

Insetos aquáticos bentônicos em ambientes florestados e não florestados em rios do Vale do Juruá

Hilarítssa Moura Barbosa ^{1*}
Hugo Luís Mendes dos Santos Ferreira ²
Lucena Rocha Virgilio ¹

¹ Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Laboratório de Ecologia Aquática
CEP 69.980-000, Cruzeiro do Sul – AC, Brasil

² Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Laboratório de Citotaxonomia e Insetos Aquáticos
CEP 69.067-375, Manaus – AM, Brasil

* Autor para correspondência
hilaritssa@gmail.com

Submetido em 05/07/2022

Aceito para publicação em 05/11/2022

Resumo

Ecossistemas de água doce têm sido constantemente ameaçados por estressores antropogênicos, exercendo pressão na estrutura da comunidade bentônica de insetos aquáticos. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar a diversidade de insetos aquáticos, ao longo de um gradiente de áreas florestadas e não florestadas, entre os períodos de seca e cheia em rios do Vale do Juruá. Foram coletados 657 indivíduos, 70,63% foram coletados durante o período da seca e 29,37% no período da cheia, distribuídos nas ordens Diptera, Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera. A ordem Diptera apresentou maior abundância em relação aos outros táxons. Diferenças significativas entre os ambientes florestados e não florestados em ambos os períodos sazonais foram observadas com a diversidade e a equitabilidade maiores em ambientes florestados. A riqueza e a diversidade de famílias apresentaram relação com os teores de oxigênio dissolvido na água e a concentração de clorofila, nos ambientes florestados durante a seca, e todos os ambientes amostrados apresentaram o pH ligeiramente ácido, próximo à neutralidade. O estudo demonstrou uma grande abundância de organismos generalistas, que apresentam características adaptativas a mudanças negativas, mostrando assim que os impactos causados no local alteraram a composição dos insetos aquáticos.

Palavras-chave: Bioindicadores; Entomofauna; Limnologia; Macroinvertebrados; Qualidade ambiental

Abstract

Benthic aquatic insects in forested and non-forested environments in rivers of the Juruá Valley. Fresh water ecosystems have been constantly threatened by anthropogenic stressors, placing a burden on benthic aquatic insect community structures. Hence, the aim of this study is to evaluate aquatic insect diversity in a gradient of forested and non-forested areas between the dry and rainy seasons in rivers of the Juruá Valley. 675 individuals were collected, 70.63% were collected during the dry season and 29.37% were collected during the rainy season, distributed among the orders Diptera, Ephemeroptera, Odonata e Trichopteran. There was greater abundance of the order Diptera when compared to the other taxons. Significant differences between the forested and non-forested environments in both seasonal periods were observed with greater diversity and equitability



found in forested environments. Family richness and diversity presented a relation to oxygen levels dissolved in water and chlorophyll concentrations in forested environments during the dry season, and all environments sampled presented a slightly acidic pH, close to neutral. The study demonstrated there was a large incidence of generalist organisms whose characteristics are adaptive to negative changes, thus demonstrating that impacts caused to the localities alter aquatic insect composition.

Key words: Bioindicators; Entomofauna; Environmental quality; Limnology; Macroinvertebrates

Introdução

Ao longo dos anos os centros urbanos passaram por diversas transformações decorrentes das atividades humanas, e o avanço dessa expansão pode gerar mudanças inadequadas no uso da terra, causando diversos impactos ambientais, como o despejo de esgoto doméstico e industrial, descarte indevido de resíduos sólidos, poluição, fragmentação e degradação de habitat (KANG et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2018; PEREIRA et al., 2020; AUGUSTO et al., 2022). Esse processo influencia de forma negativa os ecossistemas aquáticos que permeiam os centros urbanos, resultando na queda da qualidade de vida dos organismos associados e do próprio ambiente (ALLAN, 2004; SILVEIRA, 2004; MELLO et al., 2020; BHAT et al., 2022). Os ecossistemas aquáticos possuem uma tendência maior à vulnerabilidade, pois a poluição descuidada do meio ambiente os expõe a uma variedade de contaminantes que geram lixiviados, criam barragens e causam assoreamento (LARONDELLE; HAASE, 2013; GUIDA et al., 2016; YANG et al., 2020). Em consequência dos diversos impactos antrópicos (CARDOSO; NOVAES, 2013; YU et al., 2013; SABATER et al., 2018), há uma alteração nas características biológicas, físicas e químicas do ambiente, podendo impossibilitar a sobrevivência de organismos no local afetado (HAMADA; FERREIRA-KEPPLER, 2012).

Nos ecossistemas aquáticos, estão presentes diversos organismos, dentre eles variados grupos de insetos aquáticos. Os insetos aquáticos são organismos que possuem ao menos um estágio do seu ciclo de vida em ambiente aquático e, para isso, apresentam adaptações morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais (ABÍLIO et al., 2007). São considerados animais bentônicos, uma vez que estão distribuídos sobre e/ou enterrados nos mais variados substratos bentônicos, tanto

orgânicos como inorgânicos, como rochas, folhiços e em associações com macrófitas aquáticas (SILVEIRA, 2004; GULLAN; CRANSTON, 2014).

Os insetos aquáticos são fortemente afetados pelas transformações ambientais, dentre elas a supressão da vegetação ripária (LIMA et al., 2021). A retirada dessa vegetação, que se encontra às margens de cursos d'água, promove o aumento da incidência solar sobre os ecossistemas aquáticos, afetando a temperatura da água e a solubilidade dos gases do ambiente (CETESB, 2019; BRASIL et al., 2022), além de ocasionar erosões (COSTA et al., 2011). A vegetação ripária tem papel ecológico fundamental, uma vez que serve de abrigo/substrato e oferece alimentos para os insetos aquáticos (PALHIARINI; PAGOTTO, 2015).

Além da vegetação ripária e da temperatura, das quais as comunidades aquáticas são fortemente dependentes para suas atividades fisiológicas (PORTNER; FARRELL, 2008; NASCIMENTO et al., 2021), os padrões de sazonalidade podem afetar diretamente a comunidade de insetos aquáticos, em consequência das mudanças de precipitação ao longo do tempo (YOKOYAMA et al., 2012; CASTRO, 2016). No decorrer do período da seca, o desenvolvimento dos insetos aquáticos propende a ser superior, pois há uma diminuição do efeito de arrasto em comparação com o período da cheia (RIBEIRO; UIEDA, 2005). Já no período da estação chuvosa (cheia), pode haver uma alteração no ambiente, pois o nível da água aumenta, havendo assim uma mudança no tamanho do habitat (STANLEY et al., 1994; THOMAZ et al., 2007; LIMA et al., 2021).

Os insetos aquáticos podem ser classificados como sensíveis, tolerantes e resistentes, de acordo com o grau de tolerância às perturbações ambientais em seus habitat (GOULART; CALLISTO, 2003). Os organismos

mais sensíveis necessitam de altas concentrações de oxigênio dissolvido na água, comumente vivem em ambientes com maior variedade de microhabitat em áreas de remanso e corredeira. Em trabalhos de biomonitoramento, são representados principalmente pelas ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, os chamados EPTs. Os organismos tolerantes vivem com uma menor concentração de oxigênio dissolvido e suportam pequenos níveis de poluição e certas modificações na vegetação ripária, sendo representados principalmente pelas ordens Coleoptera, Hemiptera e Odonata. E, por fim, há os organismos resistentes, que conseguem viver em condições de completa degradação ambiental, como efluentes domésticos e industriais, podendo passar até horas com ausência de oxigênio (CALLISTO et al., 2018). Os principais representantes desse grupo são as larvas das famílias Chironomidae e Culicidae, entre outras da ordem Diptera (GOULART; CALLISTO, 2003).

Os insetos aquáticos exercem marcante função em seu habitat, sendo indispensáveis para a “saúde” do ambiente (ESTEVES, 1998; VIMOS et al., 2015; ANDRIOLO et al., 2018). Devido a sua diversidade e abundância, estão presentes na cadeia alimentar de diversas espécies, dentre elas peixes, aves e até insetos predadores, atuando assim no processamento e na transferência de energia de produtores e consumidores (TELES et al., 2013; SALLENAVE, 2015). Atuam nos processos ecológicos de ciclagem de nutrientes e no processamento da matéria (CALLISTO; ESTEVES 1995; MERRITT; CUMMINS, 1996). Além disso, por possuírem um ciclo de vida curto e serem sensíveis às alterações no ambiente em que vivem, são frequentemente utilizados como indicadores ambientais, ou bioindicadores (PIMENTA et al., 2016; CHAGAS et al., 2017; JÚNIOR et al., 2019).

Apesar de toda uma percepção acerca da importância dos insetos aquáticos para o meio ambiente, ainda existe uma lacuna de conhecimento, principalmente devido à falta de investimentos em pesquisas em ecologia e taxonomia (ANDRIOLO et al., 2018) e pela dificuldade de acesso às áreas de coleta (MIELKE et al., 2010). Essa carência de estudos é vista em especial na região Amazônica, por ser um dos ambientes mais

afetados pelas ações antrópicas (BOYERO et al., 2009; MARTINS et al., 2014). Considerando apenas a região Norte, o estado que mais publica sobre os insetos aquáticos é o Amazonas, principalmente devido aos produtos de instituições de pesquisa, enquanto o Acre e o Amapá ficam em último lugar, com apenas 3,5% das publicações (NESSIMIAN et al., 2014; SALLES; BOLDRINI, 2022).

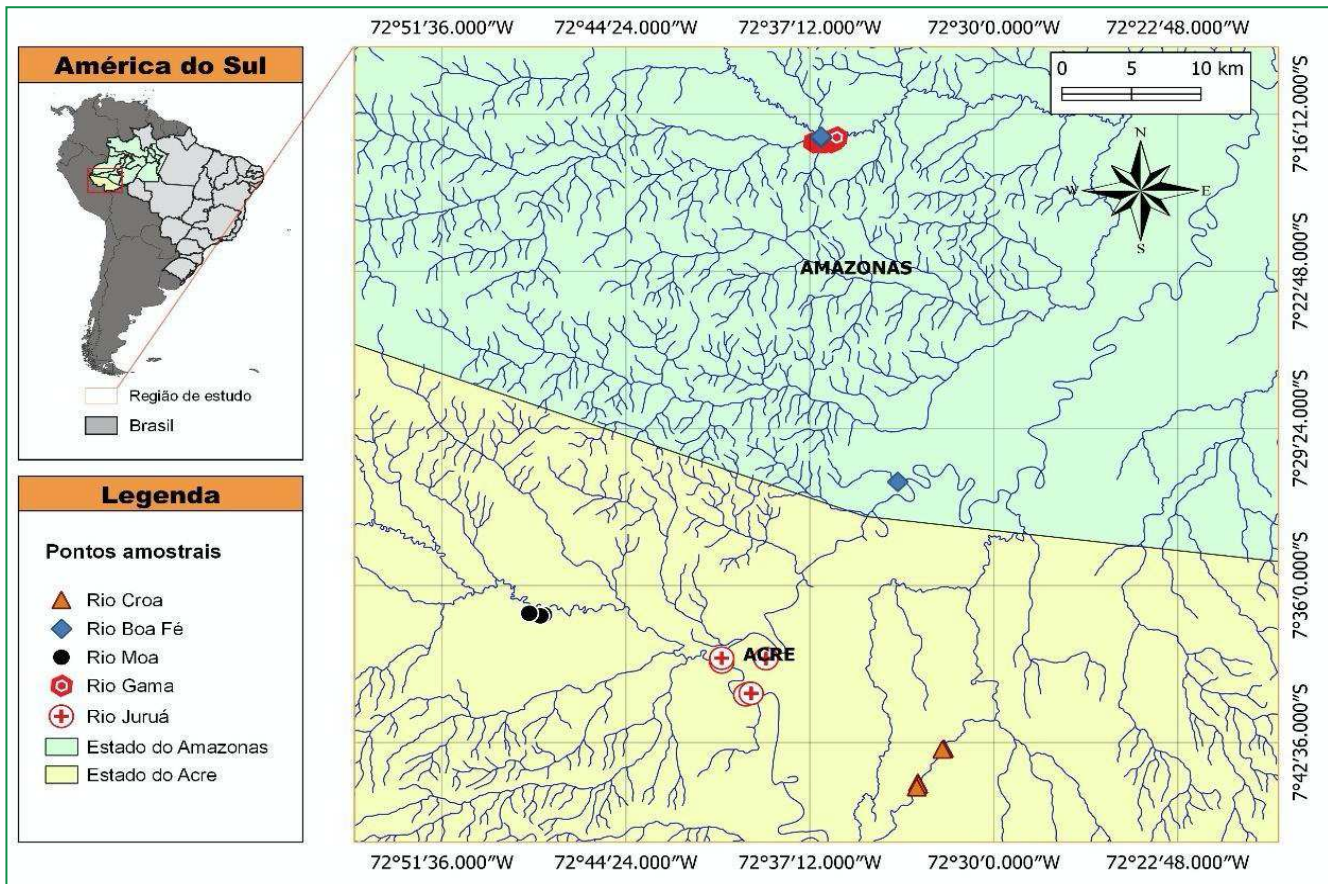
Portanto, diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade de insetos aquáticos, ao longo de um gradiente de áreas florestadas e não florestadas, entre os períodos de seca e cheia. Mais especificamente, visando (I) analisar a riqueza, diversidade e composição de insetos aquáticos bentônicos entre as áreas florestadas e não florestadas nos períodos de seca e cheia; (II) relacionar as variáveis ambientais com a diversidade e riqueza de insetos aquáticos entre áreas florestadas e não florestadas, entre os períodos de seca e cheia. Visando alcançar os objetivos deste trabalho, as seguintes hipóteses foram testadas: (I) organismos generalistas serão a maioria entre os insetos aquáticos coletados e (II) a riqueza e a abundância de insetos aquáticos variam quando comparados em ambientes florestados e não florestados.

Material e Métodos

Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido no extremo sudoeste amazônico, no município de Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil, a uma latitude de 07°37'52”S e longitude de 72°40'12”W. A região apresenta clima do tipo equatorial, quente e úmido com duas estações bem definidas: uma seca, que ocorre geralmente de junho a novembro e é caracterizada por apresentar baixo índice pluviométrico, em média de 1.500 a 1.800 mm, e temperaturas mais elevadas, e a estação chuvosa que ocorre de dezembro a maio e que apresenta índices pluviométricos muito elevados, acima de 2.000 mm, e temperaturas mais amenas (IBGE, 2021). Para a coleta de dados, as unidades amostrais selecionadas foram os rios do Vale do Juruá: Rio Boa Fé, Rio Croa, Rio Gama, Rio Juruá e Rio Moa (Figura 1).

FIGURA 1: Unidades amostrais usadas como pontos de coleta.



Coleta de dados

As coletas foram realizadas nos períodos de seca (agosto e setembro) de 2020 e cheia (fevereiro e março) de 2021. Em cada unidade amostral foram estabelecidos pontos de coletas sendo eles: pontos florestados e pontos não florestados. Totalizando 20 pontos amostrais em cada período sazonal.

As classificações “florestado” e “não florestado” foram estabelecidas de acordo com os protocolos de avaliação rápida de Callisto et al. (2002) em cada ponto amostral, realizado pela equipe composta por quatro pessoas, sendo o tempo médio de aplicação de 10 a 15 minutos. Esse protocolo é composto por duas etapas. A primeira etapa é a avaliação do trecho e o seu nível de impacto. A segunda etapa avalia as condições de habitat e o grau de conservação do ambiente.

Em cada área estabelecida foi amostrado um tamanho de 10 m, contendo no mínimo uma distância

de 50 m entre cada ponto de coleta. Nas coletas, todos os pontos foram analisados quanto à comunidade de insetos aquáticos e as variáveis físico-químicas da água.

Coleta de insetos aquáticos

Para a captura dos insetos, foi utilizado um amostrador Rede-D com 0,05 cm de malha e área de 0,155 m², coletando em toda a coluna d'água da margem, desde sua superfície até o bento, contra o fluxo do rio, incluindo parte do sedimento (areia, folhicho e macrófitas) em cada uma das áreas. Cada amostra foi acondicionada em saco plástico transparente de 10 L, devidamente etiquetado utilizando papel vegetal e lápis, a fim de não se perder as informações do local de coleta, totalizando quatro amostras por unidade amostral, sendo elas duas florestadas e duas não florestadas, concluindo assim, 20 pontos de coleta.

Em laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente em uma peneira de metal (125 µm), e o

material e a água foram postas em bandejas. Com auxílio da luminária, pipeta de Pasteur descartável e pinças de aço inoxidável, as larvas e ninfas foram coletadas, sacrificadas e preservadas em tubos Eppendorf, em solução alcoólica 80% para estudos taxonômicos e identificação.

Os insetos aquáticos encontrados foram analisados com auxílio de um estereomicroscópio Leica EZ4 e microscópio Leica DM500. Posteriormente, foi feita a identificação taxonômica em nível de família, utilizando literaturas e chaves de identificação da fauna regional (HAMADA et al., 2014; 2019).

Variáveis físico-químicas da água

As variáveis físico-químicas da água foram coletadas em campo por meio de uma sonda multiparâmetros (modelo YSI 6600 V2-4) em todas as amostragens. Foram analisadas as seguintes variáveis: Clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$), Condutividade (mS.cm^{-1}), Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1}), pH, Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg.L^{-1}) e Temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

Análise dos dados

Para caracterizar a estrutura da comunidade de insetos aquáticos, no ambiente florestado e não florestado, nos períodos de seca e cheia, foram calculados para cada um dos pontos de amostragens a riqueza de táxons, o número de indivíduos, o índice de diversidade de Shannon-Winner (H'), a equitabilidade de Pielou (J) e a dominância Berger-Parker no software Past 4.03. Test t de Student foi aplicado para verificar a diferença entre os dados limnológicos nos ambientes florestados e não florestados. Para investigar as diferenças na composição de famílias entre os pontos florestados e não florestados, no período de seca e cheia, utilizou-se uma PERMANOVA (Análise Multivariada Permutativa de Variância), com similaridade de Bray-Curtis e 999 permutações, com $p < 0,05$. A matriz de distância foi resumida em dois eixos e plotada usando o escalonamento multidimensional não métrico (nMDS), essas análises foram realizadas no Software R 4.1.0.

A análise de coordenadas principais (PCoA) foi empregada para comparar os dados limnológicos obtidos

com os ambientes florestados e não florestados, nos períodos de seca e cheia. O coeficiente de correlação de Pearson “r” foi utilizado para determinar possíveis correlações entre as variáveis físico-químicas e a riqueza e diversidade de famílias nos pontos florestados e não florestados.

Resultados

Foram coletados 657 indivíduos, sendo que desse total 70,63% foram coletados durante o período da seca e 29,37% no período da cheia. Os insetos aquáticos analisados estavam distribuídos em quatro ordens (Diptera, Ephemeroptera, Odonata e Trichoptera) e 17 famílias. A ordem Diptera foi a de maior ocorrência, com 333 indivíduos (50,68%), seguida por Odonata com 138 (21%), Ephemeroptera com 115 (17,50%) e Trichoptera com 71 indivíduos (10,81%) (Tabela 1).

Em relação à riqueza de famílias, as ordens com maior representatividade foram Ephemeroptera e Odonata. Ephemeroptera indicou cinco famílias (Baetidae, Caenidae, Leptohephidae, Leptophlebiidae e Polymitarcyidae), assim como a ordem Odonata (Aeshnidae, Coenagrionidae, Gomphidae, Libellulidae e Protoneuridae). Já a ordem Trichoptera apresentou quatro famílias (Helicopsychidae, Odontoceridae, Polycentropodidae e Sericostomatidae), e Diptera foi a ordem que apresentou menor número famílias nos ambientes (Ceratopogonidae, Chironomidae e Culicidae). Afirmando a hipótese I deste trabalho, Diptera foi a ordem que indicou maior abundância de indivíduos entre os ambientes, principalmente das famílias Culicidae e Chironomidae.

A maior diversidade de famílias foi evidenciada nos ambientes florestados ($p = 0,0001$) no período de seca ($1,61 \pm 0,23$) e cheia ($1,40 \pm 0,33$). A equitabilidade também indicou diferença significativa entre os ambientes florestados e não florestados ($p = 0,018$), sendo que os maiores valores foram observados no período de seca em ambos os ambientes (Tabela 2), aceitando assim a hipótese II deste trabalho, que afirmava que a riqueza e a abundância de insetos aquáticos variam quando comparados em ambientes florestados e não florestados.

TABELA 1: Média e desvio padrão da comunidade de insetos aquáticos nos ambientes florestados e não florestados, nos períodos de seca e cheia.

Ordens	Famílias	Seca		Cheia	
		Florestado	Não florestado	Florestado	Não florestado
Ephemeroptera	Baetidae	21 ± 21,33	-	3,25 ± 4,06	-
	Caenidae	8,66 ± 10,11	-	1,50 ± 1,87	-
	Leptohyphidae	0,33 ± 0,38	-	-	-
	Leptophlebiidae	-	-	0,50 ± 0,62	-
	Polymitarcyidae	1,33 ± 1,55	-	-	-
Odonata	Aeshnidae	-	-	0,75 ± 0,93	-
	Coenagrionidae	5,66 ± 6,11	0,75 ± 0,93	3,00 ± 3,50	-
	Gomphidae	-	0,75 ± 0,93	-	-
	Libellulidae	16,33 ± 18,22	8,50 ± 9,87	3,50 ± 3,12	-
Trichoptera	Protoneuridae	-	-	0,75 ± 0,68	-
	Helicopsychidae	0,33 ± 0,22	-	-	-
	Odontoceridae	20,00 ± 22,66	-	-	-
	Polycentropodidae	2,33 ± 2,38	-	0,50 ± 0,62	-
	Sericostomatidae	0,33 ± 0,22	-	-	-
Diptera	Ceratopogonidae	0,66 ± 0,77	5,25 ± 1,31	-	-
	Chironomidae	14,00 ± 16,33	13,25 ± 16,56	1,50 ± 1,12	3,00 ± 0
	Culicidae	12,66 ± 9,77	37,00 ± 14,25	4,25 ± 2,65	3,00 ± 0

TABELA 2: Riqueza, número de indivíduos, diversidade de Shannon_H, equitabilidade e dominância de Berger-Parker nos ambientes florestados e não florestados, nos períodos de seca e cheia.

Parâmetros	Florestado		Degradado		t	p
	Cheia	Seca	Cheia	Seca		
Riqueza	7,5 ± 1,40	6,00 ± 1,00	3,00 ± 2,00	2,00 ± 1,00	6,01	2,991
Número de indivíduos	58,75 ± 8,20	19,5 ± 17,70	87,00 ± 71,00	27,60 ± 41,00	0,17	0,861
Shannon_H	1,41 ± 0,26	1,60 ± 0,36	0,58 ± 0,60	0,50 ± 0,40	5,23	0,0001
Equitability_J	0,69 ± 0,09	0,90 ± 0,13	0,61 ± 0,23	0,86 ± 0,18	2,66	0,018
Berger-Parker	0,50 ± 0,13	0,33 ± 2,00	0,75 ± 0,30	0,73 ± 0,25	0,86	0,401

O primeiro eixo da nMDS respondeu por 53% e o segundo eixo por 23%, nos quais a composição das espécies foi dissimilar entre os ambientes florestados e não florestados (Pseudo-F = 2,87; p = 0,03) e os ambientes não florestados influenciaram a distribuição

das espécies de Culicidae (Figura 2). Porém, entre os períodos de seca e cheia não houve diferença na composição das espécies de insetos aquáticos (Pseudo-F = 0,87; p = 0,33) (Figura 3).

FIGURA 2: Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) aplicado em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis para verificar a similaridade na composição das espécies de insetos aquáticos entre os ambientes florestados e não florestados.

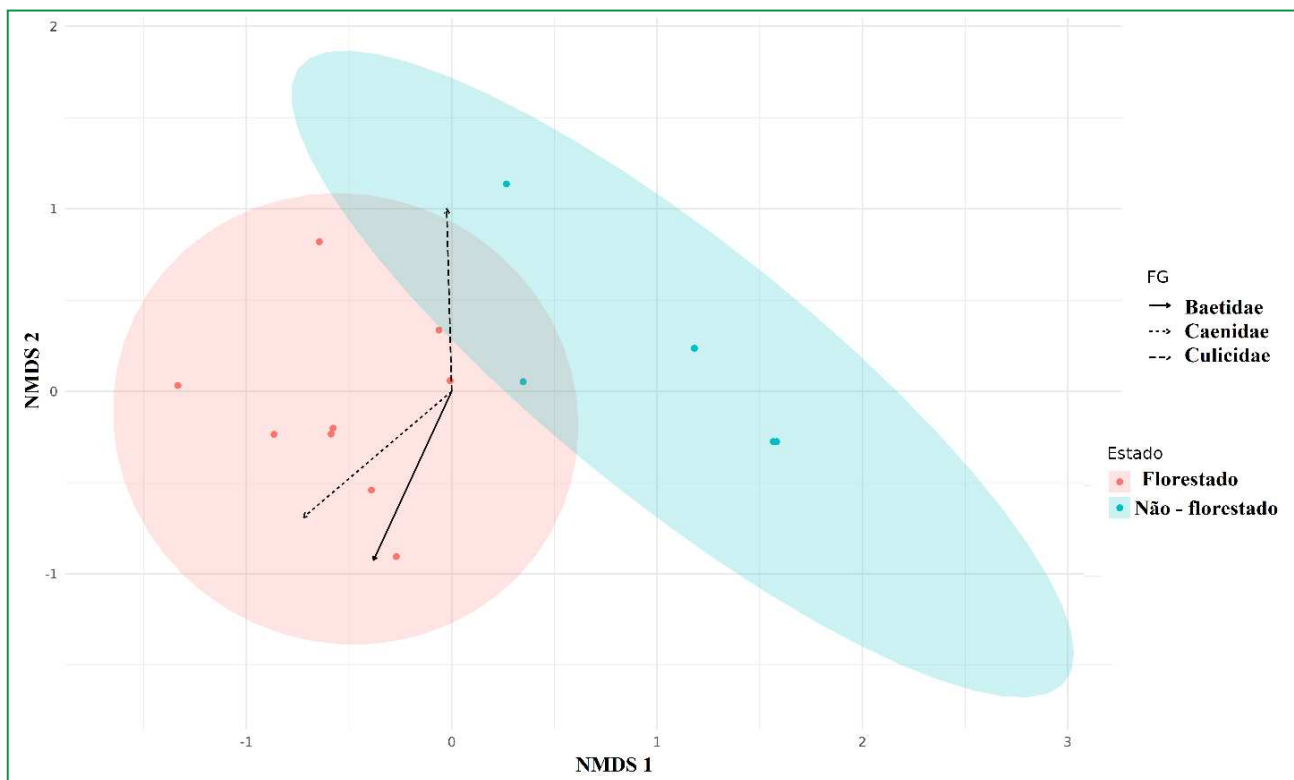
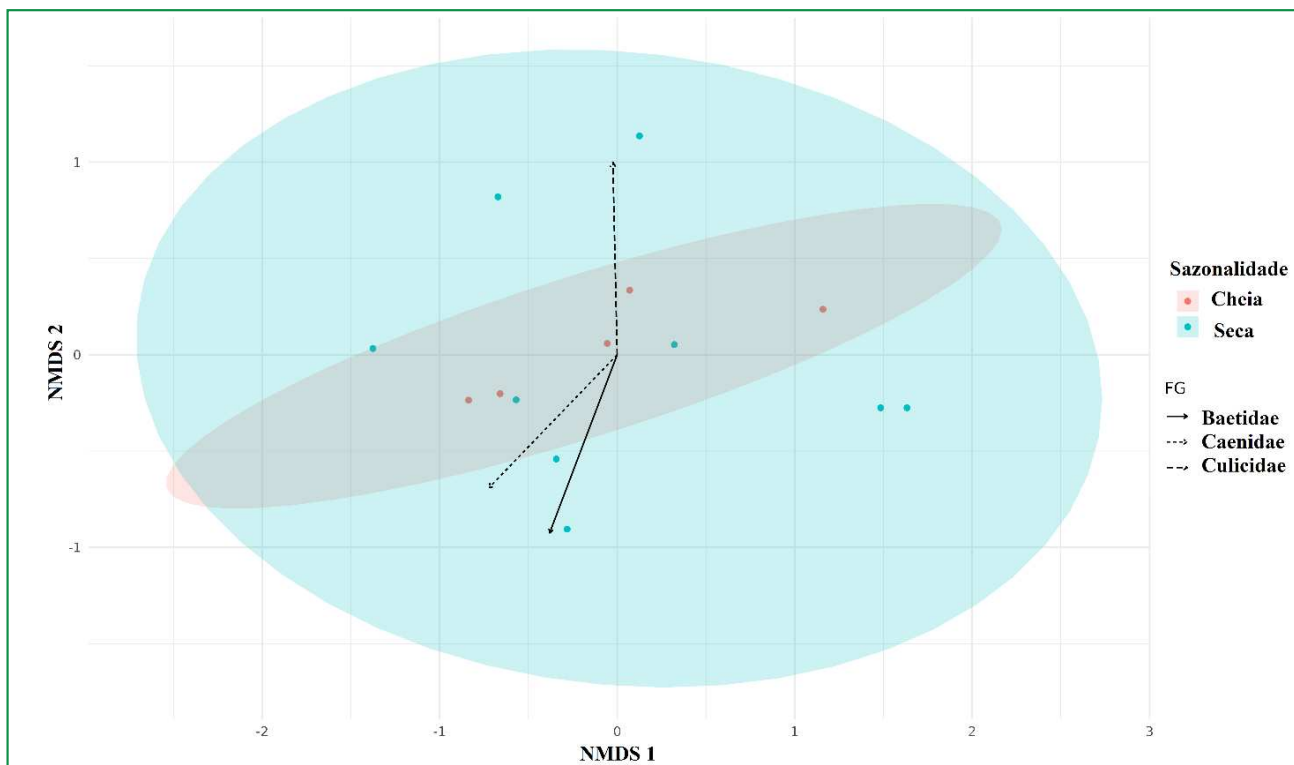


FIGURA 3: Escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) aplicado em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis para verificar a similaridade na composição das espécies de insetos aquáticos entre os períodos de seca e cheia.



O resultado da análise de componentes principais (PCA) (Figura 4) em seus dois primeiros eixos explicaram juntos 69,2% da variação total dos dados. O primeiro eixo explicou 42,5% da variância dos dados, mostrando uma maior relação entre a condutividade, Clorofila α e temperatura e os ambientes florestados no período de seca. O segundo eixo explicou 26,7% da

variância, revelando uma maior ligação entre o oxigênio e os locais florestados e não florestados durante a cheia. Todos os ambientes amostrados apresentaram o pH ligeiramente ácidos, próximo à neutralidade. O pH entre os períodos de seca e cheia foram muito similares, com o maior desvio padrão sendo 1,85 e com os valores médios variando entre 6,06 e 6,82 (Tabela 3).

FIGURA 4: Análise de coordenadas principais (PCoA) indicando a relação entre os componentes abióticos e os ambientes florestados e não florestados nos períodos de seca e cheia.

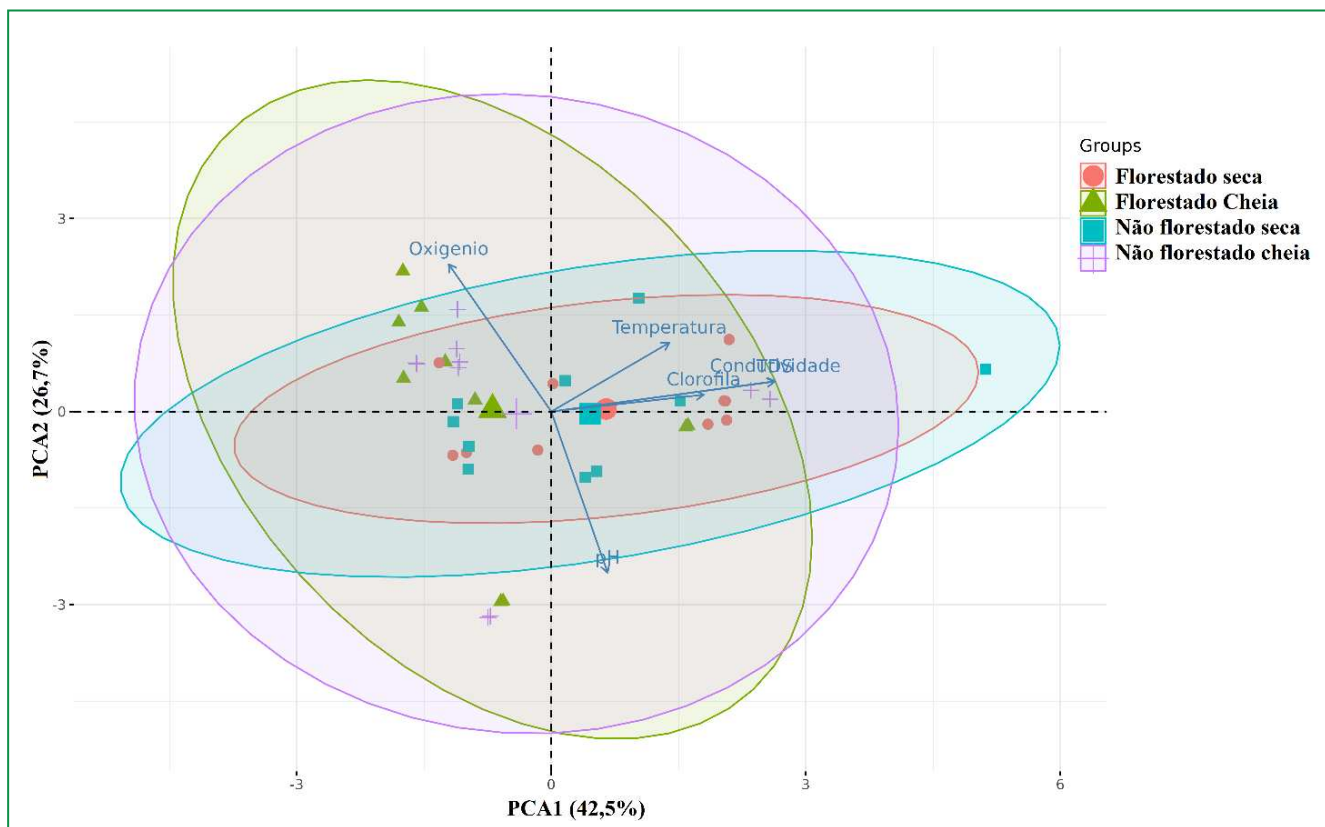


TABELA 3: Parâmetros físico-químicos da água, nos ambientes florestados e não florestados, nos períodos de seca e cheia.

Parâmetros	Seca		Cheia	
	Florestado	Não florestado	Florestado	Não florestado
Clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	8,28 \pm 3,49	9,56 \pm 3,22	7,97 \pm 2,21	10,89 \pm 4,91
Condutividade (mS.cm^{-1})	73,12 \pm 32,89	62,74 \pm 57,81	42,97 \pm 35,11	33,35 \pm 24,41
Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1})	7,00 \pm 3,74	6,92 \pm 4,10	7,73 \pm 4,95	7,54 \pm 4,35
pH	6,82 \pm 0,33	6,77 \pm 0,28	6,06 \pm 1,85	6,43 \pm 1,59
TDS (mg.L^{-1})	47,80 \pm 20,50	41,85 \pm 37,85	27,56 \pm 23,41	21,87 \pm 16,00
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	27,01 \pm 2,27	26,71 \pm 0,78	25,30 \pm 0,59	26,12 \pm 1,38

A riqueza de famílias de insetos aquáticos indicou relação com o teor de clorofila ($r = 61$; $p = 0,001$) e o oxigênio dissolvido ($r = 86$; $p = 0,02$) em ambientes florestados durante a seca, o mesmo foi observado para os valores de diversidade das famílias de insetos aquáticos (Clorofila $r = 0,68$; $p = 0,002$; Oxigênio $r = 0,89$; $p = 0,001$) (Tabela 4).

Discussão

O presente estudo evidenciou que os ambientes florestados apresentaram maior riqueza de famílias de insetos aquáticos nos dois períodos avaliados, sendo que as ordens Trichoptera e Ephemeroptera foram encontradas apenas em ambientes florestados. Esse fato pode estar relacionado à elevada sensibilidade desses organismos a mudanças bruscas dos fatores ambientais (ROSENBERG; RESH, 1993). Além disso, os indivíduos de Trichoptera e Ephemeroptera costumam indicar maior abundância e riqueza de famílias em ambientes com boas características de conservação, onde cada um desses organismos desempenha um papel importante na ciclagem de nutrientes e processos de decomposição da serapilheira (WIGGINS; MACKAY, 1978).

O estudo também demonstrou que nas regiões não florestadas foram encontradas principalmente famílias das ordens Diptera e Odonata. Alguns estudos evidenciaram esse mesmo padrão, e indicaram que essas ordens são consideradas um grupo com ampla

distribuição espacial, tratando-se assim de organismos generalistas, sendo Diptera a mais abundante entre as comunidades bentônicas de ecossistemas aquáticos (MARTINS et al., 2017; REIS et al., 2017).

Durante a seca, a maior diversidade e distribuição de indivíduos por família de insetos aquáticos foi evidenciada. Nesse período, os raios solares atingem camadas mais profundas da água, propiciando alterações positivas na abundância de insetos aquáticos no geral, com o aumento de oxigênio dissolvido na água devido a uma maior incidência de luz, e apresentando o pH próximo à neutralidade (SILVA; HENRY, 2013; FULAN et al., 2014). Os períodos mais secos são considerados mais estáveis, pois os organismos não são arrastados pela correnteza, favorecendo um maior tempo de colonização e, em seguida, um aumento na abundância de indivíduos (PRINCIPE et al., 2007; BELMAR et al., 2013).

Quanto à variação na composição de famílias de insetos aquáticos entre os ambientes florestados e não florestados, durante a seca, pode estar relacionada com a ausência da vegetação ripária nos ambientes não florestados. Alguns estudos também evidenciaram que a mudança da composição de insetos aquáticos pode estar relacionada à retirada da vegetação ciliar (TULLOS; NEUMANN, 2006). As características da vegetação ripária têm sido apontadas como componentes importantes para estruturar as assembleias de insetos aquáticos na Amazônia (BRITO et al., 2020; FARIA et al., 2021), de forma que a sua redução leva à

TABELA 4: Correlação de Pearson entre a riqueza e a diversidade de família de insetos aquáticos e as variáveis ambientais nos períodos de cheia e seca. Clor – Clorofila; Cond – Condutividade elétrica; Ox – Oxigênio dissolvido; TDS – Total de sólidos dissolvidos; Temp – Temperatura; * $p < 0,05$.

Parâmetros	Ambientes	Clor.	Cond.	Ox.	pH	TDS	Temp.
Riqueza (S)	Florestado – Seca	0,61*	0,11	0,86*	0,11	0,12	0,24
	Não Florestado – Seca	-0,12	0,12	0,19	0,21	0,11	0,12
	Florestado – Cheia	0,22	0,24	0,23	0,13	0,11	0,22
	Não Florestado – Cheia	0,01	0,22	0,33	0,11	0,26	0,26
Diversidade (H')	Florestado – Seca	0,68*	0,26	0,89*	0,10	0,11	0,11
	Não Florestado – Seca	0,22	0,11	0,13	0,33	0,11	0,11
	Florestado – Cheia	0,31	0,15	0,11	0,11	0,08	0,23
	Não Florestado – Cheia	0,21	0,11	0,45	0,11	-0,11	0,25

diminuição da matéria orgânica alóctone nos riachos e consequentemente afeta negativamente a riqueza e a abundância de grupos aquáticos (LUIZA-ANDRADE et al., 2020; MONTELES et al., 2021). O que reforça a importância da conservação ambiental na estruturação da comunidade local de grupos como insetos aquáticos (SHIMANO; JUEN, 2016; PAIVA et al., 2021).

No que se refere à planície de cheia, durante a seca, há uma redução do nível do rio. Como resultado, ocorre o aparecimento de microhabitat e a procura de alimentos em locais específicos, em regiões mais isoladas, apresentando assim uma distribuição aleatória dos insetos aquáticos. Em contrapartida, durante a cheia o ambiente muda, o nível da água se eleva, transformando ambientes florestados e não florestado da planície em um só. Deste modo, os insetos se espalham pelo ambiente, pois são levados pela correnteza, exibindo uma composição de espécies similares (FERNANDES et al., 2009; ORTEGA et al., 2015; PINHA et al., 2016).

E, por fim, o presente estudo evidenciou que a riqueza e a diversidade de famílias apresentaram relação com a clorofila e o oxigênio em ambientes florestados durante a seca. A clorofila é um fator importante no ambiente, pois indica principalmente a disponibilidade de fitoplâncton que serve de alimento para esses insetos aquáticos, além de indicar a presença de macrófitas aquáticas, que proporcionam abrigo contra predadores, atuando como local de desenvolvimento para esses organismos (TANIGUCHI et al., 2003; SANTANA et al., 2021).

Como é explicado nos estudos de Costa et al. (2011) e Siegloch et al. (2016), altas taxas de oxigênio dissolvido na água influenciam a abundância, riqueza e diversidade de macroinvertebrados, pois ele é consumido durante a respiração e existem mínimas concentrações necessárias para cada organismos. Assim, a sua disponibilidade interfere na distribuição e estrutura dos macroinvertebrados aquáticos, sendo uma das variáveis ambientais mais marcantes para a manutenção dos insetos aquáticos.

Em conclusão, os dados do presente estudo indicaram que ambientes não florestados apresentam uma menor riqueza e diversidade de famílias de insetos aquáticos. Além disso, a composição das famílias de

insetos aquáticos nos ambientes foi diferente; os habitat florestados indicaram famílias que não ocorreram nos não florestados. As ordens com famílias de Diptera e Odonata ocorreram em grande abundância nestes últimos. E, por fim, foi evidenciado que a clorofila e o oxigênio dissolvido são fatores ambientais importantes na fauna desses insetos aquáticos. Nesse sentido, o estudo através de uma pesquisa básica teve o objetivo de indicar a importância desses dados para a tomada de decisões voltada à conservação dessas áreas de riachos, e sugere que mais estudos com esses organismos sejam feitos, com o objetivo de gerar informações que auxiliem no plano de manejo e gestão desses ambientes.

Referências

- ABÍLIO, F. J. P.; MELO RUFO, T. L. de; SOUZA, A. H. F. F. de; SILVA FLORENTINO, H.; OLIVEIRA JUNIOR, E. T. de; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 397-409, 2007.
- ALLAN, J. D. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 35, p. 257-284, 2004.
- ANDRIOLO, A.; PREZORO, F.; BARBOSA, B. C. **Impactos antrópicos: biodiversidade aquática e terrestre**. 1 ed. Juiz de Fora: Edição dos autores, 2018. 79 p.
- AUGUSTO, F. G.; GRAÇA, M. A.; MARTINELLI, L. A.; CAÇADOR, I.; ARCE-FUNCK, J. Do aquatic insects disperse metals from contaminated streams to land? **Hydrobiologia**, Brussels, v. 849, n. 6, p. 1437-1451, 2022.
- BELMAR, O.; VELASCO, J.; MARTÍNEZ-CAPEL, F.; MARIN, A. A. The influence of natural flow regimes on macroinvertebrate assemblages in a semiarid Mediterranean basin. **Ecohydrology**, Hoboken, v. 6, p. 363-379, 2013.
- BHAT, R. A.; SINGH, D. V.; QADRI, H.; DAR, G. H.; DERVASH, M. A.; BHAT, S. A.; UNAL, B. T.; OZTURK, M.; HAKEEM, K. R.; YOUSAF, B. Vulnerability of municipal solid waste: an emerging threat to aquatic ecosystems. **Chemosphere**, Elmsford, v. 287, p. 132223, 2022.
- BOYERO, L.; RAMIREZ, A.; DUDGEON, D.; PEARSON, R. G. Are tropical streams really different? **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, v. 28, n. 2, p. 397-403, 2009.
- BRASIL, L. S.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; DIAS-SILVA, K.; SHIMANO, Y.; JUEN, L. Insetos aquáticos bioindicadores de mudanças de uso da terra no Pará, Brasil: evidências e perspectivas. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 424-444, 2022.
- BRITO, J. G.; ROQUE, F. O.; MARTINS, R. T.; NESSIMIAN, J. L.; OLIVEIRA, V. C.; HUGHES, R. M.; PAULA, R. F.; SILVIO, F. B. S.; HAMADA, N. Small Forest losses degrade stream

- macroinvertebrate assemblages in the eastern Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, Boston, v. 241, e108263, 2020.
- CALLISTO, M.; ESTEVES, F. A. Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um ecossistema amazônico impactado por rejeito de bauxita – Lago Batata (Pará, Brasil). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 335-348, 1995.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologia Brasiliensis**, Botucatu, v. 34, p. 91-97, 2002.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F.; MORENO, P. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <<https://manuelao.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/08/invertaquaticos.pdf>>. Acesso em: 09 outubro 2022.
- CARDOSO, R. S.; NOVAES, C. P. Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 1, n. 5, p. 16-35, 2013.
- CASTRO, E. R. **Efeitos ambientais na distribuição de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em tributários do rio Itapecuru, no leste maranhense**. 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Ambiente e Saúde) – Universidade Estadual do Maranhão, Caxias. 2016.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mortandade de peixes: temperatura da água**. São Paulo: CETESB, 2019.
- CHAGAS, F. B.; RUTKOSKI, C. F.; BIENICK, G. B.; VARGAS, G. D. P. L.; HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T. Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12 n. 3, p. 416-425, 2017.
- COSTA, J. M. C.; SILVA, C. C. D.; SANTOS, T. C.; PEREIRA, S. M.; ALMEIDA, G. L. D. Insetos aquáticos da ecorregião aquática Xingu-Tapajós. In: CASTILHOS, Z.; BUCKUP, P. (Ed.). **Ecorregião aquática: Xingu-Tapajós Brasília: CETEM/MCT2011**. p. 123-138.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 226 p.
- FARIA, A. P. J.; PAIVA, C. K. S.; CALVÃO, L. B.; CRUZ, G. M.; JUEN, L. Response of aquatic insects to an environmental gradient in Amazonian streams. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 193, n. 11, p. 1-12, 2021.
- FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; PELICICE, F.; AGOSTINHO, A. A. Temporal organization of fish assemblages in floodplain lagoons: the role of hydrological connectivity. **Environmental Biology of Fishes**, Berlin, v. 85, n. 2, p. 99-108, 2009.
- FULAN, J. Â.; DE MENEZES, J. A.; SILVA, V. V. da. Migração vertical de macroinvertebrados entre o sedimento e a macrófita *Salvinia auriculata* Aublet. **Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 69-76, 2014.
- GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, Pará de Minas, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.
- GUIDA, R. J.; REMO, J. W.; SECCHI, S. Tradeoffs of strategically reconnecting rivers to their floodplains: the case of the Lower Illinois River (USA). **Science of the Total Environment**, Barcelona, v. 572, p. 43-55, 2016.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. New York: John Wiley & Sons, 2014. 624 p.
- HAMADA, N.; FERREIRA-KEPLER, R. L. M. **Guia ilustrado de insetos aquáticos e semiaquáticos da Reserva Florestal Duque**. Manaus: EDUA, 2012. 198 p.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014. 724 p.
- HAMADA, N.; THORP, J. H.; ROGERS, D. C. **Thorp and covich's freshwater invertebrates: Volume 3: Keys to neotropical Hexapoda**. New York: Academic Press, 2019. 811 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Cruzeiro do Sul, Acre**. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/cruzeiro-do-sul/panorama>>. Acesso em: 19 agosto 2021.
- JÚNIOR, A. P.; CONCEIÇÃO, C. S. da; LOBO, R. R.; SANTOS, C. O. R. dos; SARDINHA, A. S. Associação entre Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e os parâmetros limnimétricos do índice de qualidade da água. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 839-863, 2019.
- KANG, J. H.; LEE, S. W.; CHO, K. H.; KI, S. J.; CHA, S. M.; KIM, J. H. Linking land-use type and stream water quality using spatial data of fecal indicator bacteria and heavy metals in the Yeongsan River basin. **Water Research**, London, v. 44, p. 4143-4157, 2010.
- LARONDELLE, N.; HAASE, D. Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: A cross-analysis of European cities. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 29, p. 179-190, 2013.
- LIMA, D. V. M.; de ALMEIDA, M. D. F. T.; VICENTE, J. X. Efeitos da sazonalidade sobre a composição e riqueza de larvas de odonatas em lagos urbanos, Rio Branco (AC), Brasil. **Multidisciplinary Sciences Reports**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2021.
- LUIZA-ANDRADE, A.; BRASIL, L. S.; TORRES, N. R.; BRITO, J.; SILVA, R. R.; MAIOLI, L. U.; M. F.; S. G.; JUEN, L. Effects of local environmental and landscape variables on the taxonomic and trophic composition of aquatic insects in a rare forest formation of the Brazilian Amazon. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 49, n. 6, p. 821-831, 2020.
- MARTINS, R. T.; COUCEIRO, S. R.; MELO, A. S.; MOREIRA, M. P.; HAMADA, N. Effects of urbanization on stream benthic invertebrate communities in Central Amazon. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 73, p. 480-491, 2017.
- MARTINS, R. T.; OLIVEIRA, V. C.; SALCEDO, A. K. M. Uso de insetos aquáticos na avaliação de impactos antrópicos em ecossistemas aquáticos. In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. (Ed.). **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2017. p. 17-27.
- MELLO, K.; TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R. de; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts

- on water quality: assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 270, e110879, 2020.
- MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. An introduction to the aquatic insects of North America. **Journal of the North American Benthological Society**, Lawrence, v. 28, n. 2, 10.2307/1467288, 1996.
- MIELKE, O. H. H.; CARNEIRO, E.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptero fauna (Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Chandless e arredores, Acre, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, p. 285-299, 2010.
- MONTELES, J. S.; GERHARD, P.; FERREIRA, A.; SONODA, K. C. Agriculture impacts benthic insects on multiple scales in the Eastern Amazon. **Biological Conservation**, Boston, v. 255, 10.1016/j.biocon.2021.108998, 2021.
- NASCIMENTO, T. S. R.; NASCIMENTO MONTE, C.; CORREA, E. S. Qualidade de água em áreas influenciadas por uma estação de tratamento de esgoto na Amazônia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 12, n. 9, p. 146-160, 2021.
- NESSIMIAN, J. L.; SAMPAIO, B. H. L.; DUMAS, L. L. Taxonomia de insetos aquáticos: cenários e tendências para a Amazônia brasileira. In: HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. (Ed.). **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014. p. 17-27.
- ORTEGA, J. C. G.; DIAS, R. M.; PETRY, A. C.; OLIVEIRA, E. F.; AGOSTINHO, A. A. Spatiotemporal organization patterns in the fish assemblages of a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 745, n. 1, p. 31-41, 2015.
- PAIVA, C. K. S. de; FARIA, A. P. J.; CALVAO, L. B.; JUEN, L. The anthropic gradient determines the taxonomic diversity of aquatic insects in Amazonian streams. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 848, v. 5, p. 1073-1085, 2021.
- PALHIARINI, W. S.; PAGOTTO, J. P. A. A importância da vegetação ripária para ambientes aquáticos continentais. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 10, n. 2, p. 66-74, 2015.
- PEREIRA, C. P.; RODRIGUES, M. O. S.; dos BARROS, C. L. S.; de ALMEIDA, B. L. N.; de DIOGO, M. L. S. A. Identificação de impactos ambientais provocados pelo lançamento de resíduos sólidos e líquidos no Rio Itapecuru. **Nature and Conservation**, Aracaju, v. 13, n. 2, p. 58-66, 2020.
- PIMENTA, S. M.; BOAVENTURA, G. R.; PEÑA, A. P.; RIBEIRO, T. G. Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 11, p. 198-210, 2016.
- PINHA, G.; PETSCH, D. K.; RAGONHA, F. H.; GUGLIEMETTI, R.; BILIA, C. G.; TRAMONTE, R. P.; TAKEDA, A. M. Benthic invertebrates nestedness in flood and drought periods in a Neotropical floodplain: looking for the richest environments. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 28, n. 8, e8, 2016.
- PORTNER, H. O.; FARRELL, A. P. Physiology and climate change. **Science**, New York, v. 322, p. 690-692, 2008.
- PRINCIPE, R. E.; RAFFAINI, G. B.; GUALDONI, C. M.; OBERTO, A. M.; CORIGLIANO, M. G. Do hydraulic units define macroinvertebrate assemblages in mountain streams of central Argentina? **Limnologica**, Jena, v. 37, p. 323-336, 2007.
- REIS, D. F. D.; SALAZAR, A. E.; MACHADO, M. M. D.; COUCEIRO, S. R. M.; MORAIS, P. B. D. Measurement of the ecological integrity of cerrado streams using biological metrics and the index of habitat integrity. **Insects**, Basel, v. 8, n. 1, p. 10, 10.3390/insects8010010, 2017.
- RIBEIRO, L. O.; UIEDA, V. S. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, p. 613-618, 2005.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 448 p.
- SABATER, S.; BREGOLI, F.; ACUÑA, V.; BARCELÓ, D.; ELOSEGI, A.; GINEBRED, A.; FERREIRA, V. Effects of human-driven water stress on river ecosystems: a meta-analysis. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.
- SALLENAVE, R. **Stream biomonitoring using benthic macroinvertebrates**. 2015. Disponível em: <https://pubs.nmsu.edu/_circulars/CR677/index.html>. Acesso em: 19 agosto 2021.
- SALLES, F. F.; BOLDRINI, R. **Ephemeroptera**. 2002. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/122>>. Acesso em: 20 abril 2022.
- SANTANA, M. S.; dos SANTOS, C. B.; MITSUKA, P. M. Composição de macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas como parâmetro para avaliação da qualidade da água de um reservatório no semiárido baiano. **Biotemas**, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 1-14, 2021.
- SHIMANO, Y.; JUEN, L. How oil palm cultivation is affecting mayfly assemblages in Amazon streams. **Annales de Limnologie-International Journal of Limnology**, Santa Fé, v. 52, p. 35-45, 2016.
- SIEGLOCH, A. E.; SCHMITT, R.; SPIES, M.; PETRUCIO, M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Effects of small changes in riparian forest complexity on aquatic insect bioindicators in Brazilian subtropical streams. **Marine and Freshwater Research**, Kingston, v. 68, n. 3, p. 519-527, 2016.
- SILVA, C. V.; HENRY, R. Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 1, p. 149-162, 2013.
- SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios**. 1. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 68 p.
- STANLEY, E. H.; BUSCHMAN, D. L.; BOULTON, A. J.; GRIMM, N. B.; FISHER, S. G. Invertebrate resistance and resilience to intermittency in a desert stream. **American Midland Naturalist**, Chicago, v. 131, p. 288-300, 1994.
- TANIGUCHI, H.; NAKANO, S.; TOKESHI, M. Influences of habitat complexity on the diversity and abundance of epiphytic invertebrates on plants. **Freshwater Biology**, London, v. 48, p. 718-728, 2003.
- TEIXEIRA, A. P.; BRITO, A. O.; SOUZA, J. P. F.; SILVA, P. Diatomáceas bioindicadoras da qualidade dos ambientes aquáticos: uma revisão. **Natureza On Line**, Santa Teresa, v. 16, n. 2, 18-25, 2018.

- TELES, H. F.; LINARES, M. S.; ROCHA, P. A.; RIBEIRO, A. S. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 15, n. 1, 2, 3, p. 123-137, 2013.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; BOZELLI, R. L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 579, p. 1-13, 2007.
- TULLOS, D. D.; NEUMANN M. A Qualitative model for analyzing the effects of anthropogenic activities in the water shedon benthic macroinvertebrate communities. **Ecological Modeling**, Austin, v. 196, n. 1-2, p. 209-220, 2006.
- VIMOS, D. J.; ENCALADA, A. C.; RÍOS-TOUMA, B.; SUÁREZ, E.; PRAT, N. Effects of exotic trout on benthic communities in hig-Andean Tropical streams. **Freshwater Science**, Washington, v. 34, n. 2, p. 770-783, 2015.
- WIGGINS, G. B.; MACKAY, R. J. Some relationships between systematics and trophic ecology in nearctic aquatic insects, with special reference to Trichoptera. **Ecology**, New York, v. 59, n. 6, p. 1211-1220, 1978.
- YANG, H.; ZHAO, Y.; WANG, J. H.; XIAO, W. H.; JARSJÖ, J.; HUANG, Y.; LIU, Y.; WU, J. P.; JIA, H.; WANG, H. Urban closed lakes: Nutrient sources, assimilative capacity and pollutant reduction under different precipitation frequencies. **Science of the Total Environment**, Barcelona, v. 700, e134531, 2020.
- YOKOYAMA, E.; PACIÊNCIA, G. P.; BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C. A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil? **Ambiência**, Essex, v. 8, n. 1, p. 73-84, 2012.
- YU, D.; SHI, P.; LIU, Y.; XUN, B. Detecting land use-water quality relationships from the viewpoint of ecological restoration in an urban area. **Ecological Engineering**, Columbus, v. 53, p. 205-216, 2013.