

## Uso de larvas de Chironomidae (Diptera) na análise da integridade ecológica de lagos urbanos no oeste amazônico

Diego Viana Melo Lima<sup>1\*</sup>, Letícia Braz de Souza<sup>2</sup>, Paulo Célio da Costa Capistrano<sup>3</sup>, Luís Pedro de Melo Plese<sup>4</sup>, Lisandro Juno Soares Vieira<sup>5</sup>

1\*. Docente de Biologia. Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, campus Rio Branco, Instituto Federal do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

[diego.lima@ifac.edu.br](mailto:diego.lima@ifac.edu.br)

<http://lattes.cnpq.br/1901436610028023>

<http://orcid.org/0000-0002-1968-0857>

2. Bióloga. Grupo de Pesquisa Ciências Agrárias da Amazônia Ocidental. Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, campus Rio Branco, Instituto Federal do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

[leticia brazdesouza@hotmail.com](mailto:leticia brazdesouza@hotmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/5260357060067845>

<http://orcid.org/0000-0003-3463-9163>

3. Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, campus Rio Branco, Instituto Federal do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

[paulocapistrano22@gmail.com](mailto:paulocapistrano22@gmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/6424580371732857>

<http://orcid.org/0000-0002-4108-9588>

4. Docente de Agronomia. Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, campus Rio Branco, Instituto Federal do Acre (IFAC), Rio Branco, Acre, Brasil.

[pedro.plese@ifac.edu.br](mailto:pedro.plese@ifac.edu.br)

<http://lattes.cnpq.br/6163781969803474>

<http://orcid.org/0000-0001-5478-0995>

5. Docente. Laboratório de Ictiologia, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre (UFAC).

[lisandrojv@gmail.com](mailto:lisandrojv@gmail.com)

<http://lattes.cnpq.br/7161311377613700>

<http://orcid.org/0000-0002-2470-5684>

### RESUMO

A família Chironomidae (Diptera) é o principal grupo de seres vivos dessa ordem, com capacidade de colonização de diferentes ambientes o que permite apresentar diferentes respostas as oscilações ambientais que vão desde a sensibilidade a impactos até a tolerância a mudanças ambientais mais severas. O objetivo desse estudo foi analisar a integridade ecológica de lagos urbanos a partir do uso de atributos de assembleias de Chironomidae (Diptera) no oeste amazônico, em Rio Branco (AC). Foram selecionados três lagos dos quais dois estavam situados dentro do Parque Zoológico da Universidade Federal do Acre (UFAC): lago da Piaba e lago do Viveiro. Esses lagos estão localizados em região de floresta secundária, e atualmente é o maior fragmento florestal urbano da capital do Estado, com bom estado de conservação. O terceiro ponto de amostragem foi o lago da FUNDHACRE, o qual é caracterizado pela presença de atividades antrópicas tais como recreação, pesca, vendas de alimentos. Entre os lagos estudados foram registradas diferenças significativas nos atributos de comunidade. A dominância foi maior no lago alterado enquanto que a diversidade, riqueza estimada e equitabilidade foram maiores nos lagos preservados. O teste t confirmou que a variação na abundância e diversidade entre os lagos é significativa indicando que os atributos de comunidade reduzem mediante a presença de atividades antrópicas. Além disso, nossos resultados fortalecem a importância do uso de insetos para avaliação de integridade ecológica em lagos urbanos. As análises baseadas nos atributos de assembleia revelaram maior eficácia do que a análise baseada apenas em variáveis abióticas.

**Palavras-chave:** insetos aquáticos, Amazônia, sistemas lênticos.

### Use of Chironomidae (Diptera) larvae in the ecological integrity analysis of urban lakes in the western Amazon

### ABSTRACT

The family Chironomidae (Diptera) is the main group of living beings of this order, with the ability to colonize environments different, which allows to present different responses to environmental oscillations ranging from sensitivity to impacts to tolerance to more severe environmental changes. The objective of this study was to analyze the ecological integrity of urban lakes from the use of attributes of Chironomidae assemblages (Diptera) in the western Amazon, in Rio Branco (AC). Three lakes were selected, of which two were located within the Zoobotanical Park of the Federal University of Acre (UFAC): Piaba Lake and Viveiro Lake. These lakes are located in a secondary forest region, and it is currently the largest urban forest fragment in the state capital, with good conservation status. The third sampling point was the FUNDHACRE lake, which is characterized by the presence of anthropic activities such as recreation, fishing, food sales. Significant differences in community attributes were recorded among the studied lakes. The dominance was greater in the altered lake whereas the diversity, estimated richness and equitability were higher in the preserved lakes. The t test confirmed that the variation in abundance and diversity among lakes is significant indicating that community attributes reduce by the presence of anthropic activities. In addition, our results increased the importance of using insects to assess ecological integrity in urban lakes. Assemblage-based analyzes revealed greater efficacy than analysis based only on abiotic variables.

**Keywords:** aquatic insects; Amazon; lentic systems.

### Introdução

A urbanização é um fenômeno de origem antrópica com grande impacto sobre o meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2018), como consequência da ocupação desordenada das cidades, provocando alterações em rios, riachos e lagos, comprometendo inclusive a qualidade da água em toda bacia hidrográfica (MOLOZZI et al., 2011).

Vários desdobramentos resultam desse fenômeno, como aglomeração de pessoas, desmatamento, exposição do solo a impactos, produção de resíduos sólidos em larga escala, emissão de gases tóxicos, poluição sonora, entre outros. Os sistemas aquáticos ficam altamente sujeitos à má gestão das cidades, tornando-se vulneráveis ao lançamento de esgoto doméstico, lixo, remoção da vegetação ciliar e assoreamento do solo (MORAIS et al., 2010; BARBOLA et al., 2011; PERA et al., 2013).

Sistemas lênticos (por exemplo, lagos, açudes e reservatórios) são ecossistemas aquáticos de grande importância para a manutenção do equilíbrio da umidade, lazer, além de contribuir com a manutenção da diversidade biológica em virtude de abrigar diferentes formas de vida especializadas a este nicho as quais vão desde seres microscópicos até grandes vertebrados. Para manter a qualidade desses sistemas é necessário assegurar amplas faixas de vegetação ciliar, com capacidade de fornecer e manter volumes necessários de matéria orgânica para dentro do ambiente aquático (material alóctone), os quais podem ser utilizados no fornecimento de alimentos, abrigo além de garantir a ciclagem de nutrientes no fluxo energético desses ambientes (SAULINO; CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2014; BRANDIMARTE et al., 2016; ANACLÉTO et al., 2018; SILVA et al., 2018; VARGAS et al., 2018).

A fauna de insetos aquáticos integra a biota dos sistemas lênticos e pode ser encontrada em todos os seus compartimentos como região litorânea, limnética e bentônica. A região litorânea por sua vez comporta uma grande diversidade de organismos adaptados a alguns microhabitats peculiares deste pequeno ecossistema, como raízes de plantas, vegetais submersos ou mesmo pequenos arbustos, constituindo uma comunidade particular de lagos (BUTAKKA et al., 2014; BILIA et al., 2015). A vegetação ciliar tem sido destacada como variável relevante para manutenção desses habitats e conseqüentemente na preservação da biota aquática (KOPERSKI, 2011; BRANDIMARTE et al., 2016; SAULINO et al., 2017; ANACLÉTO et al., 2018).

A família Chironomidae (Diptera) é a mais abundante em sistemas aquáticos dulcícolas, com capacidade de colonização de diferentes ambientes o que permite apresentar diferentes respostas as oscilações ambientais que vão desde a sensibilidade a impactos até a tolerância a mudanças ambientais mais severas (MORAIS et al., 2012; CORDEIRO et al., 2016). Por exemplo, vários trabalhos têm apontado larvas do gênero *Chironomus* como indicadora de impactos e alterações (ANJOS et al., 2011; BARBOLA et al., 2011; MORAIS et al., 2012; PINHA et al., 2013; BUTAKKA et al., 2014; BILIA et al., 2015) e *Fissimentum* tem sido relacionado a locais com boa qualidade de água (MOLOZZI et al., 2011).

Uma maneira de avaliar a integridade ambiental de sistemas aquáticos é através do uso da técnica de avaliação de integridade ecológica (CORDEIRO et al., 2016), onde é possível determinar o status da qualidade do ambiente a partir de características físico-químicas (abióticas) e/ou biológicas. Atributos de comunidade como diversidade, riqueza estimada e dominância possuem resultados satisfatórios para determinação de integridade ecológica (ANJOS et al., 2011; BARBOLA et al., 2011; MORAIS et al., 2012; PINHA et al., 2013; BUTAKKA et al., 2014; BILIA et al., 2015).

O objetivo desse estudo foi analisar a integridade ecológica de lagos urbanos a partir do uso de atributos de Chironomidae (Diptera) na cidade de Rio Branco (Acre, Brasil).

## Material e Métodos

### Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na área urbana da cidade de Rio Branco, capital do estado do Acre, localizado no oeste amazônico, fronteira com os países da Bolívia e Peru. (Figura 1). De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (ACRE, 2012), esta região pertence à bacia hidrográfica do rio Acre, cuja nascente está no Peru.

O estado do Acre encontra-se dentro do Bioma Amazônia e possui duas estações climáticas bem definidas: inverno amazônico, com média pluviométrica em torno de 312 mm e o verão amazônico com média pluviométrica em torno de 60mm (ACRE, 2012). O período de verão possui maior diversidade e densidade de larvas de Chironomidae sendo considerado período sazonalmente mais propício para maximização de esforço de coleta (CRISTINA; MICHIO, 2007; FULAN; RODRIGUES, 2015). Por isso, adotamos o verão amazônico (mês de setembro e outubro) como padrão para amostragem nesta pesquisa, na tentativa de identificar como os atributos de comunidade respondem a presença de atividades antrópicas.

Foram selecionados três lagos dos quais dois estavam situados dentro do Parque Zoológico da Universidade Federal do Acre (UFAC): lago da Piaba e lago do Viveiro. Esses lagos estão localizados em região de floresta secundária, e atualmente é o maior fragmento florestal urbano da capital, com bom

estado de conservação (Figura 1).

O terceiro ponto de amostragem foi o lago da FUNDHACRE, o qual é caracterizado pela presença de atividades antrópicas tais como recreação, pesca, vendas de alimentos. Esse lago passou por um processo de restauração da vegetação ciliar, onde foram removidos alguns entulhos, tornando o ambiente mais propício às visitas. Entretanto, há indícios de forte atividade antrópica no local, afetando diretamente a vegetação ciliar através do despejo de lixo como sacolas e produtos descartáveis.

Os primeiros lagos foram classificados neste estudo como área de referência por apresentar maior grau de preservação dentro da zona urbana na cidade de Rio Branco. O lago da FUNDHACRE foi denominado como alterado em virtude de forte influência antrópica.

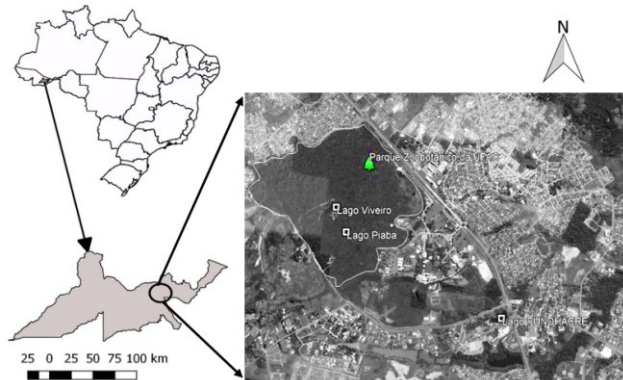


Figura 1. Mapa com a localização das áreas de coleta dos lagos urbanos utilizados para nesta pesquisa, em Rio Branco, Acre, Brasil. / Figure 1. Map with the location of the sampling areas of the urban lakes used for this research, in Rio Branco, Acre, Brazil.

### Medidas ambientais

As medidas físico-químicas foram padronizadas quanto ao período e horário (entre 9h e 10h) para reduzir os efeitos da variação circadiana sobre as variáveis. Em cada lago foram realizadas quatro medidas por ponto de coleta, totalizando vinte medidas por lago.

As medidas físico-químicas mensuradas foram: temperatura do ar, temperatura da água, alcalinidade, dureza total, oxigênio dissolvido, pH, amônia e nitrito. Essas medidas foram obtidas com auxílio do kit para análise de água doce (kit do produtor - água doce), e mensuradas em cada ponto de amostra e sub-amostras.

### Delineamento amostral e coleta de larvas de Chironomidae.

Para coletar as larvas foi utilizado uma peneira manual com 0,50mm de abertura de malha. Foram selecionados cinco pontos de amostragem em cada lago, com três subamostras por ponto, totalizando 15 amostras por lago. Em cada subamostra foram mensuradas as variáveis físico-químicas e amostras biológicas. Na amostra biológica foram realizados arrastos a partir do uso da peneira, sempre junto à vegetação da margem (região litorânea). As amostras foram levadas a peneiras sobrepostas a bandejas plásticas para triagem ainda em campo. Posteriormente, as larvas encontradas nas amostras foram reservadas em frascos PET de 30ml contendo álcool 70%, etiquetadas e transportadas ao laboratório de Ictiologia da Ufac para a identificação.

As larvas de Chironomidae foram identificadas com auxílio de microscópio óptico e utilizando-se a chave de identificação de Trivinho Strixino (TRIVINHO-STRIXINO, 2011), até o menor nível taxonômico possível.

### Análise estatística

Um teste t de Student foi aplicado para testar possíveis diferenças entre as médias das variáveis físico-químicas mensuradas neste estudo. As métricas de assembleia calculadas

foram: diversidade Shanonn, riqueza estimada, equitabilidade de Pielou, dominância (MAGURRAN, 2011).

Para testar possíveis diferenças significativas entre os tipos de lagos, foi aplicado um teste *t* de Student para os atributos abundância de larvas e diversidade de Shanonn. Foi utilizado o pacote estatístico *PAleontological Statistics 3.20 (PAST)*.

## Resultados

### Análise físico-química

O resultado das análises físico-químicas sugere distinção entre amostras provenientes de lagos preservados e alterado. Os lagos denominados de preservados (Piaba e Viveiro) apresentaram maiores concentrações médias de oxigênio dissolvido e pH (Tabela 1), enquanto que valores médios mais altos de temperatura do ar, temperatura da água, alcalinidade, dureza total, amônia e nitrito foram observados no lago alterado.

O teste *t*, porém, confirmou essa diferença apenas a variável dureza total com diferença significativa (valor  $t=4,926$ ; valor  $p=0,008$ ).

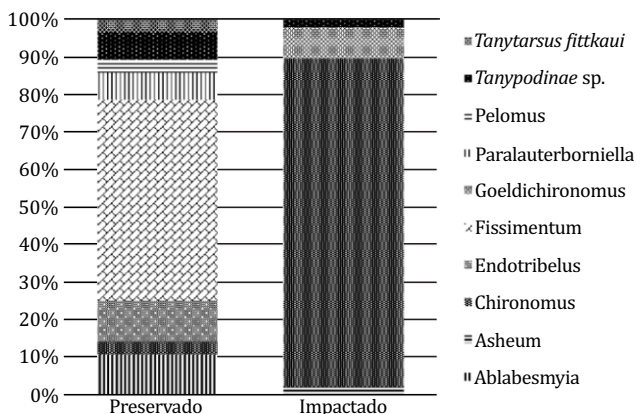
**Tabela 1.** Média e desvio-padrão das medidas de variáveis físico-químicas das variáveis ambientais em lagos urbanos preservados (Lago Piaba e Lago Viveiro) e alterado (Lago Fundhacre), em 2017. / **Table 1.** Mean and standard deviation of the physical-chemical variables of samples from the preserved urban lakes (Lake Piaba and Lake Viveiro) and altered (Lake Fundhacre), in 2017.

Variáveis	Condição			
	Alterado		Preservado	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Temperatura do ar	27,00	0,00	26,25	1,55
Temperatura da água	30,25	1,06	26,63	2,29
Alcalinidade	25,00	7,07	17,50	9,57
Dureza total	25,00	7,07	10,00	0,00
Oxigênio dissolvido	5,75	1,41	8,00	0,96
pH	5,50	1,41	6,00	0,58
Amônia	0,50	0,00	0,34	0,20
Nitrito	0,13	0,18	0,00	0,00

### Composição e Atributos de Assembleia de Chironomidae

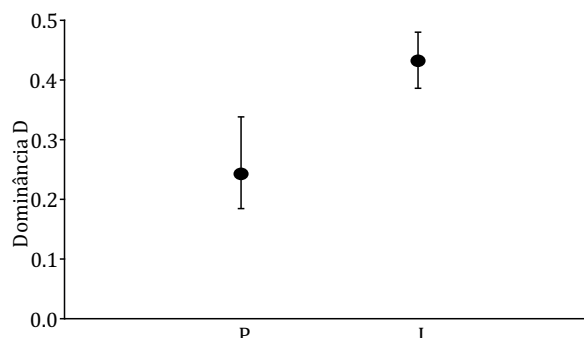
Foram coletadas 938 larvas de Chironomidae, distribuídos nas subfamílias Tanytopodinae (87) e Chironominae (851). As larvas foram distribuídas em 10 gêneros dos quais *Chironomus* foi o mais abundante com 531 organismos e *Pelomus* e *Tanytarsus* foram os menos abundantes com apenas 12 organismos cada (Figura 2).

Os lagos preservados pela elevada cobertura de vegetação ciliar apresentaram os gêneros *Ablabesmyia*, *Chironomus*, *Endotribelus*, *Fissimentum*, *Paralauterborniella*, *Pelomus* e as espécies *Tanytopodinae* sp., *Tanytarsus fittkai*, com predominância do gênero *Fissimentum* que registrou 185 larvas, sendo o mais abundante em áreas preservadas e exclusivo em áreas preservadas. Lagos alterados apresentaram *Asheum*, *Chironomus*, *Goeldichironomus* e a espécie *Tanytopodinae* sp., sendo o gênero *Chironomus* o mais abundante com 518 larvas.

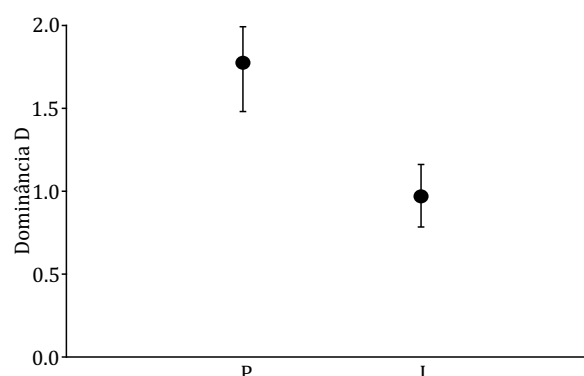


**Figura 2.** Distribuição dos gêneros da família Chironomidae identificados em lagos urbanos na cidade de Rio Branco (AC), em 2017. / **Figure 2.** Distribution of the genera of the Chironomidae family identified in urban lakes in the city of Rio Branco (AC), in 2017.

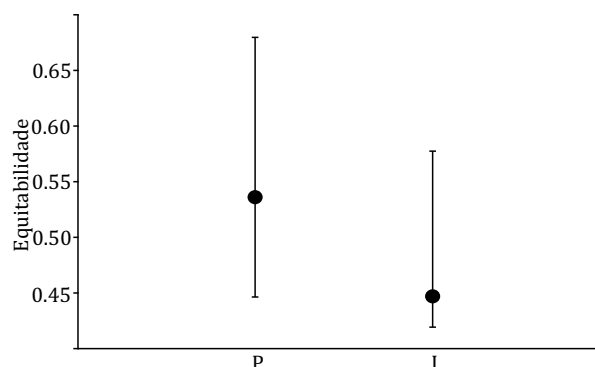
Entre os lagos estudados foram registradas diferenças significativas nos atributos de comunidade. A dominância foi maior no lago alterado enquanto que a diversidade, riqueza estimada e equitabilidade foram maiores nos lagos preservados (Figuras 3-6). O teste *t* confirmou que a variação na abundância (valor  $t=8,836$ ; valor  $p=0,003$ ) e diversidade (valor  $t=4,249$ ; valor  $p=0,000$ ) entre os lagos é significativa indicando que os atributos de comunidade reduzem em lagos alterados.



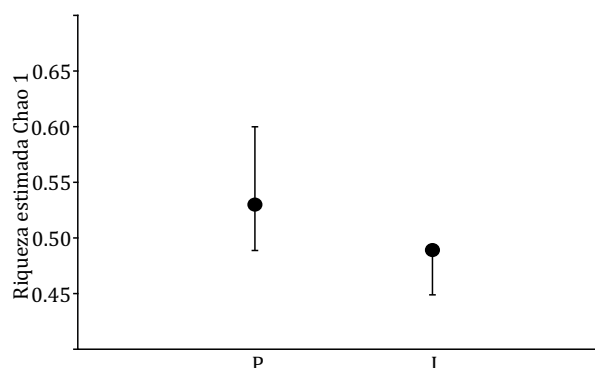
**Figura 3.** Dominância D calculado para lagos impactados (I) e preservados (P) em ambientes urbanos, em Rio Branco, Acre, 2017. / **Figure 3.** Dominance D calculated for impacted (I) and preserved (P) lakes in urban environments, Rio Branco, Acre, 2017.



**Figura 4.** Diversidade de Shannon ( $H'$ ) calculada para lagos impactados (I) e preservados (P) em ambientes urbanos, em Rio Branco, Acre, 2017. / **Figure 4.** Shannon diversity ( $H'$ ) calculated for impacted (I) and preserved (P) lakes in urban environments, Rio Branco AC, 2017.



**Figura 5.** Equitabilidade calculada para lagos impactados (I) e preservados (P) em ambientes urbanos, em Rio Branco, Acre, 2017. / **Figure 5.** Equitability calculated for impacted (I) and preserved (P) lakes in urban environments, Rio Branco, Acre, 2017.



**Figura 6.** Estimativa de riqueza Chao 1, calculada para lagos impactados (I) e preservados (P) em ambientes urbanos, em Rio Branco, Acre, 2017. / **Figure 6.** Estimation of Chao 1 richness, calculated for impacted (I) and preserved (P) lakes in urban environments, Rio Branco, Acre, 2017.



## Discussão

A urbanização remonta séculos bastante antigos da história da civilização com forte intensificação a partir da primeira Revolução Industrial (século XVIII) afetando o modo de produção artesanal e obrigando os camponeses a migrar para as cidades, provocando mudanças econômicas, sociais e ambientais. O êxodo em direção às cidades levou as civilizações a uma nova ocupação de espaço de modo desordenada, causando alterações nessas áreas, levando ao crescimento desequilibrado, sem o controle dos danos ao meio ambiente. Os ecossistemas aquáticos estão entre os locais afetados por esse fenômeno principalmente pelo derramamento de esgoto doméstico, destinação inadequada de lixo, não aproveitamento das águas pluviais e pressões sobre a água para consumo humano.

Como consequência da urbanização vimos a perda total ou parcial da vegetação ciliar de lagos e açudes, cujos danos podem ser percebidos diretamente na região litorânea, a qual é de grande relevância para ambientes aquáticos, pois auxilia no controle de variáveis físico-químicas como a temperatura da água, turbidez, pH, nitrogênio e fósforo, além de auxiliar na ciclagem de nutrientes as quais são essenciais para a manutenção da cadeia energética de sistemas aquáticos (BRANDIMARTE et al., 2016; ANACLÉTO et al., 2018; SILVA et al., 2018; VARGAS et al., 2018).

Associado a esse impacto destaca-se a morte de seres vivos sensíveis a diminuição de oxigênio dissolvido apontado neste estudo como uma das consequências da perda da vegetação ciliar, em concordância com o resultado obtido por outros autores (MORAIS et al., 2012; CORDEIRO et al., 2016). A importância da vegetação ciliar tem sido relatada por vários autores como uma importante variável para manutenção da integridade ecológica e conservação em ambientes aquáticos (KOPERSKI, 2011; BRANDIMARTE et al., 2016; SAULINO et al., 2017; ANACLÉTO et al., 2018). Pera et al. (2013) avaliaram a eficiência de unidades de conservação em riachos urbanos evidenciando a função da vegetação ciliar como “efeito tampão”, quando considerada a atuação na filtração de poluentes e no fornecimento de energia alóctone.

Nosso estudo escolheu a região litorânea de lagos como padrão para análise da influência que a alteração da vegetação ciliar pode exercer sobre a fauna e as variáveis físico-químicas. Essa região é uma área com elevada heterogeneidade ambiental caracterizada por apresentar locais mais rasos e margens que podem ser densamente ocupadas por macrófitas aquáticas, além de possuir contato direto com o ambiente terrestre de onde mantém relação direta (ESTEVES, 1998; TUNDISI; TUNDISI, 2008), por isso, essa região é ocupada por grande variedade de seres vivos de diferentes níveis tróficos (produtores, consumidores e detritívoros).

A escolha da família Chironomidae entre os grupos de insetos aquáticos de sistemas lênticos seguiu o padrão de resposta em ambientes alterados, destacando que as larvas dessa família são bons indicadores de integridade ambiental, conforme apontado por outros trabalhos (ANJOS et al., 2011; BARBOLA et al., 2011; MORAIS et al., 2012; PINHA et al., 2013; BUTAKKA et al., 2014; BILLA et al., 2015). A dominância foi o único atributo onde o lago impactado foi superior, o que é esperado de acordo com a literatura (PINHA et al., 2013; CORDEIRO et al., 2016). O padrão com a diversidade, riqueza estimada e equitabilidade superiores em lagos preservados também concorda com outros trabalhos (MACHADO et al., 2015; MARTINS et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018).

Neste estudo optamos apenas por amostras na estação seca, com o intuito identificar possíveis efeitos da atividade antrópica (aqui representada pelo lago alterado) sobre a fauna e as variáveis físico-químicas da água. Em geral, a sazonalidade

possui efeitos sobre a abundância e diversidade de insetos aquáticos, com respostas distintas em riachos (KILONZO et al., 2014) e em lagos (DA SILVA; ALBERTONI; PALMA-SILVA, 2015; SANTANA et al., 2015). O aumento da pluviosidade no período do inverno produz maior perturbação natural nessa região, aumentando a quantidade de matéria orgânica e turbidez na água, ao contrário do período de seca, onde o baixo nível das águas favorece maior estabilidade para variáveis abióticas e consequentemente para fauna (PAMPLIN; ROCHA, 2007; BARBOLA et al., 2011), influenciando, inclusive, nos nichos da região litorânea (DA SILVA; ALBERTONI; PALMA-SILVA, 2015). Santana et al. (2015), por exemplo, identificou maior abundância e densidade de insetos aquáticos na estação chuvosa, como consequência do aumento do nível da água e do volume de matéria orgânica oriunda do ambiente terrestre.

É importante destacar que a qualidade da vegetação ciliar influencia diretamente na disponibilidade de recursos para a região litorânea. Manter fragmentos florestais no entorno de lagos é uma medida relevante na busca pela manutenção da qualidade ecológica, visto que esses fragmentos são importantes para manutenção da biodiversidade aquática (MORAIS et al., 2012; PERA et al., 2013). O gênero *Chironomus*, por exemplo, aumenta consideravelmente em sistemas aquáticos impactados. A predominância desse gênero em áreas alteradas se deve a alta tolerância a mudanças na qualidade da água, como a redução de oxigênio dissolvido. Neste sentido, nosso trabalho atingiu os mesmos resultados identificados por Pinha et al. (2013), Machado et al. (2015), Butakka et al. (2016), Cordeiro et al. (2016), permitindo-nos sugerir que esse táxon é um eficiente indicador de áreas impactadas. Todavia, o cenário mais comum em áreas urbanas é a modificação e redução frequente desses fragmentos, com o intuito de acomodar o aumento da população que migra para os grandes centros.

Por fim, nossos resultados levantam o questionamento sobre o monitoramento de recuperação de áreas de proteção permanente. Não basta simplesmente arborizar o entorno de ambientes aquáticos. É necessário monitorar a funcionalidade do ecossistema. Nossa pesquisa desperta questões sobre a funcionalidade de áreas de preservação permanente, com real capacidade de manutenção de biota, sugerindo o fortalecimento de programas de monitoramento ambiental com uso de insetos na avaliação de integridade ecológica. Além disso, nossos resultados fortalecem a importância do uso de insetos para avaliação de integridade ecológica em lagos urbanos. As análises baseadas nos atributos de assembleia revelaram maior eficácia do que a análise baseada apenas em variáveis abióticas.

## Conclusões

A urbanização afeta fortemente a preservação do meio ambiente. Muitas cidades convivem com impactos de grande magnitude sobre a vegetação, solo e água, com consequência que desagua diretamente sobre a diversidade biológica. Mesmo diante da ampliação dos programas educacionais e criação de leis mais severas voltadas à proteção ambiental nas cidades, ainda é possível notar a deficiência e redução da integridade ambiental, revelando que ainda estamos carentes de muitas reflexões e ações associadas ao planejamento ecologicamente mais responsável. Notavelmente, essa demanda é mais desafiadora em ambientes como a Amazônia onde há presença de espécies endêmicas e a perda da biodiversidade tem maior peso quando comparado a outros biomas do planeta, especialmente pelo crescimento de processos desastrosos de desenvolvimento como a pecuária e a exploração madeireira.

O uso de insetos aquáticos para avaliação de impactos urbanos é uma tarefa desafiadora agravada pelo baixo número

de pesquisadores fixados na Amazônia. Não obstante, este trabalho fortalece as discussões sobre a gestão e monitoramento de lagos urbanos, mantendo áreas de preservação permanente capazes de sustentar a biota aquática, sem perda de diversidade e muito menos a extinção definitiva de espécies, além de manter os serviços ambientais indispensáveis à manutenção do equilíbrio ambiental e do bem-estar da humanidade.

### Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Acre (Ifac) pelo financiamento da bolsa de iniciação científica e material de custeio. Ao docente Prof Dr Lisandro Juno Soares Vieira por disponibilizar os equipamentos do laboratório de Ictiologia para identificação do material biológico.

### Referências Bibliográficas

- ACRE, S. DE E. DE M. A. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Rio Branco, AC, 2012.
- ANAELÉTO, M. J. P. et al. Effects of an atypical drought on the benthic macroinvertebrate community in a tropical reservoir. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. e20170352, 2018.
- ANJOS, A. F. DOS; TAKEDA, A. M.; PINHA, G. D. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae em diferentes ambientes do complexo - rio Baía, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 417-426, 2011.
- BARBOLA, I. F. et al. Avaliação da comunidade de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta para o monitoramento de um reservatório na bacia do rio Pitangui, Paraná, Brasil. **Série Zoológica**, [s. l.], v. 101, n. (1-2), p. 15-23, 2011.
- BILIA, C. G. et al. Influência da heterogeneidade ambiental sobre os atributos da comunidade de Chironomidae em lagos de inundação neotropicais. **Iheringia. Série Zoológica**, [s. l.], v. 105, n. 1, p. 20-27, 2015.
- BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G. Y. Impact of damming on the Chironomidae of the upper zone of a tropical run-of-the-river reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 76, n. 2, p. 402-411, 2016.
- BUTAKKA, C. M. M. et al. Chironomidae feeding habits in different habitats from a Neotropical floodplain: exploring patterns in aquatic food webs. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 76, n. 1, p. 117-125, 2016.
- BUTAKKA, C.; RAGONHA, F.; TAKEDA, A. Chironomidae larvae (Diptera) of Neotropical floodplain: overlap niche in different habitats. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 74, n. 2, p. 363-370, 2014.
- CORDEIRO, G. G. et al. Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Ambiente e Água**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 17-35, 2016.
- CRISTINA, G.; MICHIO, A. Larvas de Chironomidae (Diptera) da planície de inundação do alto rio Paraná: distribuição e composição em diferentes ambientes e períodos hidrológicos. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 57-63, 2007.
- DA SILVA, J. S.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Temporal variation of phytophilous Chironomidae over a 11-year period in a shallow Neotropical lake in southern Brazil. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 742, n. 1, p. 129-140, 2015.
- ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. São Carlos (SP), 1998.
- FULAN, J. Á.; RODRIGUES, M. Colonization by Chironomidae larvae in decomposition of *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth in an Amazonian lake in Brazil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 449-453, 2015.
- KILONZO, F. et al. Spatial-temporal variability in water quality and macro-invertebrate assemblages in the Upper Mara River basin, Kenya. **Physics and Chemistry of the Earth**, [s. l.], 2014.
- KOPERSKI, P. Diversity of freshwater macrobenthos and its use in biological assessment: a critical review of current applications. **Environmental Reviews**, [s. l.], v. 19, p. 16-31, 2011.
- MACHADO, N. G. et al. Chironomus larvae (Chironomidae: Diptera) as water quality indicators along an environmental gradient in a neotropical urban stream. **Revista Ambiente e Água**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 298-309, 2015.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: UFPR, 2011.
- MARTINS, R. T. et al. Effects of urbanization on stream benthic invertebrate communities in Central Amazon. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 73, p. 480-491, 2017.
- MOLOZZI, J. et al. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. **Iheringia, Série Zoológica**, [s. l.], v. 101, n. 3, p. 191-199, 2011.
- MORAIS, M. M. et al. Avaliação da manutenção dos recursos hídricos dos lagos do médio rio Doce. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 297-301, 2012.
- MORAIS, S. et al. Diversity of larvae of littoral Chironomidae (Diptera: Insecta) and their role as bioindicators in urban reservoirs of different trophic levels. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 70, n. 4, p. 995-1004, 2010.
- OLIVEIRA, D. G. DE et al. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoeirinha Invernada Watershed, Guarulhos (SP). **Revista Ambiente e Água**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 2-14, 2018.
- PAMPLIN, P. A. Z.; ROCHA, O. Temporal and bathymetric distribution of benthic macroinvertebrates in the Ponte Nova Reservoir, Tietê River (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 439-452, 2007.
- PERA, C. C. et al. Does a small forested area contribute to enhance species richness and diversity of fish assemblage at an urban stream? **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, [s. l.], v. 35, p. 483-490, 2013.
- PINHA, G. D. et al. Spatial distribution of the assemblage of Chironomidae larvae (Diptera) in five floodplain lakes from Ilha Grande National Park (Paraná - Mato Grosso do Sul State, Brazil). **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 169-177, 2013.
- SANTANA, H. et al. The rainy season increases the abundance and richness of the aquatic insect community in a Neotropical reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 75, n. 1, p. 144-151, 2015.
- SAULINO, H. H. L.; CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Aquatic insect community structure under the influence of small dams in a stream of the Mogi-Guaçu river basin, state of São Paulo. **Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia**, [s. l.], v. 74, n. 1, p. 79-88, 2014.
- SAULINO, H. H.; LEITE-ROSSI, L. A.; TRIVINHO-STRIXINO, S. The effect of small reservoirs on chironomid diversity and trait composition in Savanna streams: evidence for Serial Discontinuity Concept. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 793, n. 1, p. 109-119, 2017.
- SILVA, V. DE P. R. DA et al. Future scenarios of thermal bioclimatic conditions in a humid tropical city under urban development. **Revista Ambiente e Água**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 2-15, 2018.
- TRIVINHO STRIXINO, S. **Larvas de Chironomidae. Guia de Identificação**. São Carlos (SP): UFSCar, 2011.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- VARGAS, R. R. et al. Assessment of the water quality and trophic state of the Ribeirão Guaraçu Watershed, Guarulhos (SP): a comparative analysis between rural and urban areas. **Revista Ambiente e Água**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 17-35, 2018.