



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Programa de Pós-Graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**EFEITO DO DRIFT NO ANINHAMENTO DE COMUNIDADES DA ORDEM
EPHEMEROPTERA E TRICHOPTERA AO LONGO DO RIO XINGU**

THAYARA BELO LEAL

BELÉM/PA

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

Programa de Pós-Graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



THAYARA BELO LEAL

**EFEITO DO DRIFT NO ANINHAMENTO DE COMUNIDADES DA ORDEM
EPHEMEROPTERA E TRICHOPTERA AO LONGO DO RIO XINGU**

Dissertação encaminhada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau Mestre em Ecologia Aquática e Pesca

Orientador: Bruno Godoy Spacek

Co-orientador: Tommaso Giarrizzo

BELÉM/PA

2017

THAYARA BELO LEAL

**EFEITO DO DRIFT NO ANINHAMENTO DE COMUNIDADES DA ORDEM
EPHEMEROPTERA E TRICHOPTERA AO LONGO DO RIO XINGU**

Dissertação encaminhada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do grau Mestre em Ecologia Aquática e Pesca, cuja banca examinadora composta pelos professores listados abaixo, tendo obtido o conceito

Dissertação apresentada em 21 de Fevereiro de 2017

Orientador:



Dr. Bruno Spacek Godoy
Universidade Federal do Pará – UFPA



Dr. Tommaso Giarrizzo
Universidade Federal do Pará

Banca Examinadora:



Dr. Leandro Juen
Universidade Federal do Pará – UFPA



Dr. Raphael Ligeiro Barroso Santos
Universidade Federal do Pará – UFPA



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

Suplentes:

Dr. Luciano Fogaça de Assis Montag
Universidade Federal do Pará – UFPA

Dr. Yulie Feitosa Shmano
Universidade Federal do Pará – UFPA

BELÉM/PA

2017

Instituições e Fontes Financiadoras:



*A persistência realiza o impossível.
Provérbio Chinês*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que tem me guiado nessa caminhada, também sou grata à meus pais Carlos e Rosely por estarem sempre do meu lado e por me orientarem me ajudando sempre a tomar a melhor decisão, à meus irmãos Wellington e Henrique que sempre me escutam e tentam entender todos os meus momentos.

Dedico à minha avó Elisia (in memoriam) que sendo a matriarca da família orientou a todos sempre valorizando a importância do estudo e se alcancei uma graduação e o mestrado foi devido ao esforço inicial dela.

Agradeço ao meu orientador Bruno Spacek por toda paciência em me ensinar e por todas as correções que recebi, principalmente por aceitar me orientar durante esse mestrado e que de fato me orientou. Sou grata ao professor Tommaso Giarrizzo que disponibilizou o espaço e as ferramentas para que eu pudesse realizar meu trabalho.

Durante o curso de mestrado pude fazer novas amizades que me acompanham até hoje, agradeço à Cláide, Nilson Yuri, Victoria, Surama Francielly, Naiara que vieram compartilhando comigo vários momentos, tanto os felizes quanto os de agonia. Também sou grata a Nayara que vem seguindo comigo desde a graduação, sendo uma pessoa que sei que posso contar.

Agradeço a todos os meus amigos do laboratório, à Fabíola, Priscila, Kurt, Paulo, Allan que sempre me ajudaram, respondendo a todas as minhas dúvidas e sempre me incentivando, em especial ao Rory que me cobrava mais que meu próprio orientador, me dando prazos e me ensinando as coisas que eu não sabia, principalmente na parte de estatística. À Lorena e Wandrey que me ajudaram (e muito!) na análise do meu material, agradeço por se empenharem em aprender e pela responsabilidade demonstrada, sem a ajuda de vocês eu não teria conseguido terminar a tempo.

Sou grata a todos que me auxiliaram em campo durante as minhas coletas, ao seu Toinho, Negão, Fabinho, Neilton, Sérgio e Seu Balão.

Sou grata a todos que eu citei e aqueles que indiretamente fazem parte dessa trajetória, cada um foi fundamental para que eu concluísse o mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	13
Área de estudo.....	13
Procedimento de Amostragem	14
ANÁLISE DE DADOS	15
RESULTADOS	15
DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	23
AGRADECIMENTOS	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXO I	30
ANEXO II	33

RESUMO

O movimento de deriva é um mecanismo utilizado por diversos organismos, que consiste no deslocamento dentro da água permitindo a locomoção entre diferentes locais. Essa movimentação resultará em uma variação das comunidades de organismos ao longo rio, gerando padrões determinados, como aninhamento de comunidades ou mesmo acúmulo de diversidade a montante. Baseado nisso testamos as hipóteses a) a movimentação dos organismos ao longo de um gradiente montante-jusante resultará em um padrão de distribuição dos organismos nas comunidades de insetos aquáticos de forma aninhada; b) ocorrerá um aumento no número de indivíduos e de gêneros à medida em que nos aproximamos do ponto mais a jusante; c) ocorre o movimento de dispersão dos organismos em um gradiente montante-jusante. O presente estudo foi realizado em sete pontos de coleta distribuídos ao longo do rio Xingu. A coleta ocorreu no período noturno na região do canal do rio (área central). Com relação à distribuição de gêneros ao longo do rio não ocorreu aumento do número de gêneros no sentido montante-jusante ($F_{1,5} = 1,99$, $P > 0,28$). Não foi observado uma distribuição aninhada das comunidades no gradiente montante-jusante (NODF observado: 28,88; NODF estimado: 58,51; $T = 7,97$, $p < 0,01$). Com base nos resultados é possível visualizar que o movimento de dispersão gera um aninhamento dos gêneros a jusante do rio ($DD3 = 0,16$; $p < 0,01$), ocorrendo uma confluência para o último ponto de coleta, desse modo os organismos são carregados pelo fluxo da corrente d'água e são influenciados pelas características físicas do corpo hídrico adaptando-se ao tipo de ambiente em que estão situados.

Palavras-chave: Dispersão, Aninhamento, Insetos aquáticos

ABSTRACT

The drift movement is a mechanism used by several organisms, which consists of the displacement inside the water allowing locomotion between different places. This movement will result in a variation of the communities of organisms along the river, generating certain patterns, such the nestedness of communities or the accumulation of upstream diversity. Based on these arguments we test the hypotheses a) the movement of the organisms along a downstream gradient will result in a nestedness pattern of communities of the aquatic insects; b) the number of individuals and genera will increase in most downstream point; c) the dispersion movement of the organisms occurs in a downstream gradient. The study was elaborated in seven sites distributed along the Xingu River. The sample occurred in the night period in the region of the river channel (central area). There is no increase in the number of genera upstream-downstream ($F_{1,5} = 1.99$, $p > 0.28$). A nested distribution of the upstream-downstream communities was not observed (NODF observed: 28.88, estimated NODF: 58.51, $T = 7.97$, $p < 0.01$). It is possible to visualize that the dispersion movement generates the nestedness of the genera downstream in the river ($DD3 = 0.16$; $p < 0.01$). The organisms are driven to the most downstream point by the flow of the water stream and are influenced by the physical characteristics of the water body adapting to the type of environment in which they are situated.

Key-words: Dispersal, Nestedness, Aquatic insects

Dissertação no formato das normas da revista Hydrobiologia.

INTRODUÇÃO

O fluxo da água desempenha elevada importância na dinâmica de ambientes lóticos (e.g. rios e córregos) e está relacionado com a estabilidade de populações biológicas (Poff & Ward, 1991; Mundim Junior & Suárez, 2015). A movimentação da água promove a deriva de organismos, que consiste em seu transporte pelo fluxo da água. Esse comportamento está relacionado a diversos fatores, dentre eles velocidade da corrente, química da água, período do ano e fotoperíodo (Fierro et al., 2015). A deriva pode ser classificada em ativa, quando o organismo se lança na coluna d'água, a fim de fugir da predação, competição, ou buscar alimento, ou passiva quando o organismo involuntariamente é lançado na coluna d'água (Brittain & Eikeland, 1988; Poff & Ward, 1991; Brito-Junior et al., 2005; Castro et al., 2013a).

O estudo acerca do movimento de deriva é fundamental para entender o modo que ocorre o transporte desses organismos através do fluxo da água, compreender o processo de colonização e recolonização dos ambientes, bem como identificar o papel funcional ecossistêmico de diferentes espécies. A distribuição das espécies está ligada também as variáveis ambientais e à tolerância fisiológica de cada organismo (Cain et al., 2011). O movimento de deriva de insetos aquáticos pode ser responsável pela estabilidade e pela estrutura das comunidades existentes em cada ambiente através do processo de repovoamento de localidades. Desse modo os estudos acerca do movimento de deriva estão sendo utilizados para entender a distribuição dos organismos visando determinar a conexão entre as localidades (Poff & Ward, 1991; Anholt, 1995; Covich, 2006).

O fluxo da água é unidirecional, desse modo, o transporte de organismos carregados pela corrente é esperado em um sentido montante jusante. Assim, o padrão de distribuição de espécies dentro de um sistema lótico deve apresentar um acréscimo de espécies no sentido jusante. O padrão gerado pode ser também do tipo aninhado, no qual as comunidades encontradas a montante são um subconjunto das encontradas a jusante (Covich, 2006; Almeida-Neto et al., 2008). O conhecimento acerca da distribuição aninhada é importante para compreendermos os padrões de composição das comunidades nos ecossistemas (Ulrich et al., 2009). Entretanto, a maior parte dos estudos sobre o movimento de deriva está concentrada em riachos, resultando em uma lacuna de conhecimento em relação a grandes rios que apresentam uma dinâmica

diferenciada, com um fluxo de água mais intenso e variação entre os ambientes.

Os insetos aquáticos são fortemente influenciados pela dinâmica hídrica dos corpos aquáticos e para que possam se estabelecer no ambiente usam de mecanismos adaptados as condições a que estão submetidos (Mazzucco et al., 2015). Além do fluxo da água, esses organismos sofrem interferência do tipo de substrato, sendo que substratos rochosos comportam uma comunidade diferenciada quando comparada a ambientes arenosos (Bispo et al., 2006). A disponibilidade de alimento e predação também serão fatores limitantes e podem definir a densidade populacional de cada localidade (Ciborowski, 1982; Hay et al., 2008). Ambientes com elevada densidade populacional apresenta aumento de interações interespecíficas, causando a fuga de indivíduos que serão forçados a entrar na coluna d'água. O movimento de dispersão ativa ocorre de maneira mais intensa durante o período noturno, onde a falta de luminosidade oferece uma proteção contra os predadores garantindo um maior sucesso durante o deslocamento na coluna d'água (Bishop, 1969; Statzner et al., 1985; Koetsier et al., 1996). As ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) são as que mais dispõem de conhecimento acerca de sua distribuição e ciclo de vida dentre os insetos aquáticos. Além disso são ordens com elevada sensibilidade ambiental, ampla distribuição dentro dos ambientes lóticos, elevada abundância e cada ordem apresenta alta riqueza e complexidade, o que permite o seu uso como organismos modelos para estudos do processo de deriva.

O rio Xingu é caracterizando como um rio de grande porte, sendo que, apresenta ao longo de sua extensão uma heterogeneidade alta, caracterizado como um rio de alta complexidade. Suas paisagens são compostas por cachoeiras e corredeiras, onde nessas localidades a velocidade da corrente se apresenta bem variada, mediante a essa variação da corrente da água ocorrerá uma variação das comunidades biológicas dentro do seu curso, resultando em uma distribuição de espécies variadas dentro de cada ambiente (Camargo et al., 2015; Rodrigues-Filho et al., 2015)

A falta de estudos em rios de elevado tamanho prejudica a compreensão das dinâmicas ecossistêmicas e de que forma as alterações do fluxo da água altera a estrutura das comunidades de insetos aquáticos. Assim, neste estudo testamos as seguintes hipóteses: a) ocorrerá uma distribuição aninhada dos gêneros em um gradiente montante-jusante ao longo do rio Xingu; b) ocorrerá um aumento da abundância e a riqueza à medida que nos aproximamos do ponto mais a jusante no rio Xingu e c) a

comunidade de insetos aquáticos se movimentam no sentido montante-jusante.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no rio Xingu ($02^{\circ}51'33.1''\text{S}$ e $52^{\circ}19'28''\text{W}$), próximo ao município de Altamira, Pará, durante o período de cheia (abril de 2015) (Figura 1). O rio Xingu pertence à Bacia do rio Amazonas, localizado na margem direita do mesmo. Com uma extensão de 1.500 km da sua nascente no Planalto Central Brasileiro até a sua foz no rio Amazonas, drena uma área de 540 km². Suas águas são classificadas como claras, devido o contato entre suas águas e os substratos rochosos e depósitos de areias claras. O pH varia de 5,5 a 7,0 apresentando condutividade média de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, além de altas concentrações de oxigênio resultante do grande volume da água (Sioli, 1957; Salomão et al., 2007).

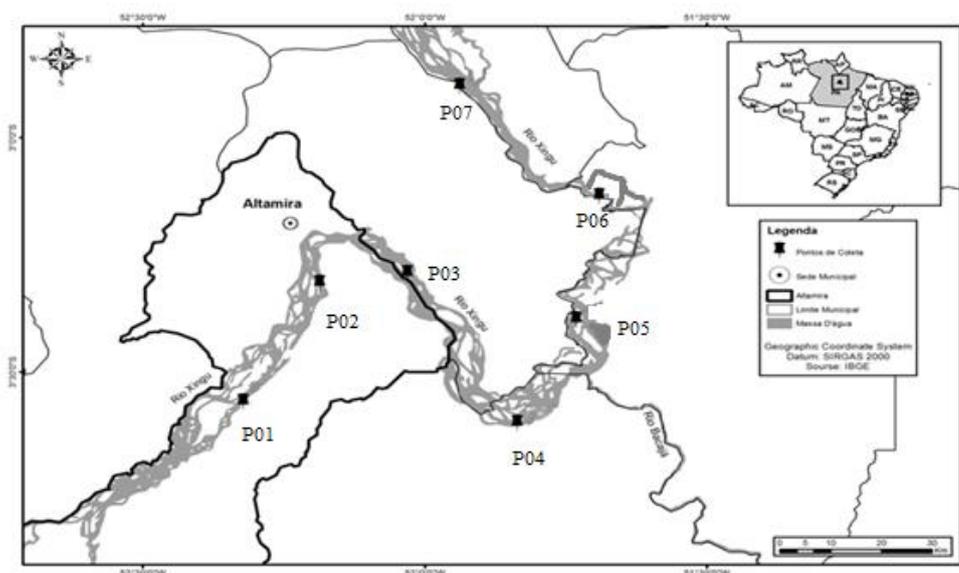


Figura 1: Pontos de amostragem de insetos aquáticos no rio Xingu no período de abril de 2015. As unidades amostrais estão simbolizados pelo código P e as setas indicam o gradiente montante jusante.

A vazão média durante o período de cheia varia de 8.000 a 10.000 m³/s e no período de seca a média é de 2.000 m³/s (ELETRONORTE, 2001). O período de cheia ocorre entre dezembro a abril e o de seca ocorre entre julho e novembro. Por estar localizado próximo ao Equador a bacia do rio Xingu apresenta um clima quente e de acordo com classificação de Köppen o clima é tropical e predominantemente úmido

(Am) (Critchfield, 1966). A temperatura anual média na região de Altamira-PA é de 27°C, o período de chuva inicia-se em novembro e o período seco em julho (Camargo, 2004; AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2014).

Procedimento de amostragem

As coletas ocorreram em sete localidades no rio Xingu durante o período noturno, na região central do rio denominada canal. O ambiente de canal é caracterizado por ter um fluxo maior e velocidade de corrente mais elevada quando comparada as regiões marginais do rio, apresenta também uma maior profundidade. O substrato tem como característica ser consideravelmente variado, na qual em sua composição possui rochas maiores e areia. Ao total foram realizadas 14 amostragens ao longo do curso do rio, pois em cada ponto realizamos duas sub-amostras em tempos distintos. Entretanto, para fins de análises consideramos as amostras conjuntas das duas sub-amostras. Em cada ponto de coleta medimos variáveis abióticas (pH, OD, condutividade, temperatura e velocidade da corrente) (anexo II).

Utilizamos uma rede de plâncton com aro de 50 cm de diâmetro e comprimento de 1,5 m, dispondo de uma abertura de malha de 300 µm (Bialettzki et al., 1999; Nakatani et al., 2001; Baumgartner et al., 2004). Atrémos um peso à rede visando o equilíbrio da mesma na coluna d'água. Fixou-se um fluxômetro à rede para determinar a quantidade de água filtrada e no final da rede foi adicionado um copo coletor. Realizamos as amostragens com o auxílio de uma canoa à motor, que, durante a coleta foi mantido ligado com baixa aceleração com a proa em direção a montante do rio. A rede foi posicionada contra a corrente, em uma profundidade média de 2 metros, por um período de 10 minutos, adaptando metodologias já previamente usadas em trabalhos com insetos aquáticos (Waters, 1972; Brittain & Eikeland, 1988; Castro et al., 2013a, 2013b). Os indivíduos das ordens Ephemeroptera e Trichoptera foram identificados até nível de gênero com o auxílio da literatura específica e os organismos coletados foram armazenados em recipientes de plásticos e estão depositados no Laboratório de Biologia Pesqueira da Universidade Federal do Pará.

ANÁLISES DE DADOS

Para verificar a relação entre o número de gêneros e a abundância de indivíduos com o gradiente montante jusante dos pontos amostrados, foi realizada uma regressão linear, utilizando a ordenação das amostras nesse gradiente como variável preditora. Usamos o NODF (*Nestedness metric based on Overlapping and Decreasing Fill*, (Almeida-Neto et al., 2008) para observar um padrão de aninhamento no gradiente montante jusante para a comunidade de insetos aquáticos dentro do percurso do rio. Essa métrica trabalha em um intervalo entre 0-100, sendo que 100 representa um conjunto perfeitamente aninhado. Os dados são organizados em uma matriz de linhas e colunas, onde, nas colunas estão os gêneros e nas linhas estão os pontos amostrados, calcula-se o NODF em pares de linhas e colunas, caso a linha anterior possua menor ou igual valor de gêneros que a posterior o valor do NODF será zero. Entretanto, se a linha anterior possuir valores de gêneros maiores que a posterior será realizada um porcentual de ocorrência que a linha posterior apresenta em comum com a anterior, gerando o resultado do NODF. Esse cálculo é realizado tanto para as linhas quanto para colunas e ao final será realizada a média geral resultando no NODF geral (Milesi & Melo, 2014; Pinha et al., 2016). Para o cálculo do NODF em nosso estudo mantivemos a ordem dos locais de coleta fixando os pontos no sentido montante jusante, gerando a real distribuição dos gêneros de insetos aquáticos no gradiente estudado. Realizamos o teste T para comparar os valores do NODF observado com a distribuição estimada em um modelo nulo de 1000 iterações para os valores de NODF.

A dispersão entre as comunidades dos pontos amostrados foi determinada através do coeficiente de dispersão da direção biogeográfica, utilizando o índice DD3 (Legendre & Legendre, 1984). Esse índice determina em que sentido está ocorrendo a movimentação das espécies entre comunidades de localidades que estejam conectadas geograficamente (Legendre & Legendre, 1984; Legendre & De Cáceres, 2013). Para a realização das análises foi utilizado o pacote Vegan (Oksanen et al, 2011) disponível no programa R (R Core Team, 2012).

RESULTADOS

Foram coletados 1760 indivíduos no total, divididos em 13 famílias e 34 gêneros. A ordem Ephemeroptera foi composta por 1614 indivíduos divididos em 6 famílias e 21 gêneros. A ordem Trichoptera apresentou 146 indivíduos distribuídos em 7 famílias e 13 gêneros. Os gêneros mais abundantes foram *Lachlania*, *Camelobaetis*, *Hydrosmilodon* e *Cloeodes* (Tabela 1). As famílias que obtiveram maior representação foram Baetidae (31,2%), Oligoneuriidae (29,01%) e Leptophlebiidae (22,26%).

Tabela 1: Gêneros de insetos aquáticos, abundância e ocorrência nas amostras coletadas no rio Xingu no ambiente de canal, no período de cheia (abril/2015).

Familia	Gênero	Individuos	%	Pontos
Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	448	25,45	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Baetidae	<i>Camelobaetidius</i>	374	21,25	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Leptophlebiidae	<i>Hydrosmilodon</i>	261	14,82	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Baetidae	<i>Cloeodes</i>	145	8,23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Leptophlebiidae	<i>Needhamella</i>	116	6,59	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Polymitarcyidae	<i>Campsurus</i>	79	4,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	70	3,97	1, 2, 4, 5
Oligoneuriidae	<i>Oligoneuria</i>	63	3,57	1, 2, 4, 5, 6
Leptohyphidae	<i>Tricorythopsis</i>	49	2,78	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	25	1,42	2, 4, 5, 6
Baetidae	<i>Spiritiops</i>	20	1,13	1, 2, 4, 5
Hydropsychidae	<i>Centromacronema</i>	19	1,07	1, 3, 6
Hydropsychidae	<i>Macrostemum</i>	19	1,07	1, 3, 5
Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	13	0,73	1, 6
Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	9	0,51	1, 3
Baetidae	<i>Baetodes</i>	6	0,34	1
Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	6	0,34	3, 6
Hydropsychidae	<i>Synoestropsis</i>	5	0,28	2, 5
Leptohyphidae	<i>Tricorythodes</i>	5	0,28	1
Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	4	0,22	1, 4, 5
Polycentropodidae	<i>Cyrnellus</i>	4	0,22	3, 4, 5
Baetidae	<i>Aturbina</i>	3	0,17	2, 6
Baetidae	<i>Cryptonympha</i>	2	0,11	1, 5
Leptophlebiidae	<i>Askola</i>	2	0,11	1, 6
Leptophlebiidae	<i>Ulmeritoides</i>	2	0,11	1
Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	2	0,11	1, 6
Polymitarcyidae	<i>Asthenopus</i>	2	0,11	1, 3
Caenidae	<i>Caenis</i>	1	0,05	5
Ecnomidae	<i>Austrotinodes</i>	1	0,05	6
Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	1	0,05	4
Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i>	1	0,05	4
Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	1	0,05	5
Leptophlebiidae	<i>Hagenulopsis</i>	1	0,05	6
Leptophlebiidae	<i>Tikuna</i>	1	0,05	3

O número de gêneros entre os pontos de amostragem não deferiu expressivamente, com exceção do último ponto de coleta localizado a jusante, onde houve uma redução no número de gêneros ($F_{1,5} = 1,99$, $p = 0,28$). Entretanto, essa redução não deve ser interpretada como indício de decaimento, já que o padrão não é claro, sendo necessário mais coletas para que poderemos visualizar mesmo essa

distribuição. O mesmo padrão foi observado para a abundância de indivíduos seguindo o gradiente montante jusante ($F_{1,5} = 0,01$, $p = 0,90$).

Com base nos resultados observamos que não ocorre um processo de aninhamento das comunidades (NODF observado: 28,88; NODF estimado: 58,51; $T = 7,97$, $p < 0,01$), pois os valores encontrados no índice de aninhamento não foram significantes, indicando que estes organismos estão organizados de outra forma, observou-se que está ocorrendo uma substituição de gêneros, cada ponto de amostragem existe uma comunidade diferenciada. Os gêneros *Needhamella*, *Lachlania*, *Hydrosmilodon*, *Cloeodes*, *Campsurus*, *Camelobaetis*, *Tricorythopsis* foram os mais expressivos na abundância estando presentes em todos os pontos de coleta, enquanto que os gêneros *Anacroneuria*, *Austrotinodes*, *Chimarra*, *Hagenulopsis*, *Caenis*, *Cryptonympha*, *Nectopsyche*, *Hydroptila*, *Neotricha*, *Tikuna*, *Ulmeritoides* e *Tricorythodes* tiveram ocorrência em apenas um ponto de coleta.

Foi possível visualizar a existência de um padrão de dispersão em direção a jusante do rio, onde os organismos se movimentam seguindo o fluxo da corrente. Verificou-se que os indivíduos realizam um movimento de dispersão direcionado para o último ponto de amostragem, localizado mais a jusante. Os valores positivos na tabela indicam que o deslocamento está ocorrendo em um sentido montante jusante enquanto que os valores negativos indicam que ocorre uma movimentação inversa (Tabela 2).

Tabela 2: Dispersão entre comunidades do rio Xingu em um gradiente montante jusante. Na parte superior da tabela estão os valores do índice DD3, enquanto que na parte inferior estão os valores de p associados.

Pontos	Destino (Montante - Jusante)						
	1	2	3	4	5	6	7
1		0,18	-0,07	0,12	-0,16	-0,06	0,06
2	0,13		-0,20	0,09	-0,19	-0,18	0,11
3	0,57	0,37		0,17	-0,11	-0,03	0,12
4	0,37	0,43	0,77		-0,14	-0,19	0,14
5	1,00	0,05	0,57	0,27		0,13	0,13
6	1,00	0,13	0,60	0,44	1,00		0,16
7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	

Valores em negrito indicam $p < 0,05$

DISCUSSÃO

O movimento de dispersão dentro das comunidades de insetos aquáticos é responsável pela interação entre comunidades de diferentes localidades, resultando na colonização de ambientes e aumentando a diversidade local. As características físicas e químicas de cada localidade irão gerar diferentes organizações dos insetos aquáticos, onde, os mais adaptados a determinada condição irão conseguir se estabelecer (Rodrigues-Filho et al., 2015).

As comunidades de insetos aquáticos que realizam sua locomoção através da coluna da água no rio Xingu não demonstraram uma distribuição aninhada, refutando a hipótese levantada. Para ocorrer uma distribuição aninhada a comunidade de insetos aquáticos encontrada a jusante deverá ser um subconjunto da comunidade encontrada a montante, contudo os resultados obtidos nesse estudo indicam que ocorre uma substituição de espécies, onde cada ponto de amostragem apresenta uma comunidade distinta ocorrendo um padrão de distribuição variado ao longo do corpo hídrico (Heino, 2009).

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram não haver variação no número

de gêneros de insetos ao longo do curso do rio, resultando em uma uniformidade na comunidade de insetos aquáticos. A vegetação do entorno tem grande interferência nas condições químicas da água, sendo que no rio Xingu é composto por vegetação ripária e floresta ombrófila (Salomão et al., 2007; Sawakuchi et al., 2015), que não apresentam grandes alterações no decorrer dos pontos de coleta e devido a essa uniformidade no ambiente resulta na estabilidade das comunidades de insetos aquáticos. Com a elevação do nível da água ocorrerá uma maior interligação entre os ambientes facilitando o movimento de dispersão entre os ambientes (Wilson & McTammany, 2014, 2016; Barbosa et al., 2015).

O rio Xingu apresenta uma grande heterogeneidade de ambientes, variando de acordo com a sazonalidade, durante o período de cheia ocorre uma uniformidade dos ambientes, enquanto que durante o período de seca o ambiente fica mais heterogêneo com o surgimento de afloramentos rochosos que farão o fluxo de água ser variado (Sawakuchi et al., 2015). Foi constatado nesse estudo que durante o período de cheia, a estrutura da comunidade de insetos aquáticos não apresenta grandes alterações entre os pontos de amostragem, sendo necessários estudos que comparem de que forma dá-se a estruturação da comunidade de insetos durante o período de seca.

Nossos resultados indicaram o último ponto mais a jusante como o local de destino dos gêneros. Todos os gêneros observados nos pontos mais a montante estão dispersando para esse local, gerando um padrão de deriva dos gêneros que tendem a seguir o fluxo do rio. O movimento de dispersão é necessário para que haja a colonização de novas áreas, tendo em vista o fato de que comunidades estão interligadas ao movimento de dispersão e visam estabelecer o equilíbrio das populações no ambiente, mantendo os tamanhos populacionais em conformidade com a capacidade suporte ambiental (Waters, 1972; Mazzucco et al., 2015).

A presença dos insetos aquáticos na coluna d'água tem relevâncias ecológicas, como servir de alimento para organismos maiores como peixes, processamento da matéria orgânica e disponibiliza energia dentro da teia trófica. A localização da ocorrência dos insetos aquáticos nas regiões da coluna do rio pode estar relacionada a estratégias de vida dos animais, onde os mesmos podem contrabalancear o encontro do alimento com a capacidade de dispersão e fuga proporcionada pelo fluxo de água, esses organismos também podem entrar na coluna d'água devido a sua má fixação no substrato. Entender de que forma ocorre o movimento de dispersão é necessário para

que possamos compreender os padrões de distribuição, riqueza e a interação que existe entre espécies de diferentes localidades (Mundim Junior & Suárez, 2015).

As ordens de EPT apresentam ampla distribuição global e dispõem de muitos estudos que nos possibilita ter um maior conhecimento acerca de suas características (Marques et al., 1999; Bauernfeind & Moog, 2000; Galdean et al., 2001; Gualdoni & Oberto, 2012; Pires, 2013). Podemos compreender melhor a dinâmica de dispersão e deriva quando observamos as características de cada ordem em separado. A ordem Ephemeroptera é fortemente influenciada pela matéria orgânica presente realizando associação com esse tipo de material (Hamada et al., 2014) . As coletas foram realizadas no período de cheia onde há presença de uma grande quantidade de matéria orgânica, o nível elevado do rio transporta a matéria orgânica presente na região marginal para o canal resultando em um aumento no processo de deriva passiva desses organismos, além desse fator, temos a elevado fluxo de água que exerce forte pressão para o desprendimento desses organismos do substrato, para a alimentação os indivíduos dessa ordem tem preferencia por águas mais rápidas. Devido a essas condições a ordem Ephemeroptera foi a mais abundante e diversa (Bauernfeind & Moog, 2000; Lopes et al., 2007). Ephemeroptera apresenta uma elevada diversidade em ambientes lóticos, onde alguns gêneros têm preferência por locais com maior velocidade de corrente (Hamada et al., 2014). Essa capacidade de adaptação a esse tipo de condição ambiental está relacionada a sua estrutura corporal que tem como característica o corpo achatado e alongado, além, da presença de brânquias abdominais que auxiliam no deslocamento, grande parte dos indivíduos coletados são filtradores e se adaptam com facilidade a esse tipo de ambiente, devido a essas características ocorreu um número expressivo de indivíduos obtidos (Pérez, 1988).

Durante o período de seca, o rio Xingu disponibiliza um ambiente com elevada heterogeneidade, com a presença de pedrais em algumas localidades, que serão utilizados para a fixação por organismos da ordem Trichoptera (Spies et al., 2006; Braun et al., 2014). Esse estudo foi realizado durante o período de cheia que tem como característica o elevado nível da água e uma uniformidade na paisagem, contudo, mesmo estando submersos os pedrais servem de abrigo para os gêneros da ordem Trichoptera, que tem a capacidade de construir abrigos com sedimento e material em suspensão. Esses abrigos são fixados no substrato não sendo facilmente carregados pela corrente reduzindo o número de indivíduos presentes na coluna d'água (De Moor &

Ivanov, 2008). O início do movimento de dispersão pode estar relacionado com a densidade populacional do habitat que em determinado momento deverá chegar no limite da capacidade de abrigar esses organismos forçando os demais a dispersarem na coluna de água.

Como existe essa relação entre o fluxo de um rio com os processos de dispersão e deriva, as mudanças na dinâmica hídrica de um rio podem alterar de maneira drástica a distribuição dos insetos aquáticos, uma vez que esses padrões espaciais estão diretamente relacionados ao movimento de deriva. Com o intuito de geração de energia estão sendo construídas Usinas Hidrelétricas em todo o Brasil, contudo tais empreendimentos causam grandes alterações no curso natural do rio. Como há uma relação entre os insetos aquáticos e o fluxo d'água, essas modificações irão alterar a estrutura das comunidades, gerando um novo equilíbrio no ambiente (Fearnside, 2016) Compreender como o ambiente é no seu estado prístino é essencial para criar estratégias de conservação dos processos ecossistêmicos, permitindo a manutenção e o uso dos recursos naturais (Oldmeadow et al., 2010). Além disso, é necessário estabelecer parâmetros a serem usados em monitoramentos de ambientes modificados por ação humana (Bellucci et al., 2011; Gray et al., 2011; Hauer et al., 2012).

O nosso estudo demonstra uma organização desses organismos em um ambiente sem grandes alterações. Contudo, no rio Xingu está sendo construída a Hidrelétrica de Belo Monte que está modificando a paisagem original do rio, na qual algumas partes do rio foram fechadas para a construção de um reservatório. Essas alterações influenciam diretamente a comunidade de insetos aquáticos que dependem do fluxo do rio. As barreiras que foram criadas tornarão algumas comunidades isoladas e com o tempo isso pode resultar em alterações na genética populacional nessas comunidades, bem como perda de diversidade por perda seguida da não reposição de indivíduos das espécies. Este estudo servirá de referência sobre como a comunidade de insetos aquáticos estava estruturada antes das alterações ocorridas no rio, sendo necessário o acompanhamento visando observar de que forma a comunidade irá se estruturar mediante as alterações no ambiente.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo podemos concluir que ocorre uma movimentação dos organismos em um sentido montante-jusante dentro do corpo hídrico, resultando em uma estabilidade entre as localidades. A abundância dos indivíduos e riqueza de espécies se manteve estável, não ocorrendo um acréscimo de organismos ao longo do rio Xingu.

Este trabalho apresenta um cenário sem grandes influências antrópicas e servirá de parâmetro considerando a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. É necessária a continuação das coletas após o início do empreendimento para que seja feita a comparação da comunidade de insetos aquáticos antes e depois das alterações causadas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida, à Eletronorte pelo apoio durante as coletas, ao Laboratório de Biologia Pesqueira da UFPA por disponibilizar o espaço para a realização da pesquisa. À Lorena Kostek e Wandrey Santos pelo auxílio no processo de triagem e identificação das amostras. Ao Rory Sena pelo auxílio durante a escrita deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2014. Região hidrográfica amazônica: A maior no mundo em disponibilidade de água. ,

<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>.

Almeida-Neto, M., P. R. J. Guimaraes, R. D. Loyota, & W. Ulrich, 2008. Almeida-Neto_etal_Oikos2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement 13.

Anholt, B. R., 1995. Density dependence resolve the stream drift paradox. *Ecology* 76: 2235–2239.

Barbosa, T. A. P., N. L. Benone, T. O. R. Begot, A. Gonçalves, L. Sousa, T. Giarrizzo, L. Juen, & L. F. A. Montag, 2015. Effect of waterfalls and the flood pulse on the structure of fish assemblages of the middle Xingu River in the eastern Amazon basin.

Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia 75: 78–94,

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000500078&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

[69842015000500078&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000500078&lng=en&nrm=iso&tlng=en).

Bauernfeind, E., & O. Moog, 2000. Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity : a methodological approach. *Hydrobiologia* 422/423: 71–83, <http://link.springer.com/10.1023/A:1017090504518>.

Baumgartner, G., K. Nakatani, L. C. Gomes, A. Bialezki, P. V. Sanches, & M. C. Makrakis, 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the Upper Paraná River. Brazil. *Environ.Biol. Fish* 71: 115–125.

Bellucci, C. J., M. Becker, & M. Beauchene, 2011. Characteristics of Macroinvertebrate and Fish Communities From 30 Least Disturbed Small Streams in Connecticut.

Northeastern Naturalist Eagle Hill Institute 18: 411–444,

<http://www.jstor.org/stable/41429230>.

Bialezki, A., P. V. Sanches, M. Cavicchioli, G. Baumgartner, R. P. Ribeiro, & K. Nakatani, 1999. Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paraná River, between Paraná and Mato Grosso do Sul States, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 42: 53–60.

Bishop, J. E., 1969. Light Control of Aquatic Insect Activity and Drift. *Ecology* 50: 371–380.

- Bispo, P. C., L. G. Oliveira, L. M. Bini, & K. G. Sousa, 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Brazilian Journal of Biology* 66: 611–622, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16906293> http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842006000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- Braun, B. M., M. M. Pires, C. B. Kotzian, & M. R. Spies, 2014. Diversity and ecological aspects of aquatic insect communities from montane streams in southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 26: 186–198, http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-975X2014000200009&script=sci_arttext.
- Brito-Junior, L. De, F. J. P. Abílio, & T. Watanabe, 2005. Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae. *Entomología y Vectores* 12: 149–157.
- Brittain, J. E., & T. J. Eikeland, 1988. Invertebrate drift - A review. *Hydrobiologia* 166: 77–93.
- Cain, M. L., W. D. Bowman, & S. D. Hacker, 2011. *Ecologia*. Porto Alegre.
- Camargo, M., 2004. A comunidade ictica e suas interrelações tróficas como indicadores de integridade biológica na área de influência do projeto hidrelétrico Belo Monte-rio Xingu, PA. Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Camargo, M., T. Giarrizzo, & A. J. S. Jesus, 2015. Effect of seasonal flooding cycle on litterfall production in alluvial rainforest on the middle Xingu River (Amazon basin, Brazil). *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia* 75: 250–256, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000500250&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- Castro, D. M. P., R. M. Hughes, & M. Callisto, 2013a. Effects of flow fluctuations on the daily and seasonal drift of invertebrates in a tropical river. *Annales De Limnologie-International Journal of Limnology* 49: 169–177.
- Castro, D. M. P., R. M. Hughes, & M. Callisto, 2013b. Influence of peak flow changes on the macroinvertebrate drift downstream of a Brazilian hydroelectric dam. *Brazilian journal of biology* 73: 775–782, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24789393>.
- Ciborowski, J. J. H., 1982. Influence of current velocity, density, and detritus on drift of two mayfly species (Ephemeroptera). *Canadian Journal of Zoology* 61: 119–125.
- Covich, A. P., 2006. Dispersal - Limited biodiversity of tropical insular streams. *Polish*

Journal of Ecology 54: 523–547.

Critchfield, H. J., 1966. General Climatology. Prentice-Hall, Inc. 11: 420,

<http://id.erudit.org/iderudit/020698ar>.

De Moor, F. C., & V. D. Ivanov, 2008. Global diversity of caddisflies (Trichoptera: Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 393–407.

ELETRONORTE, 2001. Complexo Hidrelétrico de Belo Monte - Estudo de Impacto Ambiental. .

Fierro, P., C. Bertran, M. Mercado, F. Pena Cortes, J. Tapia, E. Hauenstein, L. Caputo, & L. Vargas Chacoff, 2015. Landscape composition as a determinant of diversity and functional feeding groups of aquatic macroinvertebrates in southern rivers of the Araucania, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43: 186–200, http://www.lajar.cl/pdf/imar/v43n1/Articulo_43_1_16.pdf.

Galdean, N., M. Callisto, & F. a Barbosa, 2001. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra do Cipó (MG, Brazil). *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia* 61: 239–248.

Gray, E. W., R. A. Fusco, R. Noblet, & R. D. Wyatt, 2011. Comparison of Morning and Evening Larvicide Applications on Black Fly (Diptera: Simuliidae) Mortality. *Journal of the American Mosquito Control Association* 27: 170–172.

Gualdoni, C. M., & A. M. Oberto, 2012. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba , Argentina): análisis previo a la construcción de una presa. 102: 177–186.

Hamada, N., J. L. Nessimian, & R. B. Querino, 2014. Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. .

Hauer, C., G. Unfer, W. Graf, P. Leitner, B. Zeiringer, & H. Habersack, 2012. Hydro-morphologically related variance in benthic drift and its importance for numerical habitat modelling. *Hydrobiologia* 683: 83–108.

Hay, C. H., T. G. Franti, D. B. Marx, E. J. Peters, & L. W. Hesse, 2008.

Macroinvertebrate drift density in relation to abiotic factors in the Missouri River. *Hydrobiologia* 598: 175–189.

Heino, J., 2009. Biodiversity of Aquatic Insects: Spatial Gradients and Environmental Correlates of Assemblage-Level Measures at Large Scales. *Freshwater Reviews* 2: 1–29, <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1608/FRJ-2.1.1>.

Koetsier, P., G. W. Minshall, & C. T. Robinson, 1996. Benthos and macroinvertebrate

drift in six streams differing in alkalinity. *Hydrobiologia* 317: 41–49,
<http://link.springer.com/10.1007/BF00013724>.

Legendre, P., & M. De Cáceres, 2013. Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecology Letters* 16: 951–963,
<http://doi.wiley.com/10.1111/ele.12141>.

Legendre, P., & V. Legendre, 1984. Postglacial Dispersal of Freshwater Fishes in the Québec Peninsula. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41: 1781–1802,
<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f84-220>.

Lopes, P. C., R. C. Rodrigues, C. R. Cassano, & F. M. Barros, 2007. Pedras Em Riachos E a Comunidade De Macroinvertebrados Aquáticos. *Ecologia da Mata Atlântica* 1–4.

Marques, M. G. S. M., R. L. Ferreira, & F. a. R. Barbosa, 1999. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 203–210.

Mazzucco, R., T. Van Nguyen, D.-H. Kim, T.-S. Chon, & U. Dieckmann, 2015. Adaptation of aquatic insects to the current flow in streams. *Ecological Modelling Elsevier B.V.* 309–310: 143–152,
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304380015001702>.

Milesi, S. V., & A. S. Melo, 2014. Conditional effects of aquatic insects of small tributaries on mainstream assemblages: position within drainage network matters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 71: 1–9,
<http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/cjfas-2013-0092>.

Mundim Junior, W. B. F., & Y. R. Suárez, 2015. Metacomunidades em riachos : Uma abordagem cienciométrica. *Biodiversidade* 14: 32–42.

Nakatani, K., A. A. Agostinho, G. Baumgartner, A. Bialetzki, P. V. Sanches, M. C. Makrakis, & C. S. Pavanelli, 2001. Ovos e larvas de Peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. *EDUEM* 378.

Oldmeadow, D. F., J. Lancaster, & S. P. Rice, 2010. Drift and settlement of stream insects in a complex hydraulic environment. *Freshwater Biology* 55: 1020–1035,
<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2427.2009.02338.x>.

Pérez, G. R., 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. , Bogotá. Fondo Fen Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia Bogotá 217.

Pinha, G. D., D. K. Petsch, F. H. Ragonha, R. Guglielmetti, C. G. Bilia, R. P. Tramonte, & A. M. Takeda, 2016. Benthic invertebrates nestedness in flood and drought periods in a Neotropical floodplain : looking for the richest environments. *Acta Limnologica Brasiliensia* 28: e8.

Pires, M. M., 2013. Diversidade e distribuição espacial de comunidades de macroinvertebrados aquáticos em áreas de cultivo de arroz e banhados no extremo sul do Brasil. .

Poff, N. L., & J. V. Ward, 1991. Drift Responses of Benthic Invertebrates to Experimental Streamflow Variation in a Hydrologically Stable Stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 1926–1936, <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f91-229>.

Rodrigues-Filho, J. L., D. S. Abe, P. Gatti-Junior, G. R. Medeiros, R. M. Degani, F. P. Blanco, C. R. L. Faria, L. Campanelli, F. S. Soares, C. V. Sidagis-Galli, V. Teixeira-Silva, J. E. M. Tundisi, T. Matsmura-Tundisi, & J. G. Tundisi, 2015. Spatial patterns of water quality in Xingu River Basin (Amazonia) prior to the Belo Monte dam impoundment. *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia* 75: 34–46, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000500034&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

Salomão, R. D. P., I. C. G. Vieira, C. Suemitsu, N. D. A. Rosa, S. S. D. A. Amaral, D. D. Do Amaral, & M. P. M. De Menezes, 2007. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental The forests of Belo Monte on the great curve of the Xingu River, Eastern Amazon. *Cncflora.Jbrj.Gov.Br* 57–153, [http://cncflora.jbrj.gov.br/plataforma2/arquivos/biblio/508057c612363_Salomao etal 2007.pdf](http://cncflora.jbrj.gov.br/plataforma2/arquivos/biblio/508057c612363_Salomao%20etal%202007.pdf).

Sawakuchi, A. O., H. O. Hartmann, H. O. Sawakuchi, F. N. Pupim, D. J. Bertassoli, M. Parra, J. L. Antinao, L. M. Sousa, M. H. Sabaj Pérez, P. E. Oliveira, R. A. Santos, J. F. Savian, C. H. Grohmann, V. B. Medeiros, M. M. McGlue, D. C. Bicudo, & S. B. Faustino, 2015. The Volta Grande do Xingu: reconstruction of past environments and forecasting of future scenarios of a unique Amazonian fluvial landscape. *Scientific Drilling* 3: 1–12.

Sioli, H., 1957. Valores de pH de águas Amazônicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 1: 1–35.

Spies, M. R., C. G. Froehlich, & C. B. Kotzian, 2006. Composition and diversity of

Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí river and some tributaries, State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 96: 389–398, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212006000400001&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

Statzner, B., J. M. Elouard, & C. Dejoux, 1985. FIELD EXPERIMENTS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN DRIFT AND BENTHIC DENSITIES OF AQUATIC INSECTS IN TROPICAL STREAMS (IVORY COAST). II. CHEUMATOPSYCHE FALCIFERA (TRICHOPTERA: HYDROPSYCHIDAE). *Journal of Animal Ecology* 55: 93–110.

Ulrich, W., M. Almeida-Neto, & N. J. Gotelli, 2009. A consumer's guide to nestedness analysis. *Oikos* 118: 3–17, <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0706.2008.17053.x>.

Waters, T. F., 1972. The drift of stream insects. *Annu. Rev. Entomol.* .

Wilson, M. J., & M. E. McTammany, 2014. Tributary and mainstem benthic macroinvertebrate communities linked by direct dispersal and indirect habitat alteration. *Hydrobiologia* 738: 75–85.

Wilson, M. J., & M. E. McTammany, 2016. Spatial scale and dispersal influence metacommunity dynamics of benthic invertebrates in a large river. *Freshwater Science* 35: 000–000, <http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/685732>.

Anexo I- Abundância dos gêneros em cada ponto

Ordem	Família	Gênero	n° indivíduos
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Askola	1
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Asthenopus	1
Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes	6
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	72
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	16
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	38
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Farrodes	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	64
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	9
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	2
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema	18
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Needhamella	19
Trichoptera	Leptoceridae	Oecetis	2
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Oligoneuria	5
Trichoptera	Hydropsychidae	Smicridea	6
Ephemeroptera	Baetidae	Spiritiops	3
Trichoptera	Leptohyphidae	Tricorythodes	17
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Ulmeritoides	2
Ephemeroptera	Baetidae	Aturbina	2
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	53
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	3
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	10
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	24
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	21
Trichoptera	Leptohyphidae	Leptohyphes	7
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema	13
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Needhamella	10
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Oligoneuria	1
Ephemeroptera	Baetidae	Spiritiops	3
Trichoptera	Hydropsychidae	Synoestropsis	2
Trichoptera	Leptohyphidae	Tricorythopsis	7
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Asthenopus	1
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	64
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	27
Trichoptera	Hydropsychidae	Centromacronema	12
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	36
Trichoptera	Polycentropodidae	Cyrnellus	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Farrodes	8
Ephemeroptera	Helicopsychidae	Helicopsyche	4
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	41
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	33
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema	30

Trichoptera	Hydropsychidae	Macrostemum	11
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Needhamella	35
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Oligoneuria	7
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Tikuna	1
Trichoptera	Leptohyphidae	Tricorythopsis	12
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	22
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	4
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	6
Trichoptera	Polycentropodidae	Cyrnellus	1
Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptila	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	13
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	30
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes	2
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema	7
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Needhamella	5
Trichoptera	Hydroptilidae	Neotrichia	1
Trichoptera	Leptoceridae	Oecetis	1
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Oligoneuria	22
Ephemeroptera	Baetidae	Spiritiops	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tricorythopsis	3
Ephemeroptera	Caenidae	Caenis	1
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	48
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	17
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	37
Ephemeroptera	Baetidae	Cryptonympha	2
Trichoptera	Polycentropodidae	Cyrnellus	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	62
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	167
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes	12
Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema	2
Trichoptera	Hydropsychidae	Macrostemum	8
Trichoptera	Leptoceridae	Nectopsyche	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Needhamella	17
Trichoptera	Leptoceridae	Oecetis	1
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Oligoneuria	6
Ephemeroptera	Baetidae	Spiritiops	13
Trichoptera	Hydropsychidae	Synoestropsis	3
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tricorythopsis	6
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	1
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Askola	1
Ephemeroptera	Baetidae	Aturbina	1
Ephemeroptera	Ecnomidae	Austrotinodes	1
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	50
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	10
Trichoptera	Hydropsychidae	Centromacronema	7

Trichoptera	Philopotamidae	Chimarra	2
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	13
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hagenulopsis	1
Trichoptera	Helicopsychidae	Helicopsyche	2
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	51
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	141
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes	3
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Needhamella	30
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Oligoneuria	22
Trichoptera	Hydropsychidae	Smicridea	7
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tricorythopsis	8
Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis	6
Ephemeroptera	Polymitarcyidae	Campsurus	2
Ephemeroptera	Baetidae	Cloeodes	5
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Hydrosmilodon	6
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	Lachlania	47
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes	1
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Tricorythopsis	1

Anexo II- Coordenada geográfica e variáveis abióticas dos pontos de coleta.

Ponto	Latitude	Longitude	Velocidade da Corrente (m/s)	Temperatura da água (°C)	OD	Condutividade	PH
1	03°34,807'	52°23,683'	6,34	28,2	7,3	13	7,3
2	03°12,826'	52°11,248'	10,11	28,1	7,2	14	7,38
3	03°19,260'	52°02,154'	9,78	27,5	7,8	15	7,54
4	03°35,753'	51°50,262'	8,33	27,2	8,2	14	6,4
5	03°23,312'	51° 43,967'	19,15	27,7	6,5	15	6,52
6	03°07,745'	51°41,479'	6,96	28,3	7,4	15	7,59
7	02°53,014'	51°57,535'	13,91	28,1	7,8	16	7,26