spatial hydrological variability drives aquatic biodiversity in a flood-pulsed, sub-tropical wetland. *Freshwater Biology*, 57: 1253-1265.

Dias-Silva, K., Cabette, H. S. R., Juen, L., De Marco Jr., P. 2010. The influence of habitat integrity and physical-chemical water variables on the structure of aquatic and semi-aquatic Heteroptera. *Revista Brasileira de Zoologia*, 27: 918–930.

Dias-Silva, K, Moreira, F. F. F., Giehl, N. F. S., Nobrega, C. C., Cabette, H. S. R. 2013. Gerromorpha (Hemiptera: Heteroptera) of eastern Mato Grosso State, Brazil: checklist, new records, and species distribution modeling. *Zootaxa*, 3736(3): 201-235.

Fearnside, P. M. Barbosa, R. I. 2003. Avoided deforestation in Amazonia as a global warming mitigation measure: the case of Mato Grosso. *World Resource Review* 15: 352-361.

Fearnside, P. M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, Vol 1.

Francez, L. M. B., Carvalho, J. O. P., Jardim, F. C. S. 2007. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de terra firme na região de Paragominas, PA. *Acta Amazonica*, 37: 219 - 228.

Franken, W. Leopoldo, P. R. 1984. Hydrology of catchment of Central Amazonian forest streams. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publ. Dordrecht, The Hague, 501-519.

Frumhoff, P. C. 1995 Conserving wildlife in tropical forests managed for timber. *Bioscience*. 34: 456-464.

Grieser Johns, A., 1997. *Timber Production and Biodiversity Conservation in Tropical Rain Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.

Heckman, C. W. *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata – Anisoptera*. Springer. 2006. 725p.

Henriques, L. M. P., Wunderle Jr., J. M., Oren, D. C., Willig, M. R. 2008. Efeitos da Exploração Madeireira de Baixo Impacto sobre uma Comunidade de Aves de Sub-bosque na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. *Acta Amazônica*, 38(2): 267-290.

Holdsworth, A. R. Uhl, C. 1997. Fire in amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. *Ecological Applications* 7: 713–725.

Holmes, P.T., Bergstrom, J.C., Huszar, E., Kask, S. B., Orr III, F. 2004. Contingent Valuation, Net Marginal Benefits, and the Scale of Riparian Ecosystem Restoration. *Ecological Economics*, 49: 19-30.

Hughes, R. M. Peck, D. V. 2008. Acquiring data for large aquatic resource surveys: the art of compromise among science, logistics, and reality. *Journal of the North American Benthological Society*, 27: 837–859.

Huston, M. A. 1997. Hidden treatments in ecological experiments: re-evaluating the ecosystem function of biodiversity. *Oecologia*, 110: 449-460.

INPE – Desmatamento (PRODES) <http://www.obt.inpe.br/prodes/>

Johns, J.S., Barreto, P., Uhl, C. 1996. Logging damage in planned and unplanned logging operations in eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 89: 59-77.

Jonsson, M. Malmqvist, B. 2000. Ecosystem process rate increases with animal species richness: evidence from leaf-eating, aquatic insects. *Oikos*, 89: 519-523.

Jonsson, M. Malmqvist, B. 2003. Mechanisms behind positive diversity effects on ecosystem functioning: testing the facilitation and interference hypotheses. *Oecologia*, 134: 554-559.

Kaufmann, P. R., Levine, P., Robinson, E. G., Seeliger, C., Peck, D. V. Quantifying physical habitat in wadeable streams. Washington, Environmental Protection Agency, 1999. 149p.

Lewinsohn, T. M., Prado, P. I. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Editora Contexto, São Paulo. 2002. 176p.

Loreau, M. 2009. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. *Phil. Trans. R. Soc. B*, doi: 10.1098/rstb. 2009.0155.

Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A., Hooper, D. U., Huston, M. A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D., Wardle, D. A. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294: 804-808.

May, M. L. 1976. Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata: Anisoptera). *Ecol. Monogr.*, 46: 1-32.

Merry, F., Soares-Filho, B., Nepstad, D., Amacher, G., Rodrigues, H. 2009. Balancing conservation and economic sustainability: the future of the Amazon timber industry. *Environmental Management*, 44(3): 395-407.

Monteiro-Jr, C. S., Couceiro, S. R. M., Hamada, N., Juen, L. 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology*, 16(2).

Morato, E. F., Amarante, S. T., Silveira, O. T. 2008. Avaliação ecológica rápida da fauna de vespas (Hymenoptera: Aculeata) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil. - *Acta Amazonica*, 38(4): 789 – 798.

Nepstad, D. C., Schwartzman, S., Bamberger, B., Santilli, M., Alencar, A., Ray, D., Schlesinger, P., Rolla, A., Prinz, E. 2006. Inhabitation of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous reserves. *Conserv. Biol.*, 20: 65–73.

Nessimian, J. L., Venticinque, E., Zuanon, J., De Marco, P., Gordo, M., Fidelis, L., Batista, J. D., Juen, L. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*, 614: 117-131.

Nogueira, D. S., Cabette, H. S. R., Juen, L. 2011. Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil. *Iheringia*, 101(3): 173-180.

Oertli, B. The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats. pp 79-95. In: A. Cordoba-Aguilar (Ed.) Model organisms for ecological and evolutionary research Oxford University Press, Oxford, 2008, 290p.

Peck, D. V., Herlihy, B. H., 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. 2006. Environmental monitoring and assessment program-surface waters western pilot study: field operations manual for wadeable streams. EPA/620/R-06/003.U.S. Environmental protection agency, office of research and development, Washington, D.C.

Shiki, S., Shiki, S. D. F. N. 2011. Os Desafios de uma Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais: lições a partir do caso do Proambiente. Sustentabilidade em Debate, 2(1).

Shimano, Y., Cabette, H. S., Salles, F. F., Juen, L. 2010. Composição e distribuição da fauna de Ephemeroptera (Insecta) em área de transição Cerrado-Amazônia, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 100(4): 301-308.

Silva R. R, Brandão CRF (2014) Ecosystem-Wide Morphological Structure of Leaf-Litter Ant Communities along a Tropical Latitudinal Gradient. PLoS ONE, 9(3): e93049.

Uhl, C., Vieira, I. C. G. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas region of the state of Pará. Biotropica, 98-106.

Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. R., Lima, J. C. A. 1991. Classificação Da Vegetação Brasileira Adaptada a Um Sistema Universal. Rio de Janeiro, IBGE, 123pp.

Verissimo, A. *et al.*, 1995. Extraction of a high-value natural resource from Amazonia: the case of mahogany, For. Ecol. Manage., 72: 39–60.

Veríssimo, A., Barreto, P., Mattos, M. M., Tarifa, R., Uhl, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: The case of Paragominas. *Science*, 55(1-4): 169-199.

Vidal, E., Gerwing, J. Barreto, P., Amaral, P. Johns, J. 1997. Redução de desperdícios na produção de madeira na Amazônia. Ananindeua: IMAZON, 18pp.

Watrin, O. S., Rocha, A. M. A. 1992. Levantamento da Vegetação Natural e do Uso da Terra no Município de Paragominas (PA) Utilizando Imagens TM/Landsat. Belém, EMBRAPA/CPATU, (EMBRAPA/CPATU, Boletim de Pesquisa, 124), 40p.

Capítulo único formatado de acordo com as normas da **Forest Ecology and Management**, disponível em < <http://www.elsevier.com/journals/forest-ecology-and-management/0378-1127/guide-for-authors> >

Artigo: A exploração madeireira de impacto reduzido como estratégia na utilização de recursos naturais e conservação da biodiversidade aquática na Amazônia Oriental

Thiago Pereira Mendes¹, Luciano Fogaça de Assis Montag^{1,2} & Leandro Juen^{1,2}

¹Laboratório de Ecologia e Conservação, Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Instituto de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Correia, nº 1 Bairro Guamá, 66.075-110, Belém, Pará, Brazil). E-mail: thiagomendes.bio@gmail.com;

²Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Pará-UFPA, Rua Augusto Correia, nº 1, Bairro Guamá, CEP: 66075-110, Belém, PA, Brasil. E-mail: leandrojuen@ufpa.br; lfamontag@gmail.com;

*autor correspondente E-mail: thiagomendes.bio@gmail.com

RESUMO

O manejo florestal de baixo impacto, aplicado em áreas de exploração madeireira, possui o intuito de manter os benefícios sócio-econômicos e minimizar os impactos na biodiversidade causados por esta atividade. Assim, avaliamos se a retirada de madeira manejada afeta a riqueza, composição e abundância de insetos aquáticos, usando larvas de Odonata como organismos modelo; ainda, descrevemos quais são os fatores abióticos que estruturam a assembleia. Testando as hipóteses de que: (i) a retirada de madeira nas áreas de corte manejado afeta negativamente a riqueza de larvas de Odonata; (ii) as variáveis ambientais físicas e químicas são preditoras de variações na abundância, composição e riqueza de larvas de Odonata. A área de estudo está localizada no nordeste do Estado do Pará, município de Paragominas. Para testar nossa primeira hipótese foram usados 13 igarapés em áreas preservadas (referência) e 26 igarapés em áreas de corte manejado. O teste *t-student* demonstrou não haver influência

do corte manejado na riqueza e abundância de larvas de Odonata. O mesmo padrão foi observado para a composição de espécies, áreas manejadas e referências apresentaram grande similaridade. Portanto, acreditamos que o manejo florestal de impacto reduzido pode ser uma boa estratégia para usar os recursos naturais sem afetar a biodiversidade aquática, em especial as assembleias de Odonata, uma vez que, não houve mudança nos três parâmetros da comunidade analisada (riqueza, abundância e composição de espécies).

Palavras-chave: Reduced Impact Logging– RIL, Odonata, Anisoptera; Zygoptera, *Habitat template*, Integridade.

ABSTRACT

Forest management of low impact, applied in areas of logging, has the aim of maintaining the socio-economic benefits and minimize the impacts on biodiversity caused by this activity. We evaluated the removal of timber managed affects richness, composition and abundance of aquatic insects, using larvae of Odonata as model organisms; also describe what are the abiotic factors that structure the meeting. Testing the hypotheses that: (i) removal of timber handled sectional areas of negatively affects the richness of Odonata larvae; (ii) the physical and chemical environmental variables are predictors of variations in the abundance, composition and richness of Odonata larvae. The study area is located in the northeastern Pará State, municipality of Paragominas. To test our first hypothesis were used 13 streams in conservation areas (reference) and 26 streams in managed cutting areas. The Student t test showed no influence of the court handled the richness and abundance of Odonata larvae. The same pattern was observed for the species composition, managed areas and references showed great similarity. Therefore, we believe that the reduced impact of forest management

can be a good strategy to use natural resources without affecting aquatic biodiversity, in particular the meetings of Odonata, since there was no change in the three parameters of the analyzed community (richness, abundance and species composition).

Keywords: Reduced Impact Logging- RIL, Odonata, Anisoptera; Zygoptera, Habitat template, Integrity.

INTRODUÇÃO

As matrizes florestais são consideradas fontes de recursos para os ecossistemas naturais, assim como para a manutenção do fluxo de espécies entre os ambientes (Delitti e Esteves, 1995). Modificações na estrutura física do ambiente e a remoção da cobertura de dossel podem ser refletidas em toda a rede dendrítica (Lima e Zakia, 2000). Seus efeitos geram impactos sobre a biodiversidade local, provocam a perda e interrupção do fluxo gênico, com risco de extinção e detrimento de funções ecossistêmicas (Quinn *et al.*, 1992; Quinn *et al.*, 1997; Allan, 2004; Sweeney *et al.*, 2004; Álvarez Cabria *et al.*, 2009; Death e Collier, 2009).

Os igarapés amazônicos possuem alta dependência da vegetação, com sua dinâmica dependente da entrada de nutrientes originados da floresta, que são de fundamental importância na dinâmica e manutenção dos recursos ecossistêmicos em escalas locais, regionais e globais (Mulholland, 1992; Foley *et al.*, 2007). Dentro destas escalas, os igarapés formam um extenso conjunto de áreas de transição de fluxo gênico e nutrientes entre os ambientes de terrestres e aquáticos (Sioli, 1984). Assim, o uso do solo e a fragmentação do hábitat, devido à exploração, podem causar a simplificação do hábitat natural ocasionando a exclusão de organismos e a perda da biodiversidade (Saunders *et al.*, 1991).

A exploração madeireira convencional gera impactos de forma sequencial devido à forma de retirada de espécies madeireiras requeridas pela indústria, com a derrubada destas árvores danificam as plantas jovens, que são descartadas por não possuírem valor comercial, agravando ainda mais seus efeitos negativos e dificultando o processo de regeneração natural (Barreto *et al.*, 1998). Outro fator é a abertura das estradas de acesso entre os ramais de extração de madeira e os pátios de estocagem no interior da floresta, que em média, possuem 200 metros de estrada (Barreto *et al.*, 1998). Essa movimentação de tratores e caminhões contribui para a compactação do solo e afetam a dinâmica dos corpos d'água, e na maioria das vezes não respeitam o limite das áreas de preservação permanente. Essas modificações na paisagem geram perda de integridade e refletem seus efeitos diretamente na diversidade de espécies residentes (Saunders *et al.*, 1991).

Uma alternativa que vem sendo adotada para minimizar os impactos gerados pela exploração madeireira é o manejo florestal de Corte com Impacto Reduzido (*Reduced Impact Logging* – RIL). Atividade que emprega um conjunto de técnicas de manejo florestal, com o intuito de minimizar as modificações provocadas no ambiente durante o processo de extração madeireira, busca a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais com base em mecanismos de sustentação do ecossistema (descrita em Barreto *et al.*, 1998). O objetivo desta forma de manejo é diminuir os danos sobre a floresta e, desperdícios de volumes de madeira descartados pelo corte convencional que possam ser preservados com o direcionamento de queda das espécies alvo (Barreto *et al.*, 1998; BRASIL, 2011). Acredita-se que com o uso das técnicas de manejo florestal de impacto reduzido é possível reduzir em 20% os danos à floresta, possibilitando ainda uma reutilização da área para retirada de madeira (respeitando o ciclo de regeneração) ou para o sequestro de carbono (Bertault e Sist, 1996). Alguns trabalhos, embora ainda

poucos, discutem o emprego desta forma de manejo florestal e relaciona seus benefícios para grupos como besouros, aracnídeos, mamíferos e aves (Davis, 2000; Azevedo-Ramos *et al.*, 2006; D'Oliveira e Braz, 2006; Felton *et al.*, 2008). Estes organismos mantiveram ou demonstraram maiores métricas de diversidade em áreas de RIL quando comparadas com áreas de corte convencional. Desta forma, o RIL pode ser uma alternativa que sugere melhor conservação e manutenção dos habitats, por contribuir para que a maior parte da biodiversidade seja mantida em áreas economicamente ativas (Henriques *et al.*, 2008; Almeida *et al.*, 2012).

Nos últimos anos têm-se discutido modelos que ligam a estrutura física de ecossistemas lóticos, relacionando sua integridade com os padrões de uso da terra e a distribuição dos organismos nesses ambientes (Schlosser, 1991; Lammert e Allan, 1999). Principalmente usando como arcabouço teórico a teoria de *habitat template* (Southwood, 1977, 1988), que sugere que organismos estão distribuídos de acordo com determinadas condições ambientais específicas. Modificações nessas condições podem levar a mudanças na estrutura da comunidade, a conservação destas condições ambientais está diretamente ligada na vulnerabilidade e sensibilidade das espécies, na sua capacidade de adaptação e exposição a alterações ambientais (Dawson *et al.*, 2011). Assim, a mensuração das variáveis ambientais e características físicas do ambiente possibilita entender melhor a distribuição das espécies e até mesmo a construção de modelos preditivos de sua distribuição conforme a integridade do ambiente. A aplicação de técnicas de avaliação da estrutura física pode fornecer níveis quantitativos da complexidade dos locais de estudo. Propiciando a mensuração das características estruturais dos ambientes aquáticos e possibilita categorizar e quantificar suas variáveis ambientais em relação aos estágios de conservação de suas condições físicas (Peck *et al.*, 2006) e Hughes e Peck, 2008).

A ordem Odonata é considerada um grupo bioindicador e biomonitor, pois reflete os efeitos estressores ocorrentes no ecossistema em diferentes escalas de perturbação (Juen e De Marco Jr., 2011; Van Praet *et al.*, 2012). As subordens Zygoptera e Anisoptera apresentam larvas com requerimentos ecológicos específicos, quanto ao tipo de hábito e ocupação de substrato, seus adultos apresentam requerimentos quanto aos processos termoregulatórios (May, 1976; Carvalho e Nessimian, 1998), podendo ser amplamente utilizados na detecção de perdas de qualidade e serviços ecossistêmicos. As larvas de Zygoptera são delgadas e possuem principalmente duas ou três brânquias caudais para a respiração, em geral, são mais sensíveis às perturbações no ecossistema aquático (Corbet, 1999). As larvas de Anisoptera são em média maiores e mais robustas, tipicamente muito mais resistentes e não possuem brânquias caudais: o oxigênio é absorvido através de guelras no reto, protegidas por estruturas que formam a pirâmide anal (Corbet, 1999). Portanto, essa variação de morfologia e de sensibilidade as condições ambientais podem criar padrões de respostas, muitas vezes até mesmo antagônicos, sendo necessário a desconstrução da comunidade (separação dos grupos dentro da ordem) para um melhor entendimento de suas relações com o ambiente.

Foram avaliados quais seriam as variáveis ambientais responsáveis pela dinâmica da assembleia e suas variações entre as áreas de corte manejado e referência. Diante do exposto, nosso objetivo foi verificar se a retirada de madeira manejada altera as variáveis ambientais e, caso afete, se isto é refletido sobre a riqueza, abundância e composição de larvas de Odonata. Para isso, focamos nas seguintes questões: (i) a retirada de madeira nas zonas de corte manejado afeta a riqueza de larvas de Odonata? Nossa hipótese é que haverá diferença, com perda de diversidade de larvas de Odonata ocorrendo nas áreas de exploração madeireira e essa resposta não terá a mesma intensidade dentro das duas subordens, devido às suas especificidades ecossistêmicas;

(ii) acreditamos que as métricas ambientais relacionadas à estrutura da vegetação serão preditoras de variações na composição e riqueza entre as áreas manejadas e áreas de referência. Tais alterações seriam reflexos de modificações ocorridas no hábitat.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na bacia do Rio Capim, município de Paragominas no nordeste do Estado do Pará e faz parte de um dos últimos remanescentes de florestas do Centro de Endemismo Belém. Em uma área de 148.091,09 ha de área florestada. Com 18.000 ha (*hectares*) constituídos por pastos, 11.000 ha constituídos de APP, 15.000 ha de áreas produtivas (de exploração madeireira), mas ainda não exploradas, 98.000 ha de floresta. A floresta é do tipo Ombrófila Densa (Floresta Pluvial Tropical). Possui clima "Af" equatorial húmido (Köppen-Geiger), precipitação de 2.000 mm/ano, estação de estiagem de julho a dezembro, temperatura média anual de 27,2°C e umidade relativa do ar de 81% (Watrin e Rocha, 1992).

As áreas de manejo amostradas encontram-se divididas em Unidades de Produção Anual (UPAs) com cerca de 3.500 a 5.000 ha cada uma (Figura 1), todos os igarapés amostrados possuem mata ciliar contínua. A cada ano uma Unidade de Produção Anual (UPA) diferente é explorada com ciclo de corte de 35 anos.

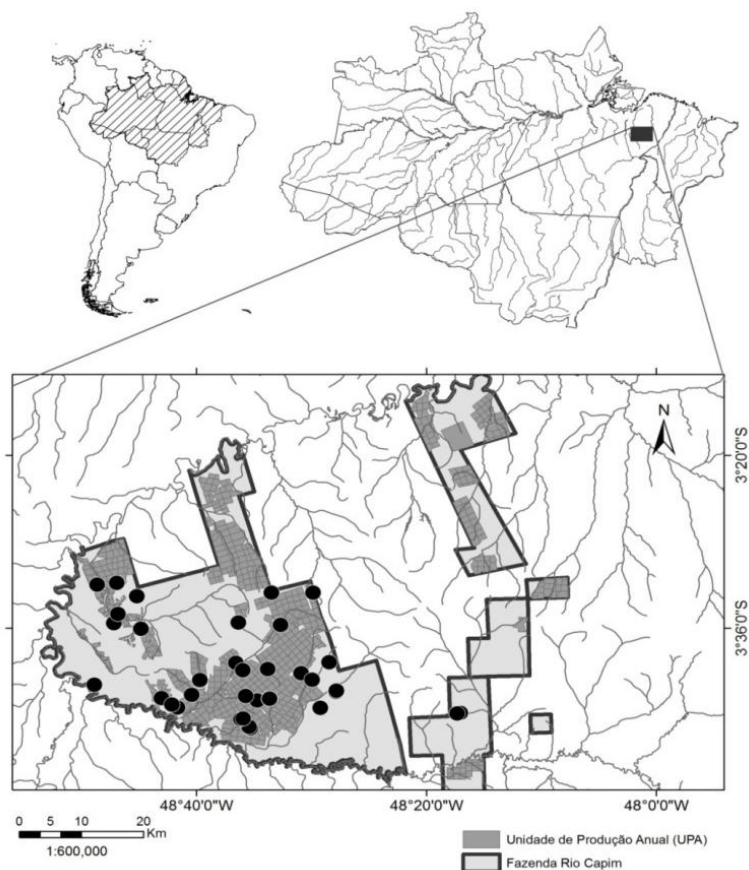


Figura 1. Localização dos igarapés amostrados na Bacia do Rio Capim no município de Paragominas, Pará – Brasil.

Delineamento Amostral

Devido a grande heterogeneidade dos ecossistemas aquáticos na Amazônia, procuramos padronizar nossa amostragem através da seleção de igarapés variando aproximadamente entre dois metros a quatro de largura, com profundidade média de até 50 cm com o intuito de padronizar a amostragem dos locais. Esses ambientes foram caracterizados por possuírem cobertura densa de dossel e substrato predominantemente arenoso, intercalado por bancos de folhiço e troncos caídos. Foram amostrados 39 igarapés, sendo 26 em áreas de UPAs entre os anos de 2001 a 2011. Dentro de cada UPA, quando possível, foram selecionados três igarapés para cada ano explorado na área de manejo florestal. Nossa área de referência é formada por 13 igarapés inseridos dentro da reserva legal do Instituto Floresta Tropical (IFT). Foram selecionadas as áreas

referências dentro do IFT por esta área não apresentar nenhum tipo de exploração madeireira e nem sinais de modificações antrópicas. Desta forma, foi possível comparar as áreas que ocorreram as atividades de exploração manejada e contrapor com ambientes que mantêm sua estrutura física de hábitat sem atividades madeireiras.

Protocolo de avaliação de habitats físicos e caracterização do ambiente

Em cada igarapé foi demarcado um trecho de 150 metros, sendo subdivido em 10 seções de 15 metros cada, separadas por 11 transecções. Cada transecção foi nomeada (da letra “A” a “K”, sendo a transecção “A” sempre a jusante e “K” a montante). Em cada seção foi aplicado o protocolo de Monitoramento e Avaliação do Hábitat Físico (Peck *et al.*, 2006), coletadas as variáveis físicas, químicas e as larvas de Odonata. Para mensurar as características dos ambientes e verificar quais variáveis seriam as melhores preditoras na estrutura das assembleias, os habitats físicos foram caracterizados ao longo de cada seção e em cada transecção seguindo a metodologia de avaliação de riachos de Peck *et al.*, (2006) e Hughes e Peck (2008). Os modelos das planilhas e as variáveis mensuradas na coleta dos dados ambientais estão descritas em Callisto *et al.*, (2014). As métricas com as variáveis avaliadas estão descritas no Anexo (Tabela A. I).

Amostragem biológica

Para a coleta de larvas de Odonata, as seções longitudinais de 15 metros foram subdividas em três segmentos de cinco metros cada, em cada seção apenas os dois primeiros segmentos foram amostrados. Assim, adaptamos a metodologia de coleta de Ferreira-Peruquetti e De Marco Jr (2002), garantindo que ocorresse a amostragem em todas as transecções onde foi aplicado o protocolo de avaliação de riachos de Peck *et al.*, (2006) Hughes e Peck (2008). O terceiro segmento de cada transecção foi usado para o deslocamento entre os segmentos seguintes, evitando o pisoteio do substrato nos segmentos que foram coletados, compondo ao final 20 segmentos de cinco metros cada.

As amostras foram obtidas com o uso de um coador de 18 cm de diâmetro e malha de 250 micrômetros, passando-se duas vezes o coador do leito para a margem, em cada um dos 20 segmentos. Com o intuito de coletar em todos os tipos de substratos presentes no trecho do igarapé amostrado, contemplando todos os tipos de substratos presentes, que de maneira geral foram folhiço de corredeira, folhiço de remanso, raízes, areia e barro. O material foi fixado em álcool 86% e identificado utilizando chaves de Carvalho e Nessimian (1998), Heckman (2006) e Neiss e Hamada (2014) em seguida inseridos como material testemunho na Coleção de Zoologia da Universidade Federal do Pará, *Campus Guamá* em Belém - PA, Brasil.

Análise dos Dados

Em virtude dos requerimentos específicos de micro-habitat para Odonata, as análises estatísticas foram realizadas separadamente para a Odonata e para as subordens Anisoptera e Zygoptera. Desta forma, foi possível utilizar com maior eficácia suas respostas ecológicas quanto ao tipo de variação ambiental, como ferramenta na avaliação do ecossistema. Nosso conjunto de dados é formado por 39 igarapés, nossa área de referência é formada por 13 igarapés dentro da área de reserva legal (IFT). As 26 áreas restantes são de corte de madeira com impacto reduzido.

Para o cálculo do índice inicialmente foi realizada a mensuração das métricas descritas em Peck *et al.*, (2006) e sua quantificação seguiu os trabalhos de Kaufmann *et al.*, (1999), descritas também em Ligeiro *et al.*, (2013). Em seguida, realizamos a pré-seleção das métricas potenciais mensuradas, onde foram desconsideradas aquelas com amplitude de variância igual ou próxima a zero (Barbour *et al.*, 1996; Baptista *et al.*, 2007). Assim, foram selecionadas 14 variáveis relacionadas quanto à vegetação adjacente ao canal, entre elas, cobertura de dossel de árvores grandes e de pequeno porte e, sub-bosque lenhoso.

Para visualizar a variação dos dados abióticos entre as áreas controle e corte, utilizamos a análise PCA (*Principal Components Analyses*), realizada através do programa PC-ORD 5.15 (McCune e Mefford, 1999). Devido aos dados ambientais estarem dispostos em unidades de medida diferentes umas das outras, os dados foram padronizados (*Adjust To Standard Deviate*), e em seguida foi gerada uma matriz de covariância. Para selecionar o número de eixos usados usamos o critério de parada de *broken-stick* (Jackson, 1993). Foram selecionadas as variáveis abióticas de maior efeito no ambiente com valores acima 0,7.

Utilizamos a análise Multivariada de Regressão de Distância de Matrizes (MDMR) para verificar se a variação na composição da comunidade está relacionada com as variáveis ambientais. Esta análise utiliza os perfis de similaridade e de diferença para construir uma matriz de distância de dissimilaridade, cujos elementos são testados através da associação com variáveis auxiliares (independentes) de interesse. Para isso a matriz de dissimilaridade foi construída utilizando o índice de Bray-Curtis sobre a matriz dos dados de abundância das espécies relativizada por unidade amostral, a correlação entre as matrizes foi testada por 9.999 permutações. A análise foi realizada através das rotinas da plataforma do programa R de *R Development Core Team* (2014).

Com o objetivo de verificar se houve modificações espaço-temporais na estrutura e composição da assembleia de Odonata utilizamos uma PCoA (*Principal Coordinates Analyses*) com medida de distância de *Bray Curtis*. Trata-se de um método para explorar e visualizar semelhanças ou diferenças dos dados, através de matriz de similaridade. Foi realizada uma transformação logarítmica dos dados ($\log(x+1)$) para retirar o efeito dos *outliers* e obter homogeneidade das variâncias. Utilizamos o eixo de maior explicação da PCoA para representar a composição de larvas de Odonata e relacionarmos com os anos de exploração. A *posteriori* foi aplicada a análise

PERMANOVA (*Permutational Multivariate Analysis of Variance*) (McArdle e Anderson, 2001), utilizando-se o método de permutações aleatórias (1999) baseada na matriz de similaridade de Bray-Curtis, realizada com o software PRIMER 6 + PERMANOVA (Clarke e Gorley, 2006). Além disso, foi gerado um diagrama de Venn para melhor visualização das espécies que foram amostradas nas áreas de corte manejado e áreas controle (Figura 3).

A riqueza das larvas de Odonata foi estimada através do procedimento de *jackknife*, utilizando o software Estimates Win 7.5.0 (Colwell, 2005). Este método reduz o efeito das espécies dominantes e o pondera pelas espécies raras, equilibrando a distribuição da abundância na assembleia (Krebs, 1999). Assim, estima a riqueza total das espécies nas áreas estudadas e produz intervalos de confiança das estimativas (Gotelli Colwell, 2001; Colwell, 2005).

Para testar a hipótese de que a riqueza de espécies é maior em áreas controle do que nas áreas de corte manejado, usamos a riqueza de espécie estimada pelo procedimento *jackknife* dentro de cada tratamento. Para testar a segunda hipótese e avaliar se a composição é diferente entre as áreas, foi usado todo o conjunto de dados formados pelas áreas de corte dentro de cada UPA e comparadas com as áreas controle. *A priori*, para testar a hipótese de que haveria diferença na riqueza de espécies e abundância de indivíduos de Odonata entre áreas controle e que foram submetidas ao manejo de impacto reduzido há pouco tempo, foi realizado um teste – *t de student*. Os pressupostos de homogeneidade e heterocedasticidade foram avaliados (Zar, 2008). *A posteriori*, para corroborar com os resultados do teste – *t*, avaliamos a inferência dos dados por intervalo de confiança, em que dois grupos só são realmente considerados diferentes quando o intervalo de confiança de um grupo não sobrepõe à média do outro.

RESULTADOS

Ao avaliarmos a variação ambiental entre as áreas controle e corte manejado com a utilização da análise de componentes principais (PCA) (Figura 2), foi possível obter a explicação de 44,65% da variação observada no primeiro eixo, os demais não atenderam ao critério de parada de Broken stick. As variáveis que mais contribuíram e de forma positiva foram: Desvio Padrão de Dossel Árvores Grandes (DPDAG), Desvio Padrão Cobertura Lenhosa (DPCL), Desvio Padrão Cobertura Total (DPCT), Média Dossel Árvores Pequenas (MDAP), Média Subbosque Lenhoso (MSL), Média Cobertura Vegetal Intermediária (MCVI), Média Dossel Intermediária (MDI) (Tabela 1).

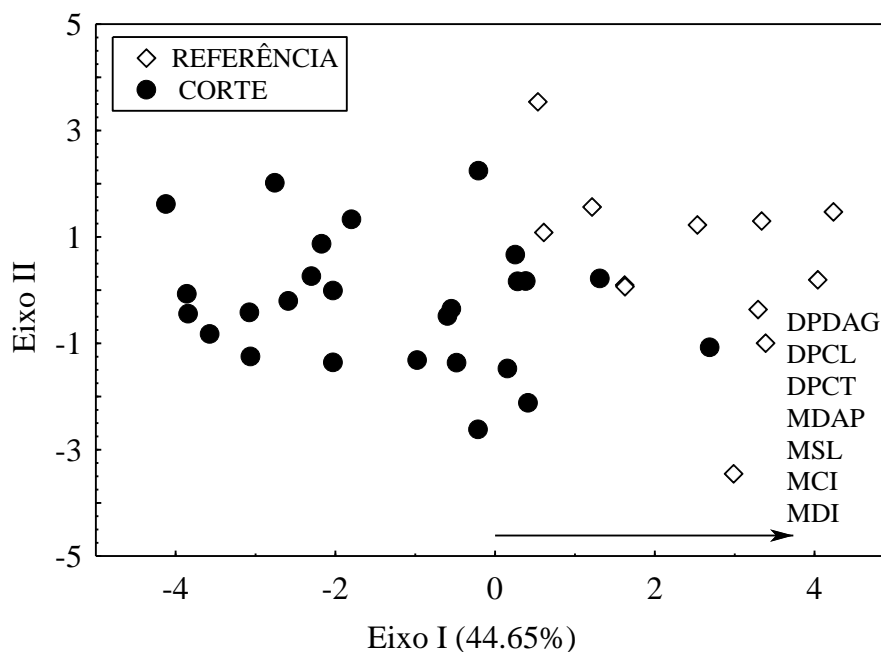


Figura 2: Análise de ordenação PCA, com as variáveis de maior efeito no ambiente para a comunidade na bacia do Rio Capim, Paragominas- PA, Brasil. Desvio Padrão de Dossel Árvores Grandes (DPDAG), Desvio Padrão Cobertura Lenhosa (DPCL), Desvio Padrão Cobertura Total (DPCT), Média Dossel Árvores Pequenas (MDAP), Média Subbosque Lenhoso (MSL), Média Cobertura Vegetal Intermediária (MCVI), Média Dossel Intermediária (MDI).

Tabela 1: Resultado da análise de ordenação PCA com as variáveis ambientais para a comunidade, mensuradas através do Índice de Integridade Física das áreas de manejo de baixo impacto na bacia do Rio Capim, Paragominas – PA, Brasil.

Descrição das métricas	Siglas	Eixo I
Desvio Padrão Dossel Árvores Grande	DPDAG	0,726
Desvio Padrão Cobertura Lenhosa	DPCL	0,768
Desvio Padrão Cobertura Total	DPCT	0,725
Média Dossel Árvores Pequenas	MDAP	0,809
Média Subbosque Lenhoso	MSL	0,773
Média Cobertura Vegetal Intermediário	MCVI	0,718
Média Dossel Intermediário	MDI	0,903
Média Tamanho Substrato	MTS	0,089
Desvio Padrão Solo Exposto	DPSE	-0,438
Volume Madeira Fora / 100m	VMF	-0,334
Desvio Padrão Dossel Intermediário Lenhoso	DPDIL	0,650
Desvio Padrão Dossel Intermediário	DPDI	0,656
Média de Dossel Árvores Grandes	MDAG	0,666
Média Rasteira Lenhosa	MRL	0,646
Explicação %		44,65
Autovalor		6,251
Broken – stick		3,252

Tabela 2: Resultado da análise de MDMR com as variáveis ambientais para a comunidade das áreas de manejo de baixo impacto na bacia do Rio Capim, Paragominas – PA, Brasil.

Variáveis	gl	Soma dos Quadrados	Média dos quadrados	Modelo (F)	R²	Pr(>F)
DPDAG	1	0.2557	0.25566	0.89086	0.0233	0.5786
DPCL	1	0.3228	0.32279	1.1248	0.0294	0.327
DPCT	1	0.263	0.26296	0.91633	0.024	0.554
MDAP	1	0.3838	0.38382	1.33747	0.035	0.1594
MSL	1	0.3398	0.33977	1.18398	0.031	0.2766
MCVI	1	0.2543	0.25434	0.8863	0.0232	0.5976
MDI	1	0.2566	0.25657	0.89406	0.0234	0.5719
Residuals	31	8.8962	0.28697	0.8108		
Total	38	10.9721	1			

Não houve correlação entre as matrizes de dados bióticos e abióticos, assim, a composição de larvas de Odonata (Tabela 2). O mesmo ocorreu para Zygoptera e Anisoptera, desta forma, nossa hipótese que a composição de larvas é afetada pela retirada de madeira manejada não foi corroborada.

Foi coletado um total de 1.087 espécimes nas áreas de referência e corte manejado, distribuídos em 10 famílias, 33 gêneros e 40 morfoespécies. Nas áreas de referência ocorreu a presença de cinco espécies exclusivas, a mesma quantidade ocorreu nas áreas de corte manejado, com um total de 30 espécies compartilhadas entre os dois tratamentos (Figura 3). A subordem Anisoptera contribuiu com 783 indivíduos distribuídos em três famílias (Cordullidae, Gomphidae e Libellulidae), 21 gêneros e 25 morfoespécies, sendo as mais abundantes *Elga* sp.1, *Zonophora* sp.2 e *Argyrothemis* sp.1 (Apêndice I). Os Zygoptera contribuíram com 304 indivíduos, distribuídos em seis famílias (Calopterygidae, Coenagrionidae, Dicteriadidae, Perilestidae, Polythoridae e Protoneuridae), 12 gêneros e 15 morfoespécies, sendo as mais abundantes *Heteragrion* sp.1, *Argia* sp.1 e *Mnesarete/Hetaerina* sp.1 (Apêndice I).

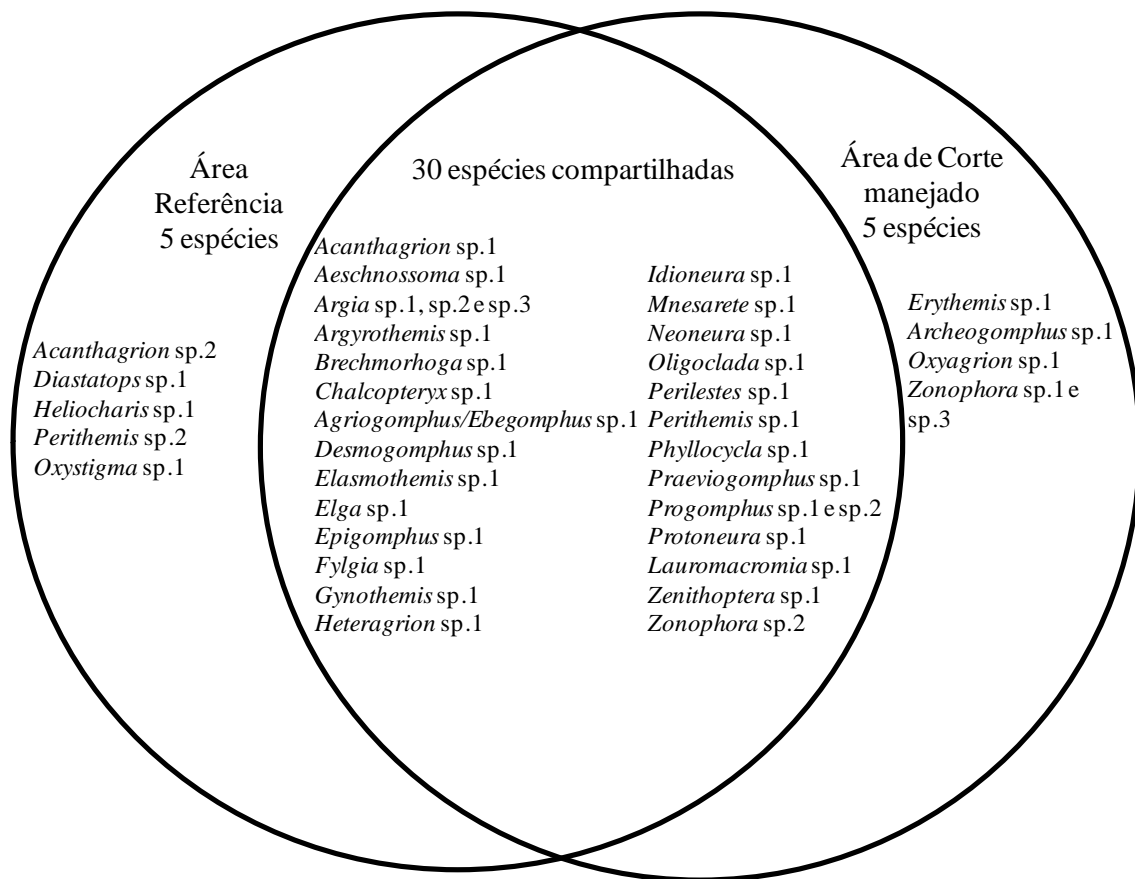


Figura 3: Diagrama de Venn com a distribuição das espécies que ocorreram somente nos tratamentos Controle e Corte manejado. As espécies que foram ocorrentes em ambos os tratamentos encontram-se na intersecção do diagrama.

Não foi corroborada a hipótese de que a riqueza de espécie de Odonata é maior em áreas referências do que nas áreas de manejo ($t = 0,004$; $gl = 26$; $p = 0,990$). O mesmo padrão foi observado separadamente, para as subordens Anisoptera ($t = 0,753$; $gl = 26$; $p = 0,460$) e Zygoptera ($t = -1,291$; $gl = 21$; $p = 0,210$). Esse resultado foi corroborado ao comparar estimativas de riqueza de espécies pela metodologia de inferência por intervalo de confiança. Assim, tanto para a Odonata como para as subordens (Anisoptera e Zygoptera) os intervalos de confiança de um grupo sobrepuseram as médias dos outros mostrando que não existe diferença da riqueza de espécies entre os tratamentos (Figuras 4A, 4B e 4C). O corte manejado também não afetou a abundância de Odonata ($t = 0,641$; $gl = 26$; $p = 0,530$), seja, Anisoptera ($t = -$

0,546; $gl= 26$; $p= 0,590$) ou *Zygoptera* ($t= -0,650$; $gl= 21$; $p= 0,520$). Sendo assim, foi rejeitada a nossa hipótese de que haveria diferença entre as áreas de corte manejado e referência para a riqueza e abundância de espécies.

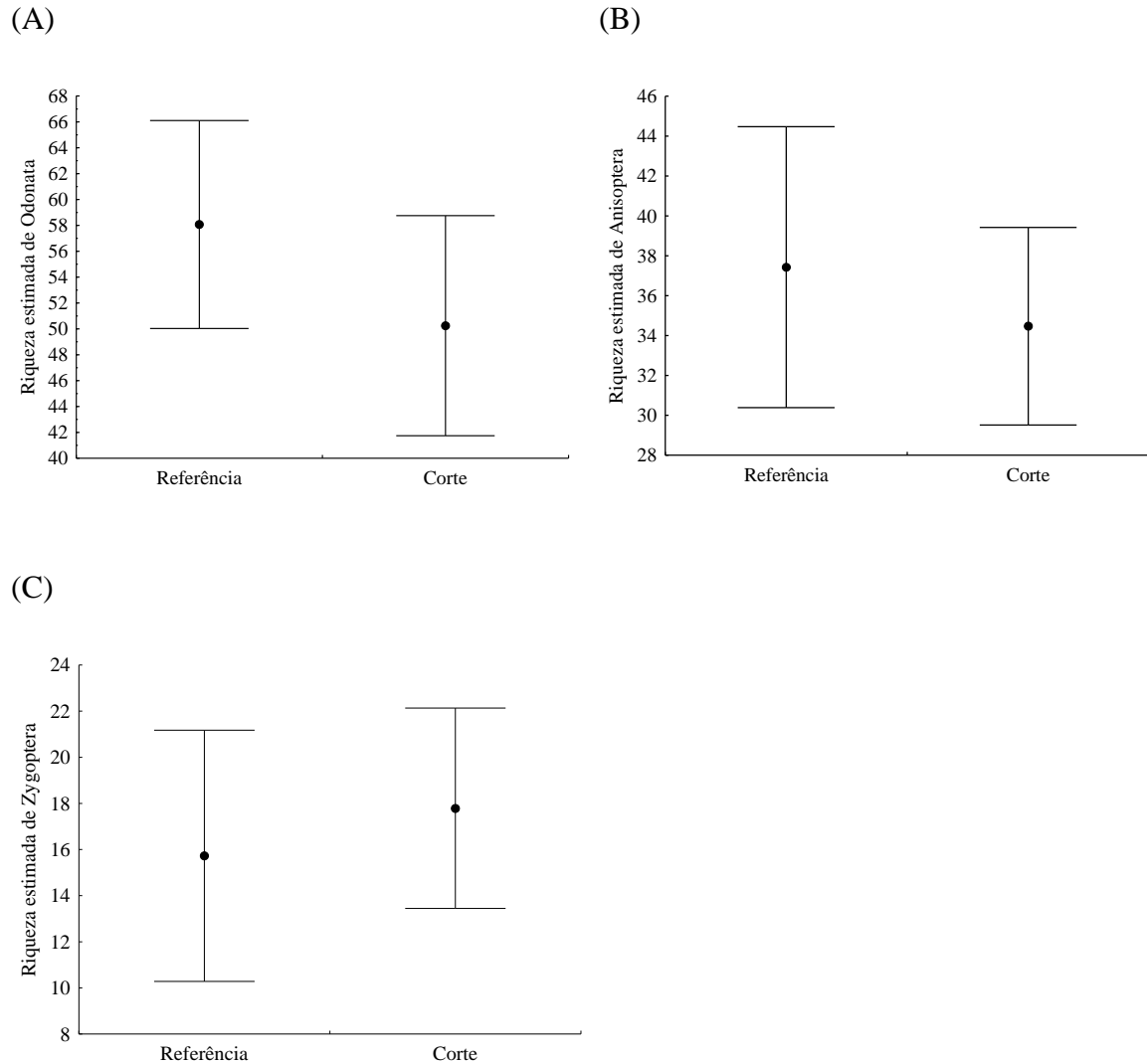
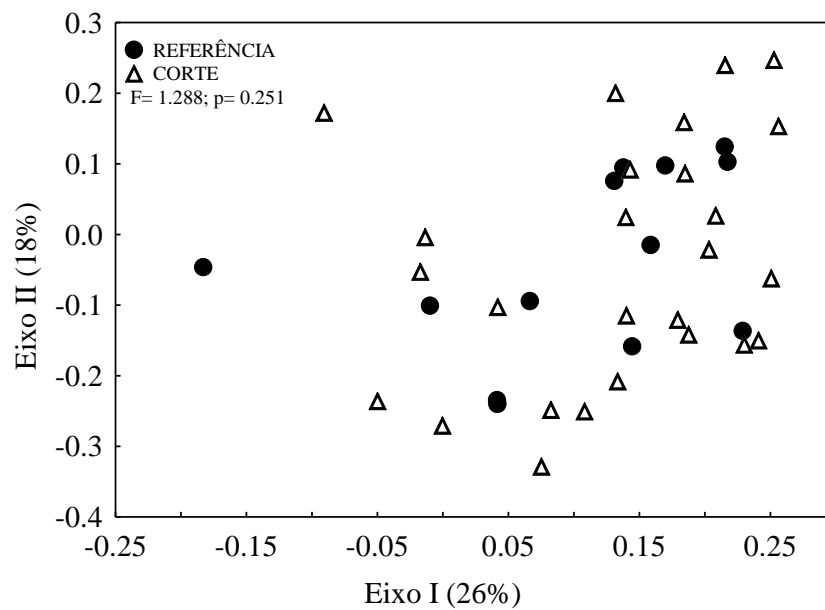


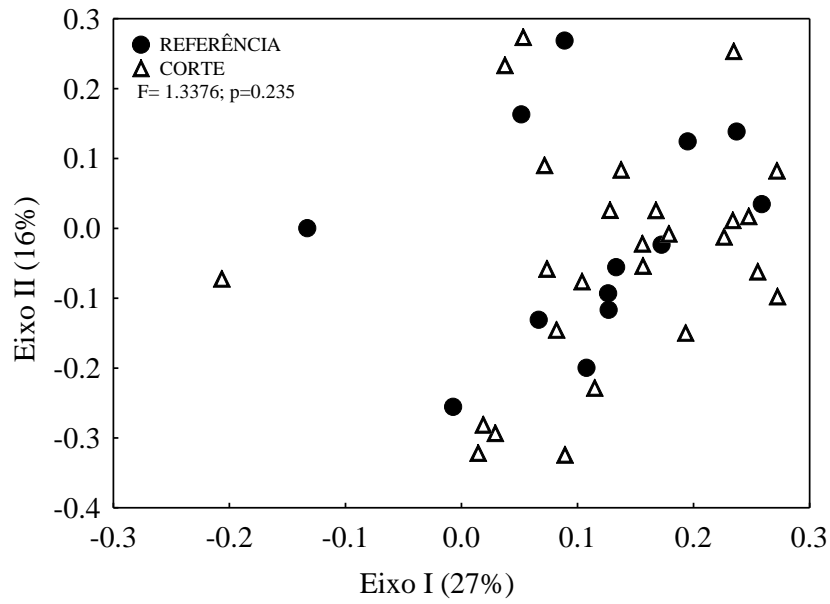
Figura 4: Riqueza estimada de larvas de Odonata entre as áreas referência e corte (A); Anisoptera (B); Zygoptera (C). Estimadas pelo procedimento *jackknife*, as barras representam um intervalo de confiança de 95%.

Ao avaliarmos a composição de espécies entre igarapés de áreas referência e de corte manejado não foi encontrada diferença, uma vez que houve o compartilhamento de fauna e sobreposição. Isso tanto para a Odonata (Figura 5A), bem como para as subordens Zygoptera (Figura 5B) e Anisoptera (Figura 5C). Os resultados da análise de PERMANOVA corroboram as ordenações da PCoA, e demonstra que a variação na composição pode ser explicada pelo acaso, tanto para Odonata ($F= 1,288$; $p= 0,251$), como para as subordens Anisoptera ($F= 1,337$; $p= 0,235$) e Zygoptera ($F= 1,718$; $p= 0,145$).

(A)



(B)



(C)

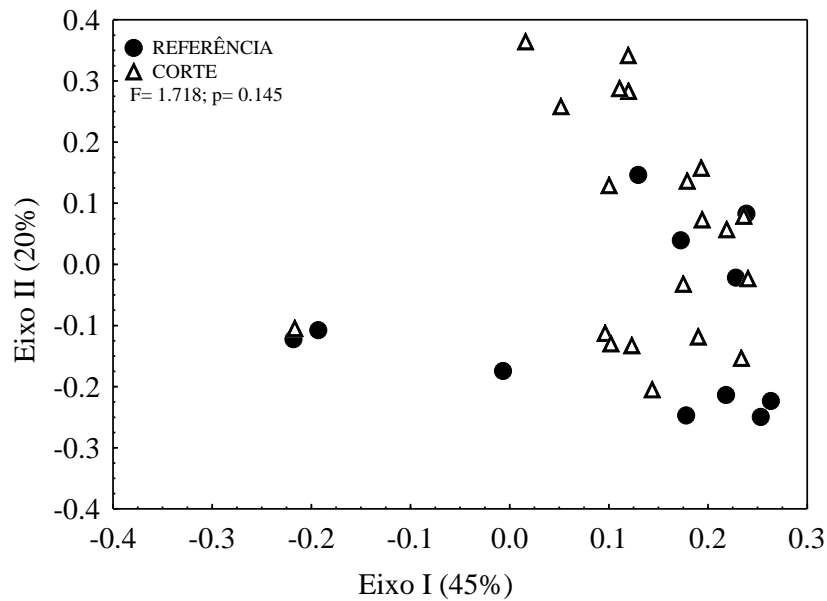


Figura 5: Representação gráfica da análise de PCoA, com os valores da PERMANOVA, para Odonata (A) e subordens Anisoptera (B) e Zygoptera (C), com similaridade evidente na composição de espécies das unidades que sofreram corte e as áreas controle.

DISCUSSÃO

Mesmo que algumas características ambientais difiram entre as áreas referência e corte, a riqueza, abundância e composição de larvas de Odonata não foram afetadas pelo manejo florestal. As variáveis mais importantes para a separação de igarapés localizadas em áreas referências dos de áreas manejadas são todas relacionadas à vegetação adjacente aos igarapés. Estas variáveis são apontadas por vários trabalhos como as mais importantes para explicar a variação na composição e diversidade de adultos de Odonata com a cobertura vegetal (May 1976; Smith *et al.*, 2007; Lee Foote e Rice Hornung, 2005; Juen e De Marco, 2012; Juen *et al.*, 2014), mas mesmo assim, o manejo nestas áreas não foi significativo a ponto de causar modificações na assembleia.

A manutenção da vegetação adjacente aos corpos d'água propicia que estes organismos se dispersem e colonizem novas áreas (D'Amico *et al.*, 2004). As larvas de Odonata são dependentes do sucesso de colonização e oviposição dos adultos, dos substratos presentes nos corpos d'água, estabilidade dos fatores físicos e químicos do canal e disponibilidade de recursos (Carvalho e Nessiminam, 1998; Norris e Thoms 1999; Corbet, 1999; Rempel *et al.*, 2000; Álvarez-Cabria *et al.*, 2009; Magoba e Samways, 2010). Portanto, por não ocorrer alterações nas métricas relacionadas às características físicas e físico-químicas dos igarapés, a biodiversidade presente nos dois tipos de ambientes (área referência e área manejada) foram muito similares, tanto para riqueza de espécie, como para abundância e composição de larvas de Odonata.

Larvas de Odonata possuem diferentes requerimentos ecológicos e, em sua maioria, necessitam de micro habitats específicos para o seu desenvolvimento (Carvalho e Nessimian, 1998). Em virtude de seus requerimentos ecossistêmicos interespecíficos (Corbet, 1991; Juen *et al.*, 2007), podem ser amostrados em diferentes ambientes, tornam-se úteis na aplicação de teorias e desenvolvimento de técnicas de manejo e

conservação de habitats aquáticos e terrestres (Sahlén, 2006; Kadoya *et al.*, 2008; Flenner e Sahlén, 2008). Uma vez que estes requerimentos sejam mantidos entre as áreas, propiciando que os adultos se movam entre os ambientes, alcancem os corpos d'água e consigam colonizá-los, as larvas podem se dispersar dentro da rede dendrítica e ocupar diferentes micro habitats. Por exemplo, as espécies dos gêneros *Elga* e *Argyrothemis* apresentam adultos dependentes de vegetação e cobertura de dossel, suas larvas ficam próximas ao leito e podem se camuflar entre os detritos (Fleck, 2003a; Fleck, 2003b; von Ellenrieder, 2011). Assim, acreditamos que a entrada de detrito de origem alóctone, proveniente da vegetação adjacente, favoreça a ocorrência e o sucesso larval destes organismos. Por outro lado, larvas do gênero *Zonophora* possuem hábito fossador e preferência por micro habitats com deposição de sedimento (Corbet, 1999; Carvalho e Nessimian, 1998). Organismos como estes, apresentam uma ampla faixa de tolerância e capacidade de dispersão (Morley e Karr, 2002). Por demonstrarem grande tolerância às alterações no ambiente, evidenciam não haver dependência para sua colonização e desenvolvimento em relação à integridade do habitat. Portanto, estes organismos são considerados úteis biomonitores da “saúde” do ecossistema e refletem as alterações ocorridas no habitat em longo prazo (Smith *et al.*, 2007).

O estudo de Dias *et al.*, (2009) ao avaliar o efeito do corte manejado sobre a assembleia de peixes, detectou mudanças na composição e abundância em uma escala de oito anos após a exploração da área. Apontando a importância de estudos em longo prazo para detectar se as mudanças serão mantidas ou diminuirão ao longo do tempo da exploração madeireira. Portanto, torna-se necessário conhecer a dinâmica de um ecossistema dentro de uma faixa de tempo de perturbações ocorridas no ambiente, para que se possa chegar a respostas mais conclusivas dessas modificações (Meals *et al.*, 2010). Por isso, acreditamos que nosso delineamento foi suficiente para avaliar o possível efeito sobre a

assembleia, e que o manejo demonstrou ser uma boa alternativa para minimizar os impactos gerados por esta atividade nas assembleias de larvas de Odonata.

Os fatores responsáveis pela distribuição de macroinvertebrados aquáticos é o resultado da interação dos organismos com as condições físicas do hábitat, associadas à disponibilidade de recursos alimentares, reguladores da sua diversidade e abundância (Merritt e Cummins, 1996; Resh e Rosenberg, 1989; Allan, 1995). Em nosso estudo não houve influência do corte manejado nas assembleias de larvas de Odonata, uma vez que as modificações geradas pela exploração não foram suficientes para causar alterações na riqueza, abundância e composição de espécies. Mesmo que houve modificações em variáveis ambientais importantes para Odonata, essas mudanças podem ter sido pequenas e, portanto, ficaram dentro do limite de variação de nicho que cada espécie é capaz de suportar no ambiente. Quinn *et al.*, (1992) descrevem que a manutenção da vegetação original e o sombreamento proporcionado são os principais fatores na manutenção do ecossistema aquático.

Práticas de manejos conservacionistas minimizam os danos no uso da terra (Zolin *et al.*, 2011), assim, torna-se de extrema importância o desenvolvimento de estratégias de preservação e ou conservação em ambientes que ainda se encontram em condições ecológicas naturais com ausência de atividades antrópicas (Primack e Rodrigues, 2001). Ou até mesmo aumentar a eficiência de conservação de espécies em áreas que são usadas para fins comerciais para o homem, como por exemplo, áreas que são usadas para a retirada de madeira. Nossos resultados demonstram que o método policíclico de extração de madeiras pode auxiliar na minimização dos efeitos deste tipo de uso da terra.

Os adultos de Odonata são sensíveis a alterações na vegetação, particularmente sobre a estrutura da composição, e suas larvas são extremamente dependentes de seus

microhabitats, refletindo os caracteres gerais do corpo d'água (Assis *et al.*, 2004; Nessimian *et al.*, 2008; Fidelis *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2014). Portanto, com a conservação da mata ciliar e conservação da mata nativa, não haverá efeitos negativos para as assembleias de larvas, pois são esses fatores os mais importantes para as comunidades aquáticas.

A necessidade de encontrar meios que garantam o desenvolvimento econômico sustentável, através da aplicação de técnicas de biomonitoramento em sistemas aquáticos e terrestres, tornou-se um grande desafio para a humanidade (Bonada *et al.*, 2006). Acreditamos que ao contrapormos larvas de Odonata com as variáveis estruturais do ambiente, foi possível obter *insights* sobre as condições ecossistêmicas que estão atuando na dinâmica das espécies locais e verificar que a dinâmica da assembleia tem sido mantida nas áreas de corte manejado. Outro fator seria a questão de tempo de exploração de recursos naturais com o emprego de técnicas de manejo florestal dentro de um sistema policíclico. A aplicação de tais técnicas, que permitem que o ambiente se regenere, pode fornecer respostas referentes ao tempo entre uma ação e resposta a essa ação (Meals, *et al.*, 2010). Neste estudo, as atividades resultantes do corte manejado não afetaram a comunidade de Odonata, possivelmente por conseguir manter ainda intacta grande parte da complexidade ambiental, possibilitando a manutenção da integridade ecossistêmica e da biodiversidade aquática.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto intitulado Tempo de resiliência das comunidades aquáticas após o corte seletivo de madeira na Amazônia Oriental pelo edital Universal 14/2011, processo 481015/2011-6 e pela bolsa de mestrado de TM e de produtividade em pesquisa de LFAM (process: 301343/2012-8) e LJ (processo: 303252/2013-8). A 33 Forest e Cikel pelo apoio logístico. Ao Dr. Ulysses Gaspar Neiss pela confirmação das larvas identificadas. À Dr^a. Ana Cristina Mendes de Oliveira, Dr. Marcos Callisto, Dr. Ulysses Neiss; Dr. Rogério Silva; Msc. Naraiana Benone e Msc. Lenize Calvão, pela leitura crítica do trabalho. Ao Laboratório de Ecologia e Conservação (LABECO) da Universidade Federal do Pará–UFPA pelo apoio institucional e acadêmico.

REFERÊNCIAS

- Allan J. D. 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 35:257–284.
- Allan, J. D., Castillo, M. M. 1995. *Stream ecology*. London etc: Chapman a. Hall.
- Almeida, L. S., Gama, J. R. V., Oliveira, F. A., Carvalho, J. O. P., Gonçalves, D. C. M., Araújo, G. C. 2012. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, Comunidade Santo Antônio, município de Santarém, Estado do Pará. *Acta Amazônica*, 42 (2): 185 – 194.
- Álvarez-Cabria, M., Barquín, J., Antonio Juanes, J. 2010. Spatial and seasonal variability of macroinvertebrate metrics: Do macroinvertebrate communities track river health? *Ecological Indicators*, 10 (2): 370-379.

Assis, J.C.F., Carvalho, A.L., Nessimian, J.L. 2004. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 48 (2): 273-282.

Azevedo-Ramos, C. 2006. Short-term effects of reduced-impact logging on eastern Amazon fauna. *Forest Ecology and Management*, 232(1): 26-35.

Barbola, I. F., *et al.*, 2011. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. *Iheringia*, 101 (1-2): 15-23.

Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E. Uhl, C. Custos e Benefícios do Manejo Florestal para Produção de Madeira na Amazônia Oriental/Paulo Barreto, Paulo Amaral, Edson Vidal Christopher Uhl. *Série Amazônia N° 10 - Belém: IMAZON, 1998. 46p.*

Bertault, J-G. and Sist, P. 1997. An experimental comparison of different harvesting intensities with reduced-impact and conventional logging in East Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 94(1): 209-218.

Bleich, M. E., Silva, C. D., Rossete, A. N. 2009. Temporal and spatial variation of the limnological characteristics of a lotic ecosystem in the Cerrado of Mato Grosso. *Biotemas*, 22 (2): 161-171.

Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., Stanzner, B. 2006. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annu. Rev. Entomol.*, 51: 495-523.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. Plano anual de manejo florestal comunitário e familiar: 2011. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 143 p.

Callisto, M., Alves, C. B. M., Lopes, J. M. & V. Castro, M. A. Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos. Belo Horizonte: CEMIG, 2014. 264p. ISBN 978-85-87929-52-5.

Carvalho, A. L., Nessimian, J. L. 1998. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: hábitos e hábitos das larvas. *Oecologia Brasiliensis*, 5 (1): 1.

Carvalho, A. R., Schlittler, F. H. M., Tornisielo, V. L. 2000. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23 (5).

Clarke, K. R. R. N. Gorley, 2006. *PRIMER v6: User manual/tutorial*, PRIMER-E, Plymouth, UK.

Cody, M. L., e Diamond, J. M. (Eds.). 1975. *Ecology and evolution of communities*. Harvard University Press.

Colwell, R. K. 2005. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.5 [6.0b1].

Corbet, P.S. 1999. *Dragonflies Behavior and ecology of Odonata*. University of Edinburgh Scotland, U.K.

Corrêa, M. M., Fernandes, W. D., Leal, I. R. 2006. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomology*, 35 (6):724-730.

Costa, J. M., De Souza, L. O. I., Oldrini, B. B. 2004. Chave para identificação para as famílias e gêneros das larvas conhecidas para o Brasil: Comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). Publicações Avulsas do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 99: 1-44.

D'Amico, F., Darblade, S., Avignon, S., Blanc-Manel, S., Ormerod, S. J. (2004). Odonates as indicators of shallow lake restoration by liming: comparing adult and larval responses. *Restoration Ecology*, 12 (3): 439-446.

D'Oliveira, M. V. N. Braz, E. M. 2006. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. *Acta Amazônica*, 36 (2): 177 – 182.

Davis, A. J. 2000. Does reduced-impact logging help preserve biodiversity in tropical rainforests? A case study from Borneo using dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) as indicators. *Environmental Entomology*, 29(3): 467-475.

Dawson, T. P., Jackson, S. T., House, J. I., Prentice, I. C., Mace, G. M. 2011. Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, 332 (6025): 53-58.

Death, R. G, Collier, K. J. 2009. Measuring stream macroinvertebrate responses to gradients of vegetation cover: when is enough? *Freshwater Biology*. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02233.x

Delitti, W. B. C., Esteves, F. A. 1995. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. *Oecologia Brasiliensis*, 1 (1).

Dias, M. S., Magnusson, W. E., Zuanon, J. 2009. Effects of Reduced-Impact Logging on Fish Assemblages in Central Amazonia. *Conservation Biology*, 24 (1):278–286.

Fearnside, P. M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. *Megadiversidade*, Vol 1.

Fearnside, P. M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e referência. *Acta Amazônica*, 36 (3): 395-400.

Felton, A., Wood, J., Felton, A. M., Hennessey, B., & Lindenmayer, D. B. 2008. Bird community responses to reduced-impact logging in a certified forestry concession in lowland Bolivia. *Biological Conservation*, 141(2): 545-555.

Ferreira-Peruquetti, P. e De Marco Jr., P. 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.

Fidelis, L., Nessimian, J. L., Hamada, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 38 (1): 127 – 134.

Fleck, G. 2003a. Contribution à la connaissance des Odonates de Guyane française: Notes sur des larves des genres *Orthemis*, *Diastatops* et *Elga* (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 32 (4): 335–344.

Fleck G. 2003b. Contribution à la connaissance des Odonates de Guyane française. Les larves des genres *Argyrothemis* Ris, 1911 et *Oligoclada* Karsch, 1889 (Insecta, Odonata, Anisoptera, Libellulidae). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, S. B 104: 341–352.

Flenner, I., Sahlén, G. 2008. Dragonfly community re-organisation in boreal forest lakes: rapid species turnover driven by climate change? *Insect Conservation and Diversity*, 1: 169–179.

Fonseca, A., Souza Jr., C. and Veríssimo, A. 2014. Deforestation report for the Brazilian Amazon (October 2014) SAD (p. 10). Belém: Imazon.

Francez, L. M. B., Carvalho, J. O. P., Jardim, F. C. S. 2007. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de terra firme na região de Paragominas, PA. *Acta Amazonica*, 37: 219 - 228.

Franco, G. M. S., Takeda, A. M. 2002. Spatial and temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two floodplain lakes from the upper Paraná River, Brazil. *Acta Scientiarum*, 24 (2): 345-351.

Foley, J. A., Asner, G. P., Costa, M. H., Coe, M. T., DeFries, R., Gibbs, H. K., ... e Snyder, P. 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5 (1): 25-32.

Gotelli, N. J., Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.

Neiss, U. G. and Hamada, N. Ordem Odonata. 2014. IN: Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. (orgs) Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. 2014. Embrapa Meio-Norte-Livros científicos.

- Hawking, J. H., New, T. R. (2002). Interpreting dragonfly diversity to aid in conservation assessment: lessons from the Odonata assemblage at Middle Creek, north-eastern Victoria, Australia. *Journal of Insect Conservation*, 6 (3): 171-178.
- Heckman, C. W. *Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata – Anisoptera*. Springer. 2006. 725p.
- Henriques, L. M. P., Wunderle Jr., J. M., Oren, D. C., Willig, M. R. 2008. Efeitos da Exploração Madeireira de Baixo Impacto sobre uma Comunidade de Aves de Sub-bosque na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. *Acta Amazônica*, 38 (2): 267-290.
- Hofmann, T. A., Mason, C. F. 2005. Habitat characteristics and the distribution of Odonata in a lowland river catchment in eastern England. *Hydrobiologia*, 539 (1): 137-147.
- Hughes, R. M. Peck, D. V. 2008. Acquiring data for large aquatic resource surveys: the art of compromise among science, logistics, and reality. *Journal of the North American Benthological Society*, 27 (4): 837-859.
- Hynes, H. B. N. 1970. *The ecology of running waters*. Univ. Toronto Press. xxiv+555 p.
- Jackson, D. A. 1993. Stopping rules in principal component analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74: 2204–2214.
- Juen, L., Cabette, H. S. R., & De Marco Jr, P. 2007. Odonate assemblage structure in relation to basin and aquatic habitat structure in Pantanal wetlands. *Hydrobiologia*, 579(1): 125-134.

Juen, L. De Marco Jr., P. 2012. Dragonfly endemism in the Brazilian Amazon: competing hypotheses for biogeographical patterns. *Biodivers Conserv*, 21: 3507–3521.

Juen, L., Oliveira-Junior, J. M. B. D., Shimano, Y., Mendes, T. P., Cabette, H. S. R. 2014. Composition and richness of Odonata (Insecta) in streams with different levels of conservation in a Cerrado-Amazonian Forest ecotone. *Acta Amazonica*, 44 (2): 223-233.

Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Wittman, F. 2012. A classification of major natural habitats of Amazonian whitewater river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, 20: 461 – 475.

Kadoya, T., Suga, S., Tsubaki, Y. Washitani, I. 2008. The sensitivity of dragonflies to landscape structure differs between life-history groups. *Landscape Ecology*, 23: 149–158.

Lammert, M., & Allan, J. D. 1999. Assessing biotic integrity of streams: effects of scale in measuring the influence of land use/cover and habitat structure on fish and macroinvertebrates. *Environmental Management*, 23(2): 257-270.

Lee Foote, A., Rice Hornung, C. L. 2005. Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecological Entomology*, 30 (3): 273-283.

Lima, W. P., Zakia, M. J. B. 2000. Hidrologia de Matas Ciliares. In: Leitão Filho, H. F., Rodrigues, R. R. (eds). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, São Paulo. 33-44p.

- Lourenço, L. S., Mateus, L. A., Machado, N. G. 2008. Sincronia na reprodução de *Moenkhausia sanctaefilomenae* (Steindachner) (Characiformes:Characidae) na planície de inundação do rio Cuiabá, Pantanal Mato-grossense, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25 (1): 20–27.
- Magoba, R. N., Samways, M. J. 2010. Recovery of benthic macroinvertebrate and adult dragonfly assemblages in response to large scale removal of riparian invasive alien trees. *Journal of Insect Conservation*, 14 (6): 627-636.
- May, M. L. 1976. Thermoregulation in adaptation to temperature in dragonflies (Odonata:Anisoptera). *Ecological Monographs*, 46 (1): 1-32.
- McArdle B.H., M. J. Anderson, 2001. Fitting multivariate models to community data:a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82: 290-297.
- McCune, B., Mefford, M. J. 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data, Version 4 for Windows, [User's Guide]. MjM software design.
- Meals, D. W., Dressing, S. A., e Davenport, T. E. 2010. Lag time in water quality response to best management practices: A review. *Journal of Environmental Quality*, 39 (1): 85-96.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W. (Eds.). 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall Hunt.
- Molozzi, J., França, J. S., Araujo, T. L., Viana, T. H., Hughes, R. M., Callisto, M. (2011). Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. *Iheringia, Série Zoologia*, 101: 191-199.

Morley, S. A., Karr, J. R. 2002. Assessing and restoring the health of urban streams in the Puget sound basin. *Conservation Biology*, 16: 1498–1509.

Mulholland, P. J. 1992. Regulation of nutrient concentrations in a temperate forest stream: roles of upland, riparian, and instream processes. *Limnology and Oceanography*, 37 (7): 1512-1526.

Nessimian, J. L., Venticinque, E., Zuanon, J., De Marco Jr, P., Gordo, M., Fidelis, L., Batista, J. D., Juen, L. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*, 614: 117-131.

Norris R. H., Thoms, M. C. 1999. What is river health? *Freshwater Biology*, 41: 197–209.

Oertli, B., Joye, D. A., Castella, E., Juge, R., Cambin, D., Lachavanne, J. B. 2002. Does size matter? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation*, 104: 59–70.

Pearson, K. 1901. On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine*, 2 (6): 559–572.

Peck, D. V., *et al.*, 2006. Environmental monitoring and assessment program-surface waters western pilot study: field operations manual for wadeable streams. EPA/620/R-06/003. U.S. Environmental protection agency, office of research and development, Washington, D.C.

Primack, R. B., Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. E. Rodrigues, Londrina. 328p.

Quinn, J. M., Coop, A. B., Davies-Colley, R. J., Rutherford, J. C., Williamson, R. B. 1997. Land-use effects on habitat, water quality, periphyton, and benthic invertebrates. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 31: 579-597.

Quinn, J. M., Williamson, R. B., Smith, R. K., Vickers, M. L. 1992. Effects of riparian grazing on streams in Southland, New Zealand. 2. Benthic invertebrates. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26: 259-273.

R Development Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Rempel, L. L., Richardson, J. S., Healey, M. C. 2000. Macroinvertebrate community structure along gradients of hydraulic and sedimentary conditions in large gravel-bed river. *Freshwater Biology*, 45: 57–73.

Resh, V. H., e Rosenberg, D. M. 1989. Spatial–temporal variability and the study of aquatic insects. *The Canadian Entomologist*, 121 (11): 941-963.

Rondineli, G. R., Braga, F. M. S. 2009. Reproduction of the fish community of Passa Cinco Stream, Corumbataí River sub-basin, São Paulo State, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 70 (1): 181-188.

Sahlén, G. 2006. Specialists vs. generalists in the Odonata—the importance of forest environments in the formation of diverse species pools. *Forests and Dragonflies*, 153-179.

Samways, M. J., Sharratt, N. J. 2010. Recovery of endemic dragonflies after removal of invasive alien trees. *Conservation Biology*, 24 (1): 267-277.

Saunders, D. L., Meeuwig, J. J., Vicent, A. C. J. 2002. Freshwater protected areas: Strategies for conservation. *Conservation Biology*, 16 (1): 30-41.

Scarsbrook, M. R., Townsend, C. R. 1993. Stream community structure in relation to spatial and temporal variation: a habitat templet study of two contrasting New Zealand streams. *Freshwater Biology*, 29: 395–410.

Schindler, M., Fesl, C., Chovanec, A. 2003. Dragonfly Associations (Insecta:Odonata) in Relation to Habitat Variables: a Multivariate Approach. *Hydrobiologia*, 497: 169-180.

Schlosser, I. J. 1991. Stream fish ecology: A landscape perspective. *BioScience* 41(10):704–712.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: *The Amazon* (pp. 127-165). Springer Netherlands.

Smith, J., Samways, M. J., Taylor, S. 2007. Assessing riparian quality using two complementary sets of bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 16 (9): 2695-2713.

Southwood, T. R. E. 1977. Habitat, the templet for ecological strategies? *The Journal of Animal Ecology*, 337-365.

Southwood, T. R. E. 1988. Tactics, strategies and templets. *Oikos*, 3-18.

Stoks, R., and De Block, M. 2011. Rapid growth reduces cold resistance: evidence from latitudinal variation in growth rate, cold resistance and stress proteins. *PLoS One*, 6(2): e16935.

Sweeney, B. W., Bott, T. L., Jackson, J. K., Kaplan, L. A., Newbold, J. D., Standley, L. J., Hession, W. C., Horwitz, R. J. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing, and

loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101: 14132–14137.

Ter Braak, C. J. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. In: *Theory and models in vegetation science* (pp. 69-77). Springer Netherlands.

Tucci, C. E., Clarke, R. T. 1997. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento:revisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 2 (1): 135-152.

Val, Adalberto L.; Vera Maria F. de Almeida-Val, Philip M. Fearnside, Geraldo M. dos Santos, Maria Tereza F. Piedade, Wolfgang Junk, Sergio R. Nozawa, Solange T. da Silva, Fernando Antonio de C. Dantas. 2010. Amazônia: Recursos hídricos e sustentabilidade. pp. 95-109. In: Bicudo, C.E.M., Tundisi, J.G. e Scheuenstuhl, M.C.B. (eds.) *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. Instituto de Botânica, São Paulo. 222 pp.

Van Praet, N., Covaci, A., Teuchies, J., De Bruyn, L., Van Gossum, H., Stoks, R., & Bervoets, L. 2012. Levels of persistent organic pollutants in larvae of the damselfly *Ischnura elegans* (Odonata, Coenagrionidae) from different ponds in Flanders, Belgium. *Science of the Total Environment*, 423: 162-167.

von Ellenrieder, N. 2011. Odonata (dragonflies and damselflies) of the Wamalasamutu region, Suriname. In: O’Shea, B.J., L.E. Alonso, T.H. Larsen, (eds.). 2011. *A Rapid Biological Assessment of the Kwamalasamutu region, Southwestern Suriname*. RAP Bulletin of Biological Assessment 63. Conservation International, Arlington, VA.

Watrin, O. S., Rocha, A. M. A. Levantamento da Vegetação Natural e do Uso da Terra no Município de Paragominas (PA) Utilizando Imagens TM/Landsat. EMBRAPA, 1992. 40p.

Zar, J.H. 2008. Biostatistical analysis. 5 ed. New Jersey:Prentice-Hall Press.

Zolin, C. A., Folegatti, M. V., Mingoti, R., Sánchez-Román, R. M., Paulino, J.,
González, A. M. G. O. 2011. Minimização da erosão em função do tamanho e
localização das áreas de floresta no contexto do Programa “Conservador das
Águas”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35 (6): 2157-2166.

APÊNDICES

Apêndice I: Tabela de abundância com as famílias, gêneros e morfoespécies da subordem Anisoptera e Zygoptera. Os morfótipos com maior n amostral estão em destaque (*). N: número de indivíduos.

FAMÍLIA	GÊNERO	MORFOESPÉCIE	N
Anisoptera			
Cordullidae	<i>Aeschnosoma</i> Selys, 1870	<i>Aeschnosoma</i> sp. 1	34
	<i>Lauromacromia</i> Geijskes, 1970	<i>Lauromacromia</i> sp. 1	1
	<i>Rialla</i> Navás, 1915	<i>Rialla</i> sp. 1	1
	<i>Agriogomphus</i> Williamson, 1918	<i>Agriogomphus</i> sp. 1	13
Gomphidae	<i>Archaeogomphus</i> Williamson, 1919	<i>Archaeogomphus</i> sp. 1	39
	<i>Cyanogomphus</i> Selys, 1873	<i>Cyanogomphus</i> sp. 1	1
	<i>Desmogomphus</i> Williamson, 1920	<i>Desmogomphus</i> sp. 1	37
	<i>Epigomphus</i> Hagen in Selys, 1854	<i>Epigomphus</i> sp. 1	11
	<i>Erpetogomphus</i> Selys, 1858	<i>Erpetogomphus</i> sp. 1	42
	<i>Erpetogomphus</i> Selys, 1858	<i>Erpetogomphus</i> sp. 2	52
	<i>Neogomphus</i> Selys, 1858	<i>Neogomphus</i> sp. 1	17
	<i>Phyllocycla</i> Calvert, 1948	<i>Phyllocycla</i> sp. 1	1
	<i>Praeviogomphus</i> Belle, 1995	<i>Praeviogomphus</i> sp. 1	15
	<i>Progomphus</i> Selys, 1854	<i>Progomphus</i> sp. 1	4
	<i>Progomphus</i> Selys, 1854	<i>Progomphus</i> sp. 2	7
	<i>Progomphus</i> Selys, 1854	<i>Progomphus</i> sp. 3	3
	<i>Zonophora</i> Selys, 1854	<i>Zonophora</i> sp. 1	1
	<i>Zonophora</i> Selys, 1854	<i>Zonophora</i> sp. 2 *	25
	<i>Zonophora</i> Selys, 1854	<i>Zonophora</i> sp. 3	68
<i>Argyrothemis</i> Ris, 1909	<i>Argyrothemis</i> sp. 1 *	49	
Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i> Kirby, 1894	<i>Brechmorhoga</i> sp. 1	68
	<i>Diastatops</i> Rambur, 1842	<i>Diastatops</i> sp. 1	12
	<i>Elasmothermis</i> Westfall, 1988	<i>Elasmothermis</i> sp. 1	2
	<i>Elga</i> Ris, 1909	<i>Elga</i> sp. 1 *	6
	<i>Erythemis</i> Hagen, 1861	<i>Erythemis</i> sp. 1	144
	<i>Fylgia</i> Kirby, 1889	<i>Fylgia</i> sp. 1	1
	<i>Gynothemis</i> Calvert in Ris, 1909	<i>Gynothemis</i> sp. 1	10
	<i>Macrothemis</i> Hagen, 1868	<i>Macrothemis</i> sp. 1	14
	<i>Oligoclada</i> Karsch, 1890	<i>Oligoclada</i> sp. 1	24
<i>Perithemis</i> Hagen, 1861	<i>Perithemis</i> sp. 1	49	

	<i>Perithemis</i> Hagen, 1861	<i>Perithemis</i> sp. 2	24
	<i>Zenithoptera</i> Selys, 1869	<i>Zenithoptera</i> sp. 1	4
			4
		<i>Mnesarete/Heaterina</i> sp.	
Zygoptera	<i>Mnesarete/Heaterina</i>	1 *	
Calopterygidae	<i>Acanthagrion</i> Selys, 1876	<i>Acanthagrion</i> sp. 1	52
Coenagrionidae	<i>Acanthagrion</i> Selys, 1876	<i>Acanthagrion</i> sp. 2	12
	<i>Acanthagrion</i> Selys, 1876	<i>Acanthagrion</i> sp. 3	3
	<i>Argia</i> Rambur, 1842	<i>Argia</i> sp. 1 *	1
	<i>Argia</i> Rambur, 1842	<i>Argia</i> sp. 2	65
	<i>Nehalennia</i> Selys-Longchamps, 1850	<i>Nehalennia</i> sp. 1	2
	<i>Oxyagrion</i> Selys, 1876	<i>Oxyagrion</i> sp. 1	3
	<i>Teinopodagrion</i> , De Marmels 2001	<i>Teinopodagrion</i> sp. 1	2
	<i>Oxystigma</i> Selys, 1862	<i>Oxystigma</i> sp. 1*	1
	<i>Oxystigma</i> Selys, 1862	<i>Oxystigma</i> sp. 2	85
	<i>Heliocharis</i> Selys, 1853	<i>Heliocharis</i> sp. 1	4
	<i>Perilestes</i> Hagen in Selys, 1862	<i>Perilestes</i> sp. 1	1
Dicteriadidae	<i>Chalcopteryx</i> Selys, 1853	<i>Chalcopteryx</i> sp. 1	3
Perilestidae	<i>Polythore</i> Calvert, 1917	<i>Polythore</i> sp. 1	27
Polythoridae	<i>Idioneura</i> Selys, 1860	<i>Idioneura</i> sp. 1	20
Protoneuridae	<i>Neoneura</i> Selys, 1860	<i>Neoneura</i> sp. 1	4
	<i>Neoneura</i> Selys, 1860	<i>Neoneura</i> sp. 2	8
	<i>Protoneura</i> Selys, 1857	<i>Protoneura</i> sp. 1	6
			7
Total			1087

ANEXOS

Tabela A. I: Métricas com as variáveis avaliadas e suas siglas corespondentes ao protocolo de avaliação do hábitat físico segundo a metodologia de Peck *et al.*,(2006) e Hughes Peck (2008).

Métricas	Sigla
Abrigo Natural (Incluindo Banco de Folhas e Raízes Vivas)	XFC_LIF
Algas (%)	PCT_AL
Qualquer Tipo de Piscina	PCT_POOL
Área molhada no Trecho (Largura x Profundidade) (m ²)	XWXD
Área Molhada Seção (Largura X Profundidade) (m ²)	XWXD_P
Piscina por Remanso (%)	PCT_PB
Rocha (Lisa+ Rugosa) (%)	PCT_BDRK
Rocha Rugosa (%)	PCT_RR
Rocha Lisa (%)	PCT_RS
Qualquer Matacão (Grande+ Pequeno) (%)	PCT_BL
Cascatas (%)	PCT_CA
Banco de Folhas (%)	PCT_BF
Bloco (%)	PCT_CB
Concreto (%)	PCT_RC
Desvio Padrão Cobertura Dossel	DPCD
Desvio Padrão Cobertura intermediária	DPCI
Desvio Padrão Cobertura total	DPCT
Desvio Padrão Dossel+ intermediária	DPDI
Desvio Padrão Dossel+ intermediária lenhosa	DPDIL
Desvio Padrão Ervas Rasteiras	SDGH
Desvio Padrão Rasteira Lenhosa	SDGW
Desvio Padrão Subbosque Ervas	SDMH
Desvio Padrão Subbosque Lenhoso	DPSL
Desvio Padrão Altura Incisão (m)	DPAI
Desvio Padrão Altura Leito Sazonal (m)	SDBKF_H
Desvio Padrão Ângulo Margens (graus)	SDBKA
Desvio Padrão Área Molhada Seção (Largura X Profundidade) (m ²)	SDWXD_P
Desvio Padrão Cobertura Lenhosa	DPCL
Desvio Padrão Declividade Trecho %	VSLOPE_%
Desvio Padrão Distância Margens Escavadas (m)	SDUN
Desvio Padrão Dossel Árvores Grande	DPDAG
Desvio Padrão Dossel Árvores Pequenas	DPDAP
Desvio Padrão Dossel Canal (%)	VCDENMID
Desvio Padrão Dossel Margens (%)	VCDENBANK
Desvio Padrão Elevação Trecho	VSLOPE
Desvio Padrão Imersão (Canal + Margens) (%)	VEMBED
Desvio Padrão Imersão (Canal) (%)	VCEMBED
Desvio Padrão Largura Leito Sazonal (m)	SDBKF_W

Desvio Padrão Largura Molhada (m)	SDWIDTH
Desvio Padrão Profundidade Seção (cm)	SDDEPTH_S
Desvio Padrão Profundidade Talvegue (cm)	SDDEPTH_T
Desvio Padrão Razão Largura e Profundidade Seção	SDWD_RAT_P
Desvio Padrão Solo Exposto	SDGB
Desvio Padrão Tamanho Substrato	DPTS
Canal Seco (%)	PCT_DR
Quedas D'água (%)	PCT_FA
Material suspenso fino (%)	PCT_FN
Serrapilheira Fina (%)	PCT_SF
GL+ All Pool Types	PCT_SLOW
Fluxo Suave (%)	PCT_GL
Cascalho Grosso (%)	PCT_GC
Cascalho Fino (%)	PCT_GF
Argila Consolidada (%)	PCT_HP
Piscina por Represamento (%)	PCT_PD
Índice de Proximidade Canos	W1H_PIPE
Índice de Proximidade Construção	W1H_WALL
Índice de Proximidade Cultura	W1H_CROP
Índice de Proximidade Estacionamento	W1H_PARK
Índice de Proximidade Estrada	W1H_PVMT
Índice de Proximidade Impacto Agrícola	W1_HAG
Índice de Proximidade Impacto Não agrícola	W1_HNOAG
Índice de Proximidade Impacto Total	W1H_HALL
Índice de Proximidade Lixo	W1H_LDFL
Índice de Proximidade Mineração	W1H_MINE
Índice de Proximidade Muro	W1H_BLDG
Índice de Proximidade Pasto	W1H_PSTR
Índice de Proximidade Rodovia	W1H_ROAD
Índice de Proximidade Silvicultura	W1H_LOG
Large Boulder - Matacão Grande (%)	PCT_XB
Piscina formada pela Margem (%)	PCT_PL
Log10 - Relative Bed Stability (Diâmetro Crítico)	LRBS
Log10 Subst. D50	LSUB_DMM
Macrófitas (%) (NEW)	PCT_MA
Média Abrigo - Alga Filamentosa	XFC_ALG
Média Abrigo - Árvores Vivas	XFC_ROT
Média Abrigo - Banco de Folhas	XFC_LEB
Média Abrigo - Estruturas Artificiais	XFC_HUM
Média Abrigo - Macrófita	XFC_AQM
Média Abrigo - Madeira Grande	XFC_LWD
Média Abrigo - Madeira Pequena	XFC_BRS
Média Abrigo - Margem Escavada	XFC_UCB
Média Abrigo - Matacão	XFC_RCK
Média Abrigo - Vegetação Pendurada	XFC_OHV
Média Abrigo Antropogênico (Estruturas Artificiais)	XFC_ANT

Média Abrigo Grande	XFC_BIG
Média Abrigo Natural	XFC_NAT
Média Abrigo Total	XFC_ALL
Média Abrigo Total + Algas e Macrófitas	XFC_TOT
Média Altura Incisão (m)	XINC_H
Média Altura Leito Sazonal (m)	XBKF_H
Média Ângulo Margens (graus)	XBKA
Média Cobertura Dossel	MCD
Média Cobertura intermediária	MCI
Média Cobertura lenhosa	MCL
Média Cobertura rasteira	MCR
Média Cobertura total	MCT
Média Declividade Trecho %	XSLOPE_%
Média Distância Margens Escavadas (m)	XUN
Média Dossel Árvores Grandes	MDAG
Média Dossel Árvores Pequenas	MDAP
Média Dossel Canal (%)	MDC
Média Dossel Margens (%)	MDM
Média Dossel+ intermd	MDI
Média Dossel+ intermediária.lenho	MDIL
Média Elevação Trecho	XSLOPE
Média Imersão (Canal + Margens) (%)	XEMBED
Média Imersão (Canal) (%)	XCEMBED
Média Largura Barras de Canal (m)	XBAR
Média Largura Leito Sazonal (m)	XBKF_W
Média Largura Molhada (m)	XWIDTH
Média Piscinas Residuais (m ² por 100m de Canal)	RP100
Média Profundidade Seção (cm)	XDEPTH_S
Média Profundidade Talvegue (cm)	XDEPTH_T
Média Rasteira Ervas	XGH
Média Rasteira Lenhosa	XGW
Média Solo Exposto	XGB
Média Subbosque Ervas	XMH
Média Subbosque Lenhoso	XMW
Média Tamanho Substrato	Dgm_X
Nº Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 1	C1W_MSQ
Nº Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 2	C2W_MSQ
Nº Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 3	C3W_MSQ
Nº Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 4	C4W_MSQ
Nº Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 5	C5W_MSQ
Nº Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 1	C1T_100
Nº Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 2	C2T_100
Nº Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 3	C3T_100
Nº Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 4	C4T_100
Nº Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 5	C5T_100
Nº Madeira Leito + Superior / m ² - Classe de Tamanho 1	C1T_MSQ

Nº Madeira Leito + Superior / m ² - Classe de Tamanho 2	C2T_MSQ
Nº Madeira Leito + Superior / m ² - Classe de Tamanho 3	C3T_MSQ
Nº Madeira Leito + Superior / m ² - Classe de Tamanho 4	C4T_MSQ
Nº Madeira Leito + Superior / m ² - Classe de Tamanho 5	C5T_MSQ
Nº Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 1	C1W_100
Nº Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 2	C2W_100
Nº Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 3	C3W_100
Nº Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 4	C4W_100
Nº Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 5	C5W_100
Nº Madeira Total Acima / 100m - Classe de Tamanho 1	C1D_100
Nº Madeira Total Acima / 100m - Classe de Tamanho 2	C2D_100
Nº Madeira Total Acima / 100m - Classe de Tamanho 3	C3D_100
Nº Madeira Total Acima / 100m - Classe de Tamanho 4	C4D_100
Nº Madeira Total Acima / 100m - Classe de Tamanho 5	C5D_100
Nº Madeira Total Acima / m ² - Classe de Tamanho 1	C1D_MSQ
Nº Madeira Total Acima / m ² - Classe de Tamanho 2	C2D_MSQ
Nº Madeira Total Acima / m ² - Classe de Tamanho 3	C3D_MSQ
Nº Madeira Total Acima / m ² - Classe de Tamanho 4	C4D_MSQ
Nº Madeira Total Acima / m ² - Classe de Tamanho 5	C5D_MSQ
Outros (%)	PCT_OT
Piscina após Queda D'água (%)	PCT_PP
Presença de Sedimento Pequeno no Talvegue (% do trecho)	PCTRSED
Presença Dossel e Subbosque Transecto	XPCM
Presença Dossel por Transecto	XPCAN
Presença Subbosque por Transecto	XPMID
Presença Vegetação Rasteira por Transecto	XPGVEG
Presença Vegetação Ripária por Transecto	XPCMG
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Alga Filamentosa	PFC_ALG
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Antropogênico	PFC_ANT
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Árvores Vivas	PFC_ROT
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Banco de Folhas	PFC_LEB
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Estruturas Artificiais	PFC_HUM
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Grande	PFC_BIG
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Macrófita	PFC_AQM
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Madeira Grande	PFC_LWD
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Madeira Pequena	PFC_BRS

Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Margem Escavada	PFC_UCB
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Matacão	PFC_RCK
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Natural	PFC_NAT
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Total	PFC_ALL
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Total + Macrófitas e Algas	PFC_TOT
Proporção Abrigo (Nº de Registros nas 11 Medições) - Vegetação Pendurada	PFC_OHV
Proporção Abrigo Natural (Incluindo Banco de Folhas e Raízes Vivas) (Nº de Registros nas 11 Medições)	PFC_LIF
Proporção de Impacto Humano Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - Total (margem + < 10m + > 10m) (B+C+P)	X_HAG
Proporção de Impacto Humano Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - Margem (B)	XB_HAG
Proporção de Impacto Humano Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - < 10m (C)	XC_HAG
Proporção de Impacto Humano Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - > 10m (P)	XF_HAG
Proporção de Impacto Humano Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - (< 10m + > 10m) (B+P)	XCB_HAG
Proporção de Impacto Humano Não Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - Total (margem + < 10m + > 10m) (B+C+P)	X_HNOAG
Proporção de Impacto Humano Não Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - Margem (B)	XB_HNOAG
Proporção de Impacto Humano Não Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - < 10m (C)	XC_HNOAG
Proporção de Impacto Humano Não Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - > 10m (P)	XF_HNOAG
Proporção de Impacto Humano Não Agrícola por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - (< 10m + > 10m) (B+P)	XCB_HNOAG
Proporção de Impacto Humano por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - Total (margem + < 10m + > 10m) (B+C+P)	X_HALL
Proporção de Impacto Humano por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - Margem (B)	XB_HALL
Proporção de Impacto Humano por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) - < 10m (C)	XC_HALL
Proporção de Impacto Humano por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) no fora do plot ripario	XF_HALL
Proporção de Impacto Humano por Trecho (Nº de Registros nas 22 Medições) nos plots rio+ ripario	XCB_HALL
Rapids - Rápidos (%)	PCT_RA

Razão Largura e Profundidade no Trecho	XWD_RAT
Razão Largura e Profundidade Seção	XWD_RAT_P
Relative Bed Stability (Diâmetro Crítico)	RBS
Riffle - Corredeiras (%)	PCT_RI
Roots - Raízes Finas (%)	PCT_RT
Sand - Areia (%)	PCT_SA
Sequência Fluxo Rápido e Lento	SEQ_FLO_2
Sequência Fluxo Rápido, Suave e Piscinas (1= Heterogeneidade Máxima, 0= Homogeneidade Máxima)	SEQ_FLO_1
Sinuosidade Trecho	SINU
Small Boulder - Matação Pequeno (%)	PCT_SB
SubDM(D50)	SubDM(D50)
Substrato < 16 mm Diâmetro - Transecto e Mesotransecto (%)	PCT_SFGE_S
Substrato > 16mm Diâmetro (%)	PCT_BIGR
Total Organic - Matéria Orgânica (%)	PCT_ORG
Trench Pool - Piscina Formada por Trincheira (%)	PCT_PT
Volume Madeira Fora / 100m - Classe de Tamanho 1	V1W_100
Volume Madeira Fora / 100m - Classe de Tamanho 2	V2W_100
Volume Madeira Fora / 100m - Classe de Tamanho 3	V3W_100
Volume Madeira Fora / 100m - Classe de Tamanho 4	V4W_100
Volume Madeira Fora / 100m - Classe de Tamanho 5	V5W
Volume Madeira Fora / m ² - Classe de Tamanho 1	V1W_MSQ
Volume Madeira Fora / m ² - Classe de Tamanho 2	V2W_MSQ
Volume Madeira Fora / m ² - Classe de Tamanho 3	V3W_MSQ
Volume Madeira Fora / m ² - Classe de Tamanho 4	volume fora / metro quaDraDo (
Volume Madeira Fora / m ² - Classe de Tamanho 5	V5W_MSQ
Volume Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 1	V1W_MSQ
Volume Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 2	V2W_MSQ
Volume Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 3	V3W_MSQ
Volume Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 4	V4W_MSQ
Volume Madeira Leito / m ² - Classe de Tamanho 5	V5W_MSQ
Volume Madeira Leito + Sup / 100m - Classe de Tamanho 1	V1T_MSQ
Volume Madeira Leito + Sup / 100m - Classe de Tamanho 2	V2T_MSQ
Volume Madeira Leito + Sup / 100m - Classe de Tamanho 3	V3T_MSQ
Volume Madeira Leito + Sup / 100m - Classe de Tamanho 4	V4T_MSQ
Volume Madeira Leito + Sup / 100m - Classe de Tamanho 5	V5T_MSQ
Volume Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 1	V1T_100
Volume Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 2	V2T_100
Volume Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 3	V3T_100
Volume Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de Tamanho 4	V4T_100
Volume Madeira Leito + Superior / 100m - Classe de	V5T_100

Tamanho 5

Volume Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 1	V1W_100
Volume Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 2	V2W_100
Volume Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 3	V3W_100
Volume Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 4	V4W_100
Volume Madeira no Leito / 100m - Classe de Tamanho 5	V5W_100
Wood - Madeira (%)	PCT_WD
