



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO**



**ANA GABRIELLE NASCIMENTO DOS SANTOS**

**EFEITO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NA COMPOSIÇÃO E  
ESTRUTURA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES NA VOLTA GRANDE DO  
RIO XINGU (PARÁ – BRASIL)**

**Altamira, PA  
2023**

**ANA GABRIELLE NASCIMENTO DOS SANTOS**

**EFEITO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NA COMPOSIÇÃO E  
ESTRUTURA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES NA VOLTA GRANDE DO  
RIO XINGU (PARÁ – BRASIL)**

Dissertação apresentado ao programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará, campus Altamira, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação

Orientadora: Profa. Dra. Karina Dias da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Luciano F. de A. Montag

Altamira, PA  
Fevereiro – 2023

### **Agradecimentos**

À Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação pela oportunidade de bolsa e pesquisa. À Norte Energia e à Tractebel pelo incentivo do estudo.

Aos meus queridos orientadores, Karina Dias por ter aceitado me orientar e por ter paciência comigo, agradeço porque você foi mais que uma orientadora você foi uma mãe e uma amiga, ao Luciano Fogaça (vulgo Miúdo) pela orientação, cada puxão de orelha e por cada experiência que me proporcionou.

Agradeço primeiramente à Deus por ter me permitido dar mais um passo na minha profissão.

À minha mãe e minha irmã por estarem sempre me apoiando e torcendo pelo meu sucesso.

Ao André Galuch, especialista em ictioplâncton, pelo ensino sobre ovos e larvas, pelos artigos e livros cedidos para complementação ao estudo. Aos meninos (Adrielly, Angélica, Claudineia, Kenned e Kevellyn) que me ajudaram na triagem e identificação do material, sem eles não teria conseguido triar tudo em tempo hábil. À Keilinha Magalhães pelo ensino passado, correção de resumos e dos trabalhos. Ao professor Thiago Bernardi por me emprestar livros para estudo sobre ictioplâncton, livros para dar aula para graduação e me ajudar em tudo que podia para ajudar no meu mestrado.

Ao Labeco por me acolher, pelos cafés e pelas risadas para aliviar a tensão em alguns dias. Aos meus amigos, Danilo Pierre e Fábio Guimarães, por acreditarem em mim, e não ter deixado eu desistir do mestrado, amigos que quero levar para toda vida.

**Sumário**

<b>Lista de figuras .....</b>	<b>5</b>
<b>Resumo geral.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>6</b>
<b>Introdução geral .....</b>	<b>7</b>
<b>Referências .....</b>	<b>8</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>12</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>12</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>13</b>
<b>Material e métodos .....</b>	<b>15</b>
<i>Área de estudo .....</i>	<i>15</i>
<i>Coleta de material biológico e variáveis limnológicas .....</i>	<i>16</i>
<i>Procedimentos de laboratório.....</i>	<i>17</i>
<i>Análise de dados.....</i>	<i>17</i>
<b>Resultados.....</b>	<b>18</b>
<i>Composição taxonômica de larvas, médias e desvio padrão de variáveis .....</i>	<i>18</i>
<i>Relação das variáveis limnológicas com a riqueza e densidade de larvas de peixe.....</i>	<i>20</i>
<i>Variáveis limnológicas sobre a composição de larvas de peixes .....</i>	<i>21</i>
<i>Composição de larvas de peixes no Médio e Baixo Xingu.....</i>	<i>23</i>
<i>Variabilidade espacial na densidade de ovos e larvas entre o Médio e Baixo rio Xingu .....</i>	<i>24</i>
<b>Discussão .....</b>	<b>25</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>27</b>
<b>Referências .....</b>	<b>28</b>

**Lista de figuras**

<b>Figura 1.</b> Localização geográfica dos pontos de coletas de ovos e larvas de peixes no rio Xingu no ano de 2021 .....	14
<b>Figura 2.</b> Análise de componentes principais (PCA) com as variáveis limnológicas na bacia do rio Xingu. ....	20
<b>Figura 3.</b> Relação das variáveis com a composição de larvas de peixes no rio Xingu. As linhas azuis representam as variáveis limnológicas e as vermelhas representam as espécies/morfotipo das larvas.....	22
<b>Figura 4.</b> Análise de NMDS e PERMANOVA apresentando a diferença de composição de espécies de larvas de peixe no Médio e Baixo Xingu.....	23

## RESUMO GERAL

O estudo sobre ictioplâncton é uma ferramenta importante, pois através dela é possível saber quais espécies de peixes estão se reproduzindo naquele ambiente. Com intuito de contribuir com o conhecimento de ictioplâncton do rio Xingu, o objetivo deste estudo é analisar a estrutura da comunidade ictioplancônica no médio e baixo Xingu e avaliar o efeito das variáveis limnológicas sobre a composição, riqueza e a densidade de ovos e larvas. As coletas foram realizadas durante o período hidrológico do ano de 2021 (cheia, vazante, seca e enchente), as amostragens foram realizadas com uma rede cônica, em 16 pontos do rio Xingu, 12 no médio e 4 no baixo. Foram capturados 2.712 ovos, 3.117 larvas e 44 juvenis. Os resultados mostraram que houve diferença na composição de larvas pertencentes ao médio e baixo Xingu; que a vazão teve influência na densidade de larvas; que o pH e a profundidade tiveram relação com a espécie de *Hemigrammus* sp.; e não houve diferença na densidade de ovos e larvas no médio e baixo rio Xingu. A principal conclusão do estudo indica que os dois setores são usados como berçário dos peixes, e que certas variáveis possuem influência na estruturação de larvas de peixes.

Palavras-chave: Reprodução; ciclo hidrológico; variáveis limnológicas.

## ABSTRACT

The study of ichthyoplankton is an important tool, because through it it is possible to know which species of fish are reproducing in that environment. In order to contribute to the knowledge of the ichthyoplankton of the Xingu River, the objective of this study is to analyze the structure of the ichthyoplankton community in the middle and lower Xingu and to evaluate the effect of limnological variables on the composition, richness and density of eggs and larvae. The collections were carried out during the hydrological period of the year 2021 (high, low, dry and flood), the samplings were carried out with a conical net, in 16 points of the Xingu river, 12 in the middle and 4 in the low. A total of 2,712 eggs, 3,117 larvae and 44 juveniles were captured. The results showed that there was a difference in the composition of larvae belonging to the middle and lower Xingu; that the flow had an influence on the density

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

of larvae; that pH and depth were related to the species of *Hemigrammus* sp.; and there was no difference in the density of eggs and larvae in the middle and lower Xingu rivers. The main conclusion of the study indicates that the two sectors are used as a fish nursery, and that certain variables have an influence on the structuring of fish larvae.

Keywords: Reproduction; hydrological cycle; limnological variables.

### INTRODUÇÃO GERAL

Os ambientes aquáticos são influenciados por inúmeros fatores da paisagem que operam em uma variedade de escalas espaciais e temporais (Allan, 2004), onde processos geomorfológicos e hidrológicos são os principais estruturadores do ecossistema, e os fatores químicos e biológicos agem como variáveis de resposta secundárias (Tabacchi et al., 1998). Assim, as variáveis hidrogeomórficas incluindo bacia hidrográfica e geologia, tipo e distribuição da precipitação, vegetação do entorno, e uso da terra são aspectos que caracterizam as variáveis abióticas e consequentemente as bióticas desses ambientes (Meyer et al., 1988; Hutchinson, 1957).

Embora as grandes escalas geográficas e as condições climáticas, sejam os principais fatores determinantes da distribuição das espécies, vários estudos mostram que fatores bióticos (interações bióticas entre espécies como competição ou predação) e abióticos (chuva, vazão, temperatura, pH, oxigênio, condutividade elétrica e fotoperíodo) não climáticos são importantes em escalas espaciais locais (Keith et al., 2008; Scott et al., 2002). E, portanto, informações que descrevam os processos ecológicos locais são importantes para melhorar as nossas previsões de respostas das espécies às mudanças ambientais.

Assim como os fatores bióticos e abióticos influenciam no padrão de distribuição de diversas espécies, com peixes também não é diferente. O processo reprodutivo das espécies de peixes de água doce está correlacionado aos fatores físico da água, onde o aumento gradativo da vazão, da turbidez, da temperatura e o fotoperíodo influenciam o desenvolvimento gonadal dos peixes, apontado que um único fator não atua separadamente na reprodução (Barbieri et al., 2010; Vazzoler et al., 1997). O sucesso reprodutivo ocorre onde os peixes encontram maior capacidade de suporte para sobrevivência de sua prole, condições favoráveis para o desenvolvimento

dos ovos e das larvas, boa qualidade de água, disponibilidade de alimentos e abrigo para a fertilização do ovócito e crescimento da prole (Vazzoler, 1996; Lowe-McConnell, 1999; Agostinho et al., 2004; Suzuki, 2018).

A bacia Amazônica possui um complexo sistema fluvial constituído por rios, riachos, lagos, córregos e áreas de inundação, que podem se diferir em tamanho, forma, origem e tipos de água (por exemplo, água preta, branca ou barrenta e clara) (Barletta, 2010; Val, Fearnside & Almeida-Val, 2016). Estimativas indicam que a diversidade de peixe de água doce varie entre 8.000 e 9.000 espécies (Reis, 2016), tendo a bacia Amazônica como uma complexa e extensa rede aquática, contendo a mais diversificada fauna de peixes de água doce do mundo (Reis, 2016).

Durante o período da variação do nível da água fortes interações ecológicas ocorrem no sistema aquático, habitats como bancos de herbáceas, florestas alagadas e áreas abertas de lagos possuem grande relação com a fauna de peixes, sendo ocupados por uma diversidade de espécies, pois propiciam áreas de alimentação, reprodução, crescimento e refúgio, tornando-se um berçário para muitas espécies de peixe (Dibble, Pelicice, 2010; Dias, 2011; Gomes, 2012).

Desta forma, estudos referentes à ovos e larvas de peixes são primordiais, pois através destes é possível saber quais espécies de peixes estão se reproduzindo no local; a importância do ambiente como local de desova e berçário; e quais variáveis limnológicas interferem sobre a composição das larvas de peixes. Logo o referido estudo segue as normas específicas do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC), estando estruturado em um capítulo, cujo objetivo é analisar a estrutura e a composição de ovos e larvas de peixes no médio e baixo Xingu e avaliar o efeito das variáveis limnológicas (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, profundidade, vazão e condutividade elétrica) sobre a composição, riqueza e a densidade de ovos e larvas.

## REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., L. C., Gomes, S. V. & Okada, E. K., 2004. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, v. 14, p. 11- 19.
- Barbieri, G., Salles, F. A & Cestarolli, M. A., 2010. Influência de fatores abióticos na reprodução do dourado, *Salminus brasiliensis*, e do curimatá, *Prochilodus lineatus*, do Rio Mogi Guaçu (Cachoeira das Emas, Pirassununga/SP). *Acta Limnol.*, v. 12. p. 85-91.



Barletta, M., 2010. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 76, n. 9, p. 2118-2176.

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

Dias, M. S., 2011. Congruence between fish and plant assemblages in drifting macrophyte rafts in Central Amazônia. **Hydrobiologia**, Dordrecht v. 661, n. 1, p.457-461.

Dibble, E. D, Pelicice, F. M., 2010. Influence of aquatic plant-specific habitat on an assemblage of small neotropical floodplain fishes. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 19, n. 3, Hoboken, p. 381-389.

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

Gomes, L.C., 2012. Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 685, n. 1, p. 97–107.

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22, 415–427.

Keith, D.A., Akçakaya, H.R., Thuiller, W., Midgley, G.F., Pearson, R.G. & Phillips S.J., 2008. Predicting extinction risks under climate change: coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models. *Biology Letters. The Royal Society*, 2008,4(5):560–3.

Lowe-Mcconnell, R.H., 1999. Peixes da bacia Amazônica. In: Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, 345 – 373p.

Meyer, J.L., McDowel, W.H., Bott, T.L., Elwood, J.W., Ishizaki, C., Melack, J.M., Peckarsky, B.L., Peterson, B.J. & Rublee, P.A., 1988. Elemental dynamics in streams. *Journal of the North American Benthological Society*, Volume 7, Number 4.

Código de campo alterado

Código de campo alterado

Reis, R. E., 2016 Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 12-47.

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

Scott, J., Heglund, P., Morrison, M., Haufler, J., Raphael, M. & Wall, W., 2002. Predicting species occurrences: issues of scale and accuracy *Predicting species occurrences: Issues of scale and accuracy*. Island Press, Washington D. C.

Suzuki, M. A. L., 2018. Composição taxonômica e distribuição espaço temporal da assembleia de larvas de peixes no reservatório de Curuá-Uma, Santarém, Pará. <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/247>

Tabacchi, E., Correll, D.L., Hauer, R., Pinay, G., Planty-Tabacchi, A.M. & Wissmar, R.C., 1998. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river

landscape. *Freshwater Biology*, 1998, 40(3), 497-516. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.1998.00381.x>

Código de campo alterado

Val, A. L., Fearnside, P. M., Almeida-Val, V. M. F., 2016. Environmental disturbances and fishes in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 192-193.

Formatado: Inglês (Estados Unidos)

Vazzoler, A. E. A. M., 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, 196p.

Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A.A. & Hanh, N. S., 1997. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos, e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá.

**EFEITO DAS VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS NA COMPOSIÇÃO E  
ESTRUTURA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES NA VOLTA GRANDE DO  
RIO XINGU (PARÁ – BRASIL)**

O artigo está formatado nas normas da revista *Hydrobiologia*  
(<https://www.springer.com/journal/10750/submission-guidelines#Instructions%20for%20Authors>)

**Efeito das variáveis limnológicas na composição e estrutura de ovos e larvas de peixes na Volta Grande do rio Xingu (Pará – Brasil)**

Ana Gabrielle dos Santos, Luciano Fogaça de Assis Montag & Karina Dias-Silva  
Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação-PPGBC, Universidade Federal do Pará-UFPA, Altamira-PA.

Programa de Pós Graduação em Ecologia-PPGECO, Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém-PA.

**Resumo**

As variáveis limnológicas estruturam a densidade da comunidade de peixes em ambientes de águas doce, como vazão do rio, pluviosidade, pH e profundidade. O rio Xingu sofre elevação em suas águas durante o ano, que por sua vez influencia no processo reprodutivo dos peixes da região e na densidade de ovos e larvas de peixes. Deste modo o objetivo é avaliar os efeitos das variáveis limnológicas (oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura, profundidade e turbidez da água) sobre a riqueza, densidade e composição de ovos e larvas na Volta Grande do rio Xingu, assim como a composição e densidade de ictioplâncton no médio e baixo Xingu. Coletamos em 16 pontos do reservatório, sendo 12 situados no setor do médio e 4 no baixo rio Xingu, durante o período diurno e noturno. Foram mensuradas 6 variáveis limnológicas (oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura, profundidade e turbidez da água) predictoras e calculadas densidade de ovos e larvas, riqueza e composição de larvas como variáveis respostas. Nossos resultados apresentaram diferenças na composição de larvas entre o médio e baixo Xingu, sendo quatro espécies exclusivas do baixo, *Amazonsprattus scintilla*, *Bunocephalus coracoideus*, *Colomesus asellus* e *Gelanoglanis* sp.; a vazão influenciou na densidade de larvas durante o período de coleta; pH e profundidade tiveram relação positiva a espécie de *Hemigrammus* sp. A densidade de ovos e larvas de peixes não apresentou diferença entre o médio e baixo Xingu. Concluindo que há relação das variáveis com a densidade de larvas de peixes, havendo diferença na composição entre o Médio e Baixo rio Xingu.

**Palavras-chave:** Médio e Baixo Xingu; Profundidade; pH; Berçário; Reprodução.

**Abstract**

Limnological variables structure fish community density in freshwater environments, such as river flow, rainfall, pH and depth. The Xingu River experiences an increase in its waters during the year, which in turn influences the reproductive process of fish in the region and the density of fish eggs and larvae. Thus, the objective is to evaluate the effects of limnological variables (dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, temperature, depth and water turbidity) on the richness, density and composition of eggs and larvae in the Volta Grande of the Xingu river, as well as the composition and ichthyoplankton density in the middle and lower Xingu. We collected at 16 points in the reservoir, 12 located in the middle sector and 4 in the lower Xingu River, during the day and night. Six limnological variables (dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, temperature, depth and water turbidity) were measured as predictors and the density of eggs and larvae, richness and composition of larvae were calculated as response variables. Our results showed differences in larval composition between the middle and lower Xingu, with four species exclusive to the lower Xingu, *Amazonsprattus scintilla*, *Bunocephalus coracoideus*, *Colomesus asellus* and *Gelanoglanis* sp.; the flow influenced the density of larvae during the collection period; pH and depth had a positive relationship with the species of *Hemigrammus* sp. The density of fish eggs and larvae did not differ between the medium and low Xingu. Concluding that there is a relationship between the variables and the density of fish larvae, with a difference in composition between the Middle and Lower Xingu rivers.

**Key-words:** Middle and Lower Xingu; Depth; pH; Nursery; Reproduction.

## Introdução

As comunidades biológicas são estruturadas pelas variáveis limnológicas (Hutchinson, 1957; Baselga, 2008), porém a compreensão de como essas variáveis limnológicas afetam a abundância, riqueza e composição das espécies ainda não é totalmente esclarecido no rio Xingu, principalmente para grupos com diferentes estratégias de vida, como os peixes, que apresentam um estágio larval, muitas vezes, planctônico, inclusive peixes teleósteos economicamente importantes.

As variáveis limnológicas são determinantes para o sucesso do ciclo de vida dos peixes (Lowe-McConnell, 1999; Baumgartner et al., 2008). Nos trópicos, a temperatura, o nível da água, a quantidade de oxigênio dissolvido, a condutividade elétrica, o pH e a disponibilidade de nutrientes, são características limnológicas que afetam a abundância, a riqueza e a composição dos ovos e larvas de peixes (Baumgartner et al., 1997). A oscilação nestas variáveis pode acelerar ou retardar a atividade reprodutiva, tendo impacto na incubação dos ovos, no desenvolvimento, no crescimento e na sobrevivência das larvas de peixes, resultando em sucesso ou fracasso de uma população (Nakatani et al., 2001; Bakun, 2006).

Temperaturas fora do conforto térmico para espécies de peixes podem influenciar no adocimento dos peixes, prejudicando a alimentação e conseqüentemente, peso e crescimento (Figueiredo e Leal, 2015). Os peixes possuem baixa tolerância às variações extremas da temperatura (choque térmico). Sendo a temperatura é de extrema importância para o desenvolvimento do embrião e sobrevivência dos peixes em desenvolvimento.

O oxigênio dissolvido e o pH possuem um papel fundamental, pois em concentrações ideais são indispensáveis para a sobrevivência dos peixes (Jackson, Peres-Neto, Olden, 2001; Pereira, 2019). Quando a concentração de oxigênio diminui, espécies que são intolerantes se deslocam para áreas onde há maior concentração ou desenvolvem adaptações morfológicas e fisiológicas para aumentar as chances de sobrevivência (Soares, Menezes, Junk, 2006; Anjos, Oliveira, Zuanon, 2008).

O aumento do nível da vazão tem associação com o início do processo reprodutivo de várias espécies de peixes (Lowe-McConnell, 1999). Nas águas neotropicais a variação sazonal e a vazão atuam como reguladoras da reprodução, conforme o sincronismo observado entre os processos reprodutivos e os períodos de enchente e/ou vazante principalmente (Lowe-McConnell, 1999). O aumento do nível de vazão dos rios proporciona o surgimento de habitats próprio para a desova e o crescimento de peixes, garantindo o sucesso reprodutivo, a sobrevivência nas fases iniciais de desenvolvimento e a conservação das espécies (Murgas et al., 2009; Olden e Kennard, 2010).

Com relação à profundidade, esta pode ser um fator que pode interferir na riqueza e diversidade de espécies, pois em ambientes mais profundos há a acomodação para as espécies (Bührnheim, Cox Fernandes, 2003; Pereira, 2019). Diversos grupos de peixes se orientam visualmente, o que faz com que haja maior ocorrência de espécies

que habitam em áreas com maior transparência, e ambientes com pouca transparência são ocupados por espécies de fundo que possuem estruturas sensoriais, o que proporciona sua orientação sem precisar unicamente da visão (Miranda, 2011; Pereira, 2019).

Sendo que não são apenas essas variáveis e a oscilação desta que interferem na composição e estruturação de espécies de larvas de peixes, mas também as barreiras físicas (como as cachoeiras e corredeiras) somado aos fatores históricos. Além desses há também as características hidrológicas e geomorfológicas existentes nas áreas de estudo (médio e baixo Xingu)

Quando os peixes estão na fase larval a vulnerabilidade é maior, é nessa fase que o recrutamento é determinante (Bergenius et al., 2002). A soma da oscilação das variáveis limnológicas e a disponibilidade de alimentos é decisório na sobrevivência das larvas (Costalago et al., 2011). Nesse sentido é importante ressaltar que para as espécies de peixes tropicais, além dos fatores nutricionais (alimentação), existem alterações ambientais, como o regime hidrológico, como pulso de inundação, que afeta a disponibilidade de alimento nos rios. Essas alterações precisam ser estudadas, pois constituem um estímulo para a reprodução natural, na sobrevivência dos ovos e das larvas de peixes (Junk, Bayler & Sparks, 1989; Baldisserotto, 2002; Celik & Celik, 2011).

O rio Xingu é o maior afluente de águas claras do rio Amazonas, possui um trecho de 130 km de corredeiras e canais que se destacam por extensas corredeiras, essa região é conhecida como Volta Grande do Xingu (Camargo et al., 2004; Sabaj Pérez, 2015; Fitzgerald et al., 2018). O rio Xingu apresenta forte sazonalidade, possui gradiente acentuado e uma geomorfologia complexa, onde podem ser visto numerosos canais traçados que variam em largura, acarretando em alta heterogeneidade de habitats que contribuem para a manutenção da fauna de peixes (Camargo et al., 2004; Sabaj-Pérez, 2015; Fitzgerald et al., 2018). De acordo com as características geomorfológicas, características hidrológicas e classificação florestal da “Conservação Internacional do Brasil”, a bacia do Xingu é subdividida em: Nascentes do Xingu, Microbacia do rio Iriri, Montante do Xingu, Médio Xingu, Microbacia do rio Bacajá e Baixo Xingu (Camargo et al., 2004).

A diferença na geomorfologia encontrada nas regiões do Médio Xingu compreende a vários canais e corredeiras, entretanto a região do Baixo, mais a jusante, forma um canal singular em forma de ria, a velocidade da água nessa região é alta, mas

os substratos rochosos são bastante submersos, o endemismo de espécies pertencentes à Volta Grande pode ser explicado pela geomorfologia encontrada no local (Sabaj Pérez, 2015; Fitzgerald et al., 2018). Foi registrado diferenças na estrutura de comunidades de peixes que fazem parte de ambientes de corredeiras no rio Xingu, mostrando que as corredeiras servem de barreira para indivíduos que vivem nesses ambientes lênticos do rio (Barbosa et al., 2015; Lujan & Conway, 2015).

Assim, este estudo pretende responder a seguinte pergunta: qual a influência das variáveis limnológicas (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade, profundidade, turbidez e vazão) sobre a riqueza, a densidade e a composição de ovos e larvas de peixes na Volta Grande do Xingu? Nossa hipótese é que a temperatura será a variável que apresentará a maior influência sobre a densidade, riqueza e composição de ovos e larvas de peixes no rio Xingu. Tendo em vista que a temperatura interfere diretamente no metabolismo, sendo que o aumento ou redução dos limites de tolerância ocasiona distúrbio osmoregulatórios dos peixes. De modo que a temperatura também pode ajudar no consumo de oxigênio dissolvido, uma vez que a cada 10°C da temperatura os peixes aumentam duas vezes mais o consumo do oxigênio dissolvido, alimentação, crescimento, uma vez que ao atingirem a temperatura corpórea ideal, o alimento é melhor aproveitado, o que gera liberação de energia necessária para a multiplicação celular e o crescimento, e sobrevivência dos organismos (Nascimento e Nakatani, 2006; Piedras et al., 2006; Baumgartner et al., 2008; Rebouças *et al.* 2014).

Além disso, considerando que o Xingu apresenta regiões com características geomorfológicas distintas entre os trechos médio e baixo; iremos avaliar a diferença na composição de espécies entres estes trechos. Esperamos que a densidade dos ovos e composição e densidade das larvas de peixe apresente diferença no Médio e Baixo rio Xingu. Pois a conectividade do habitat que ocorre no Médio Xingu durante os períodos hidrológicos é um fator importante, que atua na dispersão de indivíduos para novas áreas e alcance a novos recursos.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo**

A bacia do rio Xingu localizada dentro dos Estados do Pará e do Mato Grosso, corresponde a um dos principais contribuintes da margem direita do rio Amazonas (Villas-Bôas, 2012; Santos et al., 2016). O clima da região é quente e úmido, com temperatura variando entre 25°C e 27°C, alta umidade, possui uma variação média em

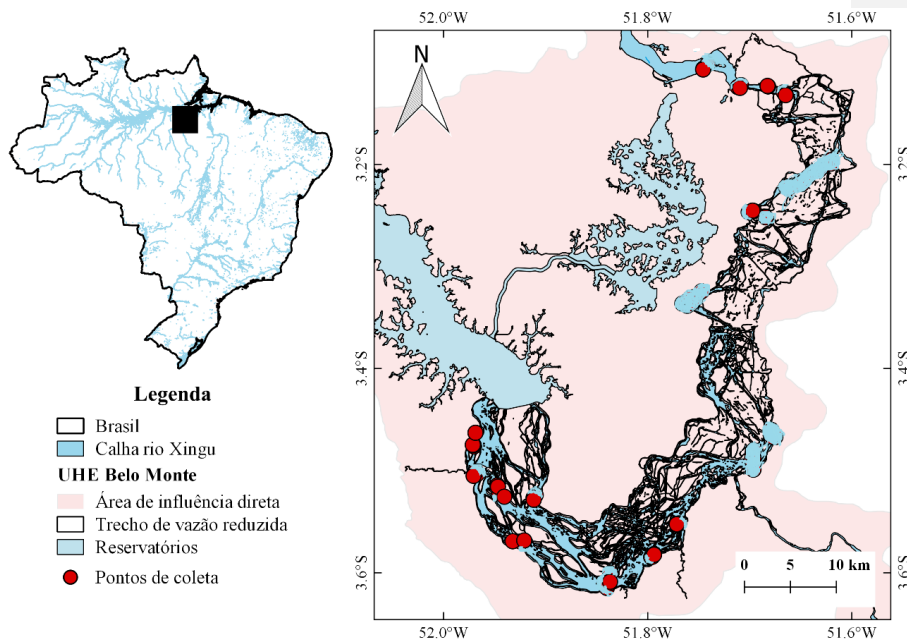


volta de 900 mm/ano (Eletronorte, 2009b). O rio Xingu é considerado de águas claras, baixos sólidos em suspensão, elementos minerais e nutrientes. O pH oscila de neutro a levemente ácido (5,5 – 7,0), com elevada concentração de oxigênio (6-7 mg/l), condutividade baixa (30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e a vazão está entre 14000 e 26000  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  (Sioli, 1984; Eletronorte, 2002; Camargo & Ghilardi Jr, 2009; Botelho & Camargo, 2010).

Próximo à cidade de Altamira, o rio Xingu apresenta uma região chamada de “Volta Grande do Xingu”, que é formada por inúmeras corredeiras e um desnível de 85 metros, em um trecho de 160 km, essa região se formou devido o contato entre o Cráton Amazônico e a Bacia Sedimentar Amazônica, no qual o rio encontra-se em uma litologia mais resistente, e posteriormente drena um trecho extremamente falhado e fraturado (Rodrigues, 1993; Silva, 2012; Sawakuchi et al., 2015).

As coletas foram realizadas em doze pontos de amostragens no trecho médio do rio Xingu e quatro pontos no trecho baixo. O setor médio do rio Xingu se estende da divisa do Mato Grosso com Pará até as cachoeiras de Belo Monte, não tem efeito de maré (influência do Amazonas), possui corredeiras e cachoeiras, possuindo grande fluxo de água, formação geológica com rochas vulcânicas e metassedimentares. O baixo Xingu compreende desde a jusante da cachoeira de Belo Monte até a foz do rio Xingu, apresenta pulso de água mais lento, não tem área de cachoeira, apresenta efeito de maré (influência do Amazonas), variação diária no pulso d’água, formação geológica da bacia sedimentar do Amazonas (Figura 1) (Camargo et al., 2004).

A vazão do rio Xingu sofre oscilações importantes no volume de água escoado no período de cheia (janeiro a junho) e de seca (julho a dezembro), com variação entre 14.000 e 26.000  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ , o regime é marcado fortemente pela sazonalidade (Junk et al., 1989; Eletronorte, 2002; Camargo & Ghilardi jr, 2009; Botelho & Camargo, 2010). Durante o período de seca, a turbidez é menor, quando o rio Xingu apresenta um tom esverdeado com ótima visibilidade, no entanto, durante o período chuvoso a turbidez é maior, ficando o material alóctone em suspensão, quando aumenta a vazão do rio (Goulding et al., 2003; Sabaj Pérez, 2015).



**Figura 1:** Localização geográfica dos pontos de coletas de ovos e larvas de peixes no rio Xingu no ano de 2021.

#### Coleta de material biológico e variáveis limnológicas

As coletas ocorreram durante os meses de enchente (janeiro, fevereiro, dezembro/2021), cheia (março, abril, maio/2021), vazante (junho, julho, agosto/2021) e seca (setembro, outubro, novembro/2021); sendo amostrados 16 pontos, 12 (doze) pontos no Médio e 4 (quatro) no baixo Xingu. (Camargo, 2004).

As coletas de ovos e larvas foram realizadas no canal principal do rio, nos períodos noturno (aproximadamente entre 18 h e 22 h da noite) e diurno (aproximadamente entre 7 h e 11 h da manhã), com uso de uma rede de formato cônico (1,50 m de comprimento, 0,50 m de diâmetro e malha de 300  $\mu$ m). Foi acoplado na boca da rede um fluxômetro mecânico usado para calcular o volume de água filtrada. Na extremidade posterior da rede foi utilizado um copo coletor para armazenar o material coletado, e uma placa de ferro para garantir a posição e estabilidade da rede, foram feitas coletas de arrastos de fundo. A rede foi acoplada a uma corda, e

posicionada ao lado da de uma embarcação do tipo voadeira, com velocidade baixa e arrastada no sentido contrário a correnteza do rio, durante 10 (dez) minutos (Nakatani et al., 2001). A profundidade de coleta variou entre 5 e 7 m.

Para as coletas de variáveis limnológicas, realizadas simultaneamente com as de ovos e larvas de peixes, foi usado um medidor multiparâmetro, do tipo Horiba, sendo mensuradas as seguintes variáveis limnológicas: oxigênio dissolvido (mg/L), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), além a profundidade (m) e turbidez da água (%), as quais foram obtidas com o disco de Secchi.

Após cada amostragem, todo o material presente no copo coletor foi despejado em frascos plásticos (400 ml) com solução de formol tamponado (4%) (Nakatani et al., 2001), devidamente etiquetados e transportados para o laboratório.

### **Procedimentos de laboratório**

Em laboratório as amostras foram triadas com uso de estereomicroscópio, colocadas em uma placa acrílica do tipo Bogorov, onde os ovos e larvas foram separados dos outros organismos e material orgânico/inorgânico. Os ovos foram apenas contabilizados e as larvas contabilizadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível (espécie/morfoespécie) com o uso da literatura disponível Nakatani et al. (2001) e confirmados por especialista, André Galuch, UFPR. Em seguida, foram armazenados em tubos criogênico com solução de formol tamponado (4%).

Para o cálculo o volume de água filtrada, foi utilizada a seguinte fórmula:  $V = a * n * c$ . Onde:  $V$ = volume de água filtrada ( $\text{m}^3$ );  $a$  = área da boca da rede ( $\text{m}^2$ );  $n$ =número de rotações do fluxômetro; e  $c$  = fator de calibração do fluxômetro (0,026873). E para a obtenção da densidade de ovos e larvas, utilizou-se a seguinte equação:  $d = X/V * 10$ . Onde,  $d$ = número de indivíduos por 10  $\text{m}^3$ ;  $X$ = número de indivíduos coletados e  $V$ = volume de água filtrada.

### **Análise de dados**

Para selecionar as variáveis mais importantes na caracterização do ambiente, realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA), sendo os dados padronizados (Legendre & Legendre, 2012). Para avaliar o efeito das variáveis que mais explicaram a formação do primeiro e segundo eixo, sobre a riqueza e densidade de larvas de peixes realizamos uma regressão múltipla (Legendre & Legendre, 2012).

Para determinar a relação entre variáveis limnológicas sobre a densidade de ovos e larvas nos diferentes pontos amostrais, as variáveis ambientais foram previamente transformadas em  $\log(x+1)$  (com exceção do pH), para linearizar as relações e reduzir a dimensionalidade dos dados (Peters, 1986). Em seguida, estes dados foram sumarizados através de uma Análise de Componentes Principais (ACP). Foram retidos para interpretação somente os eixos da ACP que apresentaram autovalores maiores que os gerados ao acaso (critério Broken-Stick; Jackson, 1993). As variáveis ambientais que apresentaram coeficientes de estrutura maiores que 0,4 foram considerados biologicamente importantes (Hair et al., 1984). A associação entre os eixos retidos e as densidades de ovos e larvas foi realizada por meio de uma regressão múltipla (Legendre & Legendre, 2012). Para verificar a relação das variáveis limnológicas sobre a composição das morfoespécies/espécies (gêneros que tiveram abreviações quando identificados à nível de espécies) das larvas foi realizada uma Análise de Redundância (RDA), que tem como objetivo relacionar a variável resposta (composição das morfoespécies/espécies) com variável preditora (oxigênio dissolvido, pH, temperatura, profundidade, condutividade, vazão e transparência), onde Y é a matriz resposta e X a matriz preditora (Legendre & Legendre, 2012).

Para analisar a composição de espécies das larvas no Médio e Baixo Xingu foi utilizado o Método de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (*Non-metric multidimensional Scaling* – NMDS), enquanto a Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) foi utilizada para testar a significância desse agrupamento (Anderson, 2001). Além disso, considerando que o Xingu apresenta regiões com características geomorfológicas distintas entre os trechos médio e baixo; iremos avaliar a diferença na composição de espécies entres estes trechos. Utilizamos a matriz de distância (Jaccard) para dados de presença e ausência para a NMDS e PERMANOVA. Para testar a diferença de densidade de ovos e larvas entre o Médio e Baixo Xingu foi aplicado um Test t de variâncias separadas (Zar, 2010). As análises foram realizadas utilizando o pacote *vegan* (Oksanen et al., 2015), no programa R (R Core Team, 2021).

## **Resultados**

### ***Variáveis limnológicas***

Na **Tabela 1** estão descritas os resultados das variáveis limnológicas obtidas no rio Xingu.

**Tabela 1** – Média das variáveis limnológicas obtidos no médio e baixo rio Xingu, entre janeiro e dezembro de 2021.

Trecho	pH	pH	T°C	T°C	Prof (m)	Prof	O2	O2	Cond.	Cond.	Vaz	Vaz
	(méd)	(DP)	água (méd)	água (DP)	(méd)	(m) (DP)	(mg/l) (méd)	(mg/l) (DP)	S/cm (méd)	S/cm (DP)	(m³/s) (méd)	(m³/s) (DP)
Médio	7,52	0,109	29,5	1,35	5,09	1,90	6,56	0,579	10,7	1,95	2675,95	1,72
Baixo	7,15	0,207	28,9	0,977	4,37	0,283	5,30	0,119	8,71	0,453	2722,66	0,345

#### **Composição taxonômica de larvas**

Amostramos 2.712 ovos, 3.117 larvas e 44 juvenis. As larvas foram distribuídas em oito ordens, 25 famílias, 59 gêneros e 64 espécies. A ordem com maior representatividade foi Characiformes (72,09%), seguida de Siluriformes (16,03%), Clupeiformes (5,28%) e Perciformes (4,71%). Dentre as famílias identificadas, as que apresentaram maior número de morfoespécies, foram Auchenipteridae (n= 13) e Characidae (n=12) (**Tabela 2**).

**Tabela 2** – Composição e densidade média (ind/10m³) de larvas de peixes coletadas no Médio e Baixo do rio Xingu.

Táxon	Densidade (ind/10m³)	Médio Xingu	Baixo Xingu
<b>BELONIFORMES</b>			
<b>Belonidae</b>			
<i>Potamorhina</i> spp.	1,72	X	X
<b>CHARACIFORMES</b>			
<b>Acestrorhynchidae</b>			
<i>Acestrorhynchus</i> spp.	0,26	X	X
<b>Anostomidae</b>			
<i>Leporinus</i> spp.	5,28	X	X
<i>Rhytidodus</i> spp.	0,04	X	X
<b>Bryconidae</b>			
<i>Brycon</i> spp.	0,03	X	X
<b>Characidae</b>			
Characidae gen. 1	2,34	X	X
Characidae gen. 2	0,21	X	

Characidae gen. 3	0,80	X	X
Characidae gen. 4	1,10	X	X
Characidae gen. 5	0,02	X	
Characidae gen. 6	1,07	X	X
Characidae gen. 7	0,13	X	X
Characidae gen. 8	0,19	X	X
Characidae gen. 9	0,01	X	
<i>Hemigrammus</i> sp.	0,59	X	X
<i>Jupiaba</i> spp.	0,19	X	X
<i>Moenkhausia</i> spp.	0,22	X	X
<b>Curimatidae</b>			
<i>Curimata</i> spp.	0,90	X	X
<i>Potamorhina</i> spp.	0,21	X	X
<b>Cynodontidae</b>			
<i>Cynodon</i> spp.	0,10	X	X
<b>Erythrinidae</b>			
<i>Hoplias</i> spp.	0,08	X	
<b>Hemiodontidae</b>			
<i>Bivibranchia</i> spp.	0,19	X	X
Hemiodontidae gen.	8,19	X	X
<b>Iguanodectidae</b>			
<i>Bryconops</i> spp.	0,02	X	
<b>Prochilodontidae</b>			
<i>Prochilodus nigricans</i>	0,04	X	
<i>Prochilodus</i> spp.	0,06	X	
<b>Serrasalmididae</b>			
Serrasalmididae gen. 1	6,14	X	X
Serrasalmididae gen. 2	1,90	X	X
<b>Triporthidae</b>			
<i>Triportheus</i> spp.	2,87	X	X
<b>CLUPEIFORMES</b>			
<b>Engraulidae</b>			
<i>Amazonsprattus scintilla</i>	0,12		X
<i>Anchoviella</i> spp.	2,27	X	X
<b>GYMNOTIFORMES</b>			
<b>Gymnotidae</b>			
<i>Gymnotus</i> spp.	0,80	X	X
<b>PERCIFORMES</b>			
<b>Eleotridae</b>			
<i>Microphilypnus</i> spp.	0,25	X	X
<b>Sciaenidae</b>			
<i>Pachypops</i> spp.	0,62	X	
<i>Plagioscion</i> spp.	1,72	X	X
<b>PLEURONECTIFORMES</b>			

<b>Achiridae</b>			
Achiridae gen.	0,16	X	X
<b>SILURIFORMES</b>			
<b>Aspredinidae</b>			
<i>Bunocephalus coracoideus</i>	0,01		X
<b>Auchenipteridae</b>			
Auchenipteridae gen.	0,03	X	
Auchenipteridae gen. 1	0,11	X	
Auchenipteridae gen. 2	1,02	X	X
Auchenipteridae gen. 3	1,23	X	X
<i>Auchenipterus</i> spp.	0,01		X
<i>Auchenipterus</i> spp. "preto"	0,03	X	
<i>Auchenipterus</i> spp. 1	0,11	X	X
<i>Auchenipterus</i> spp. 2	0,02	X	
<i>Centromochlus</i> spp.	0,43	X	X
<i>Gelanoglanis</i> spp.	0,51		X
<i>Tatia</i> spp.	0,08	X	X
<i>Tatia</i> spp. 1	0,27	X	X
<i>Tatia</i> spp. 2	0,98	X	X
<b>Cetopsidae</b>			
Cetopsidae gen. 1	0,07	X	X
Cetopsidae gen. 2	0,08	X	X
<i>Cetopsis</i> spp.	0,03	X	X
<b>Loricariidae</b>			
Loricariidae gen. 1	0,24	X	
Loricariidae gen. 2	0,23	X	X
<b>Pimelodidae</b>			
Pimelodidae gen. 1	0,07	X	
Pimelodidae gen. 2	0,28	X	
Pimelodidae gen. 3	0,05	X	
Pimelodidae gen. 4	0,10	X	
<i>Pimelodus</i> spp.	0,43	X	X
<i>Sorubim Lima</i>	0,02	X	
<b>Trichomycteridae</b>			
<i>Paracanthopoma</i> spp.	1,33	X	X
<b>TETRAODONTIFORMES</b>			
<b>Tetraodontidae</b>			
<i>Colomesus asellus</i>	0,01		X

### Relação das variáveis limnológicas com a riqueza e densidade de larvas de peixes

Na Regressão múltipla o modelo foi significativo ( $F_{(3 \text{ e } 12)} = 4,356$ ;  $p=0,02$ ) a variável que mais apresentou importância na riqueza e densidade de larvas de peixe foi a vazão, sendo significativa tanto para a riqueza ( $p=0,040$ ) quanto para densidade ( $p=0,035$ ) de larvas (**Tabela 3 e 4**). Para ver quais variáveis caracterizavam o ambiente realizamos uma PCA (**Figura 2**).

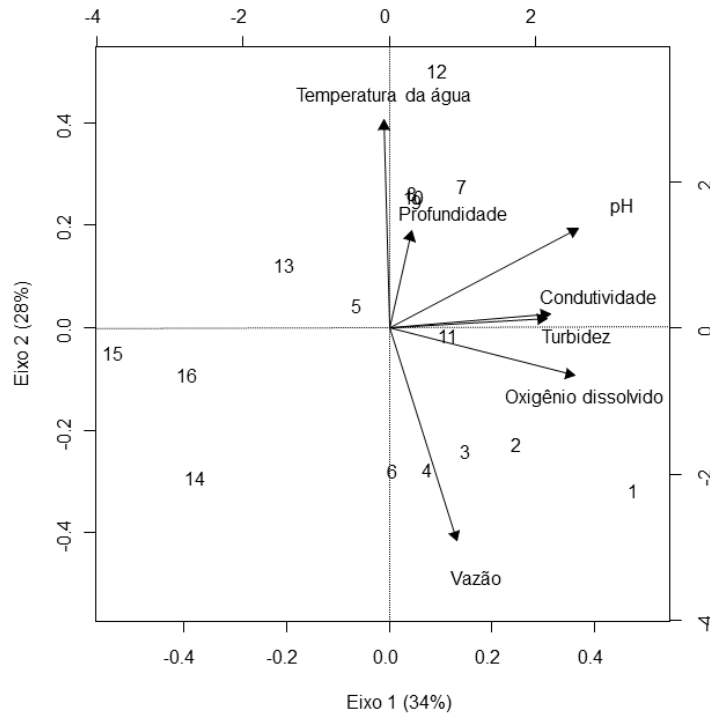
**Tabela 3.** Resultado da Regressão múltipla para a riqueza de larvas de peixes e descritores ambientais no rio Xingu.

	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Valor de t</b>	<b>p</b>
(Intercept)	-329,473	164,767	-2,000	0,069
pH	33,000	16,540	1,995	0,069
Temperatura	0,399	16,421	0,243	0,812
<b>Vazão</b>	<b>35,675</b>	<b>15,526</b>	<b>2,298</b>	<b>0,040</b>

**Tabela 4.** Resultado da Regressão múltipla para a densidade de larvas de peixes e descritores ambientais no rio Xingu.

	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Valor de t</b>	<b>p</b>
(Intercept)	-219,326	314,169	-1,042	0,172
pH	19,000	21,430	0,623	0,078
Temperatura	0,123	20,210	0,137	0,643
<b>Vazão</b>	<b>37,523</b>	<b>13,247</b>	<b>3,187</b>	<b>0,035</b>





**Figura 2.** Análise de componentes principais (PCA) com as variáveis limnológicas na bacia do rio Xingu em coletas realizadas durante os meses do ano de 2021.

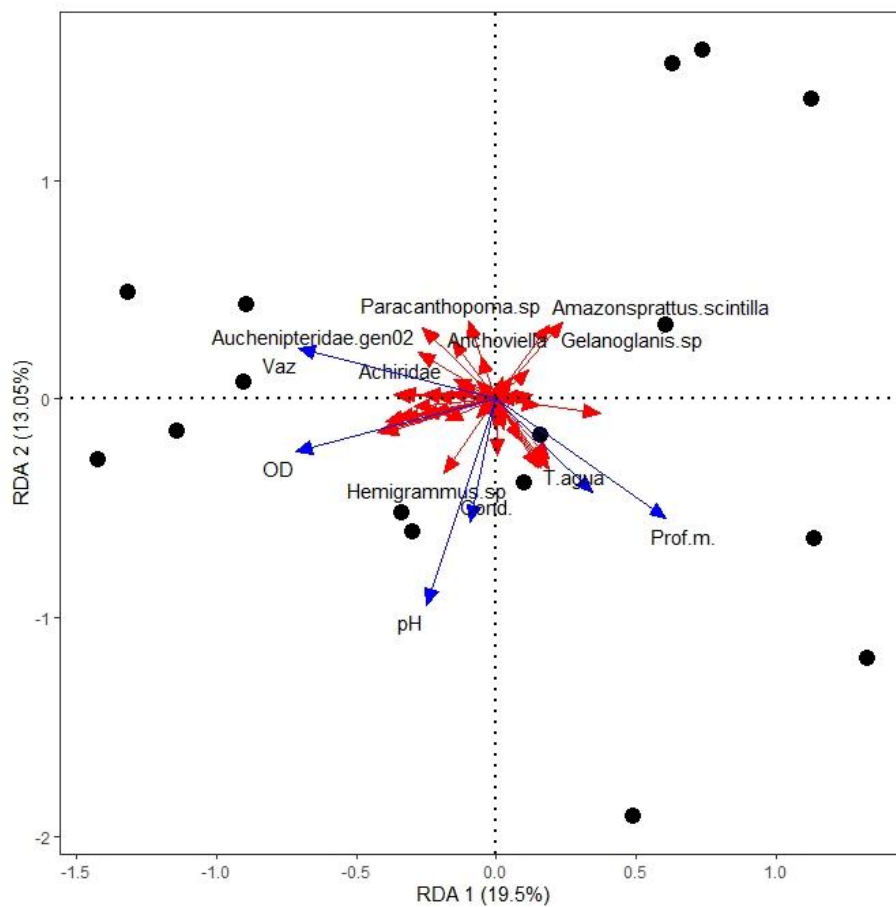
### Variáveis limnológicas sobre a composição de larvas de peixes

A RDA apresentou no 1 eixo 18,26%, e no segundo eixo 12,83% de explicação da variação, totalizando 31% de explicação, sendo o modelo significativo. As variáveis apresentam efeito na estruturação da assembleia de larvas (Var: 4,33;  $F= 1,64$ ;  $Gl=2$ ;  $p=0,001$ ), sendo que a espécie *Hemigramus* sp. foi que mais apresentou relação com profundidade (Var: 1,3974;  $F=2,6707$ ;  $p=0,001$ ) e o pH (Var: 1,2477;  $F=2,3846$ ;  $Gl=2$ ;  $p= 0,002$ ), já as espécies Achiridae gen e Auchenipteridae gen 2, no modelo da RDA, apresentaram maior ocorrência em ambientes com maiores vazão, que são as variáveis mais importantes para a estruturação das espécies (**Tabela 5; Figura 2**).

**Tabela 5.** Resultado da RDA para a composição de larvas de peixes e descritores ambientais no rio Xingu.

Variância	F	p
-----------	---	---

<b>pH</b>	<b>1,2477</b>	<b>2,3846</b>	<b>0,002</b>
T.agua	0,7098	1,3565	0,137
<b>Prof.m.</b>	<b>1,3974</b>	<b>2,6707</b>	<b>0,001</b>
OD	0,4282	0,8184	0,701
Cond.	0,5538	1,0583	0,361
Vaz	0,5497	1,0506	0,389

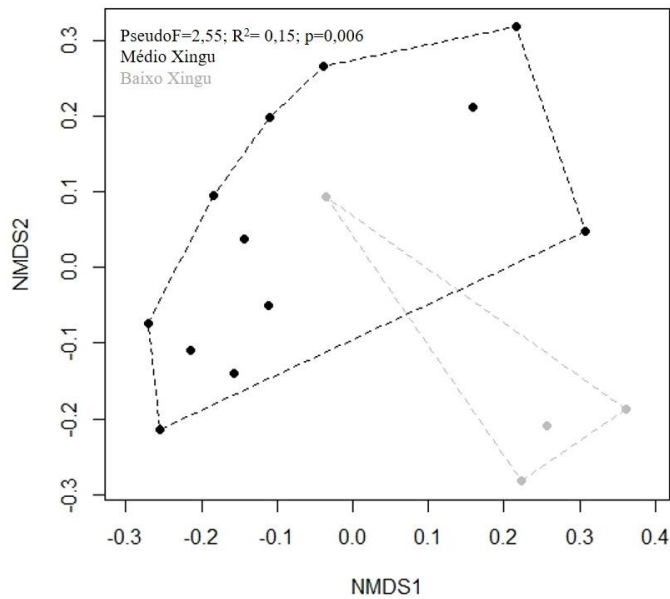


**Figura 3.** Relação das variáveis com a composição de larvas de peixes no rio Xingu. As linhas azuis representam as variáveis limnológicas, as pretas são os pontos de coleta e as vermelhas representam as espécies/morfolito das larvas.

#### *Composição de larvas de peixes no Médio e Baixo Xingu*

A composição de larvas de peixes é diferente entre o Médio e Baixo Xingu (PseudoF=2,55; R =0,150; p=0,006 (**Figura 3**)). O baixo Xingu apresentou quatro

morfortipos exclusivos, enquanto o Médio Xingu apresentou 18 morfortipos exclusivos (Tabela 1; Figura 3).



**Figura 4.** Análise de NMDS e PERMANOVA apresentando a diferença de composição de espécies de larvas de peixe no Médio e Baixo Xingu.

#### ***Variabilidade espacial na densidade de ovos e larvas entre o Médio e Baixo rio Xingu***

Não existe diferença significativa na densidade de ovos ( $t = -1,5422$ ,  $df = 11,047$ ,  $p = 0,1512$ ) e larvas de peixes ( $t = -1,6344$ ,  $df = 12,157$ ,  $p = 0,1278$ ) entre o Médio e Baixo Xingu.

#### **Discussão**

Characiformes foi a ordem mais frequentes e mais diversas em nosso estudo, isso é devido à diversidade dessas ordens dentro dos rios da região neotropical (Lowe McConnell, 1987; Agostinho et al., 2005; Reynalte-Tataje et al., 2012). A predominância dos Characiformes nas regiões neotropicais pode ser explicada pela estratégia reprodutiva que algumas espécies do grupo apresentam, principalmente as que realizam movimentos migratórios na qual possuem fecundação externa e desova

total, mostrando que essa ordem tem uma ampla distribuição e importante estratégia reprodutiva (Reynalte-Tataje et al., 2012).

Em nossos resultados vimos que houve uma elevada riqueza e densidade de espécies de larvas de peixes associadas à vazão durante o período de coleta. Mesmo havendo variação da vazão nos períodos hidrológicos, isso não interferiu na ocorrência de larvas. O período de maior vazão no rio Xingu é durante a cheia e enchente, nos meses de dezembro a maio (Goulding et al., 2003; Sabaj Pérez, 2015). Esta variável atua como um importante gatilho para a reprodução de espécies de peixes tropicais, pois à medida que o nível das águas aumentam ocorre a expansão dos ambientes e inundação das florestas, aumentando a disponibilidade de alimento e abrigo, que são essenciais para maturação das gônadas, e para a proteção e desenvolvimento de ovos e larvas (Junk, et al., 1997). Apesar do padrão de distribuição das larvas decaí em meses onde a vazão não é tão forte, entretanto isso não impede dispersão por completo destas.

Acredita-se que as corredeiras atuam como uma espécie de filtro para a maioria das larvas das espécies de peixes, e mesmo com a instalação do reservatório na Volta Grande do rio Xingu, a riqueza e a densidade de larvas ainda persiste. Durante o aumento da vazão ocorre a influência também na alimentação dos peixes e sua prole, pois com o aumento desta no período chuvoso há o aumento da turbidez das águas do rio Xingu, que possui águas esverdeadas na estiagem, e conseqüentemente o carregamento do material alóctone, usado como alimentação pelos peixes e larvas (Rodrigues, 1993; Zacardi & Ponte, 2016).

O pH e a profundidade foram as únicas variáveis que tiveram influência na composição das larvas de peixe, principalmente de *Hemigrammus* sp. O pH é uma variável que está relacionada com a quantidade de matéria orgânica disponível no ambiente, e a presença de matéria orgânica propicia liberação de nutrientes para o meio, que serão utilizados pelas algas e vegetais superiores, servindo tanto abrigo para as larvas quanto alimentação (Zacardi & Ponte, 2016; Nakatani, 1994; Bialetzki, 2002). Entretanto algumas espécies de peixes não são adaptadas à acidez do pH, sendo intoleráveis a ponto de alguns apresentarem má formação e outros até morrerem (Baumgartner et al., 1997).

A disponibilidade de diferentes microhabitats e quantidade de luz são fatores que podem justificar a relação da composição de larvas com a profundidade, visto que nesta fase as larvas não conseguem distinguir entre imagens, sendo ambientes profundos utilizados para proteção e alimentação (Zuanon, 1999; Carvalho, 2008). Compreender a

relação entre as larvas de peixes e as variáveis limnológicas é essencial para que possamos entender como as alterações ambientais podem afetar a reprodução e consequentemente o estoque pesqueiro de peixes de uma determinada região.

Com relação a diferença de composição do Médio e Baixo Xingu, estes ambientes são locais do rio que possuem diferenças tanto geológicas quanto hidrológicas. A maioria das espécies de peixes têm preferência pela parte do médio Xingu, isso é devido às corredeiras do trecho Médio Xingu (Fitzgerald et al., 2018). No entanto, foram encontradas quatro espécies que preferiram o ambiente do Baixo Xingu, *Amazonsprattus scintilla*, *Bunocephalus coracoideus*, *Colomesus asellus* e *Gelanoglanis* sp., todas são espécies não migradoras.

Barbosa et al.(2015) verificaram que a composição da assembleia de peixes no rio Xingu foi influenciada tanto pelo período hidrológico quanto pelas cachoeiras, tendo variações durante as estações. Entretanto, as quedas da cachoeira do rio Jericoá e corredeiras do rio Bacajá tiveram mais efeito do que o pulso de inundação, sendo fator mais relevante na estruturação das espécies presente nesse setor do rio. Em nossos estudos foram vistas espécies em sua maioria mais adaptadas ao Médio, acredita-se que é devido ao local ter fluxo de água mais rápido, durante o período hidrológico, e consequentemente apresentarem diferentes fontes de alimentos disponíveis para as espécies, já que em época de enchente e cheia do rio há alimentos provindos do ambiente terrestres, que são depositados na água, como sementes das árvores.

Em nossos resultados não houve diferença na densidade de ovos e larvas entre o Médio e Baixo rio Xingu, apesar da diferença existente entre as características dos dois setores. Mostrando que os dois ambientes são usados como local de reprodução dos peixes e berçário de ovos e larvas, sendo ambos favoráveis tanto para desova quanto para abrigo e alimentação. Resultado diferente foi achado por Ávila-Simas, rio Uruguai, (2013), onde as maiores densidades de ovos e larvas (em estágio larval vitelino) de peixes foram encontrada em ambiente de corredeiras, chegando a conclusão de que estes possuíam correlação positiva com a velocidade da água, e que o ambiente de corredeira aumenta a oxigenação dos indivíduos nessa fase e evita e evita a permanência muito no fundo, estando estes mais à deriva, assim também as larvas com possuem vitelo usufruem do transporte passivo, já não apresentam muita capacidade natatória.

Mudanças temporais ou estruturais que ocorrem na bacia podem fazer com que variáveis, que são importantes em alguns locais para a distribuição das espécies de peixes, como pH e oxigênio dissolvido, não sejam relevantes para esse mesmo grupo de

organismos em outros locais (Valério et al., 2007). Sendo as características físicas e químicas de um ambiente aquático influenciam na estruturação da comunidade de peixes, faz-se necessário compreender quais variáveis ambientais são importantes localmente, para que o estudo possa servir de material auxiliar em estratégias de conservação, já que este possui informações importantes sobre a ecologia aquática de ambientes tão pouco estudados.

### **Conclusão**

A distribuição de larvas de peixes encontrada no rio Xingu mostrou ter estreita relação com algumas variáveis, vazão, pH e profundidade. Havendo diferença na composição de larvas entre o setor Médio e Baixo, indicando que há espécies mais adaptadas a características de um trecho do que em outro.

O número representativo de ovos e larvas de peixes encontrados no rio Xingu ao longo dos meses do ano, indica que esse ambiente é uma importante área de reprodução e recrutamento biológico de diversas espécies de peixes.

Diante do que foi exposto podemos afirmar que o rio Xingu desenvolve um papel relevante na manutenção da comunidade íctica. Sendo uma área de berçário e criadouro natural para as larvas de diversas espécies de peixes que desovam ali e utilizam esse ambiente de forma temporária ou permanente durante o seu ciclo de vida. Portanto medidas futuras de gestão e ordenamento dos recursos naturais devem considerar a conservação desse ambiente, além disso a restrição da execução de atividades potencialmente impactantes no rio e área do entorno ajudaria na conservação na ictiofauna da região.

## Referências

- Agostinho, A. A., Bialecki, A., Suzuki, H. I., Latini, J. D., Gomes, L. C., Fugi, R. & Domingues, W. M., 2005. Biologia pesqueira e pesca na área de influência do APM Manso – Relatório Final – Ictiofauna. Maringá: Eduem.
- Allan, J. D., 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35:257–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122>.
- Anjos, M. B., Oliveira, R. R de, Zuanon, J., 2008. Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains. *Brazilian Journal of Biology, São Carlos*, v. 68, n. 1, p. 45-50.
- Anderson, M. J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.*, **26**, 32– 46.
- Ávila-Simas, S., 2013. Poços e corredeiras como áreas de desova e criação de peixes num tributário do Alto Rio Uruguai, Brasil. Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, p. 59.
- Bakun, A., 2006. Wasp-waist populations and marine ecosystem dynamics: Navigating the Bpredator pit topographies. *Prog Oceanogr* 68:271–288.
- Baldisserotto, B., 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria (RS): UFSM.
- Barbosa, T. A. P., Benone, N. L., Begot, T. O. R., Gonçalves, A., Sousa, L., Giarrizzo, T., Juen, L., & Montag, L. F. A., 2015. Effect of waterfalls and the flood pulse on the structure of fish assemblages of the middle Xingu River in the eastern Amazon basin. *Braz. J. Biol.*, vol. 75, no. 3 (suppl.), p. S78-S94.
- Baselga, A., 2008. Determinants of species richness, endemism and turnover in European longhorn beetles. *Ecography*. 31(2):263–271. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5335.x>
- Baumgartner, G. K., Nakatani, M., Cavicchioli M. S. T. & Baumgartner., 1997. Some aspects of the ecology of fish larva in the floodplain of high Paraná River, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14:551-563.

- Baumgartner, G., Nakatani, K., Gomes, L. C., Bialezki, A., Sanches, P. V. & Makraki, S M. C., 2008. Fish larvae from the upper Paraná River: Do abiotic factors affect larval density? *Neot. Ichth. Porto Alegre Oct/Dec. vol.6 no.4.6(4):551-558.*
- Bergenius, M.A., Meekan, M.G., Robertson, R.D. & McCormick, M.I., 2002. Larval growth predicts the recruitment success of a coral reef fish. *Oecologia* 131(4):521–525.
- Bialezki, A., 2002. *Ecologia de ovos e larvas de peixes do rio Baía, alto rio Paraná, Mato Grosso do Sul, Brasil. 2002. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá.*
- Botelho, M. C. & Camargo, M., 2010. Abundância de peixes Characiformes do Médio rio Xingu, como indicador do ritmo de atividade diária em ambientes de lagos marginais. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 23: 25 - 48.
- Buhrnheim, C. M. & Cox-Fernandes, C., 2003. Structure of fish assemblages in Amazonian rainforest streams: effects of habitats and locality. *Copeia*, Charleston, v. 2, n. 2, p. 255-262.
- Camargo, M., Giarrizzo, T. & Isaac, V., 2004. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu river basin, Brazil. *Ecotropica*, 10: 123 – 147p.
- Camargo, M. & Ghilardi, J. R. R., 2009. **Entre a terra, as águas e os pescadores do Médio rio Xingu. Uma abordagem ecológica.** Belém/PA. 2009. 329 p.
- Carvalho, L. N., 2008. História natural de peixes de igarapés amazônicos: utilizando a abordagem do conceito do rio contínuo. Tese (doutorado), INPA/ UFAM: 142P.
- Celik, P. & Celik, I., 2011. Effect of Lunar Synchronization on the Reproduction Time of Discus Fish (*Symphysodon* sp.) Under Controlled Aquarium Conditions. *J. Anim. and Vet. Adv.*, 10: 890-893.
- Costalago, D., Tecchio, S., Palomera, I., Álvarez-Calleja, I., Ospina-Álvarez, A. & Raicevich, S., 2011. Ecological understanding for fishery management: Condition and growth of anchovy late larvae during different seasons in the Northwestern Mediterranean. *Estuar Coast Shelf Sci* 93(4):350–358.
- Eletrobras, 2009b. Áreas de influência e Área de Abrangência Regional (Físico e Biótico) – Área de Abrangência Regional Meio Físico. *Estudo de Impacto Ambiental – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte*. Brasília.
- Eletronorte, 2002. **Estudo e Relatório de impacto ambiental CHE. Belomonte.** Convênio – Fundação do Amparo ao desenvolvimento da pesquisa - FADESP-ELETRONORTE. Brasília. 2002.



- Figueiredo, H. C. P., Leal, C. A. G., 2015. Tecnologias aplicadas em sanidade de peixes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(SPE), 8-14.
- Fitzgerald, D. B., Sabaj Pérez, M. H., Sousa, L. M., Gonçalves, A. P., Py-Daniel, L. R., Lujan, L. K., Zuanon, J., Winemiller, K. O. & Lundberg J.G., 2018. Diversity and community structure of rapids-dwelling fishes of the Xingu River: Implications for conservation amid large-scale hydroelectric development. Published by Elsevier.
- Goulding, M., Barthem, R. & Ferreira, E., 2003. *The Smithsonian atlas of the Amazon*. Smithsonian Books, Washington, 256 p.
- Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 22, 415-427.
- Jackson, D. A., Peres-Neto, P. R. & Olden, J. D., 2001. What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian journal of fisheries aquatic sciences*, Canadá. V. 58, n. 1, p. 157-170.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R. E., 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P. Proceedings of international large river symposium. Canada: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110-127.
- Junk, W. J., Soares, G. M. & Saint-Paul, U., 1997. The Fish. In: Junk, W. J. (ed.) *The Central Amazon Floodplain - Ecology of a pulsing system*. Berlin, Springer Verlag. 385-408.
- Legendre, P. & Legendre, L., 2012. *Numerical Ecology*, Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, 3rd English edition.
- Lowe-McConnell, R.H., 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lowe-McConnell, R.H., 1999. Peixes da bacia Amazônica. In: *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, 345 – 373p.
- Lujan, N. K. & Conway, K.W., 2015. Life in the fast lane: a review of rheophily in freshwater fishes, in: R. Riesch, M. Tobler, M. Plath (Eds.), *Extremophile Fishes*. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 107-136.
- Miranda, L. E., 2011. Depth as an organizer of fish assemblages in floodplain lakes. *Aquatic Sciences*, Suíça, v. 73, n. 2, p. 211-221.
- Murgas, L. D. S., Drumond, M. M., Pereira, G. J. M. & Felizardo, V. O., 2009. Manipulação de ciclo e da eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 6: 70 - 76.

- Nakatani, K., 1994. Estudo do ictioplâncton no reservatório de Itaipu (rio Paraná, Brasil): levantamento das áreas de desova, Curitiba, Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialetzki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S., 2001. **Ovos e larvas de Peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. EDUEM. Maringá: 378 p.
- Nascimento, F. N., Nakatani, K., 2006. Relações entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Sci. Biol. Maringá*, v. 28, n. 2, p. 117-122.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H. & Wagner, H., 2015. *vegan*: Community ecology package. Pacote R, versão 2.3-1. <https://cran.rproject.org/web/packages/vegan/index.html> (acessado em 25 de setembro de 2021).
- Olden, J. D. & Kennard, M. J., 2010. Intercontinental comparison of fish life-history strategies along a gradient of hidrologic variability. *American Fisheries Society Symposium*, 104: 592 – 597.
- Pereira, R. S., 2019. Levantamento taxonômico e padrões de distribuição da fauna de peixes em ambientes antropizados: estrutura, composição e fatores ambientais. Tese (Mestrado), ICT/UFAM. <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7421>.
- Piedras S. R. N., Moraes P.R. & Pouey J. L.O.F., 2006. Desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes emperaturas. *Revista Brasileira de Agrociência* 12:367-370.
- R core team, 2021. *R: A language and environment for statistical computing*. Fonte: R Foundation for Statistical Computing: <https://www.R-project.org/>.
- Rebouças, P.M., Lima, L.R., Dias, I.F. & Barbosa Filho, J.A.D., 2014. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. *Revista J Anim Behav Biometeorol* v.2, n.2, p.35-42
- Reynalte-Tataje, D. A., Zaniboni-Filho, E., Hermes-Silva, S., Machado, C., Guerreschi, R. M., Nuñez, A. P. O. Assembleia de peixes. p. 11-44. In: Zaniboni-Filho, E., Nuñez, A. P. O (Org.), 2012. Reservatório de Machadinho: peixes, pesca e tecnologias de criação. Florianópolis, Editora UFSC, 256 p.
- Rodrigues, S. 1993. *Neotectônica e sedimentação quaternária da região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA*. Dissertação de Mestrado em Estratigrafia e Sedimentologia/ Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo. 106 p.

- Sabaj Pérez, M.H., 2015. Where the Xingu bends and will soon break. *Am. Sci.* 103, 395–403.
- Santos, C. A., Lima, A. M. M., Franco, V. S., Araújo, I. B., Menezes, J. F. G. E. & Gomes, N. M. O., 2016. Distribuição espacial da precipitação na bacia hidrográfica do rio Xingu. *Nucleus*, v. 13, n. 2, out.
- Sawakuchi, A. O., Hartmann, G. A., Sawakuchi, H. O., Pupim, F. N., Bertassoli, D. J., Parra, M., 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. doi: 10.5194/sd-20-21-2015.
- Silva, J. P. (2012). *Morfologia fluvial como parâmetro de avaliação de geodiversidade -Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio Xingu*. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo. 298 pp.
- Sioli, H. (1984). The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dordrecht. p. 127-165.
- Soares, M. G. M., Menezes, N., & Junk, W. J., 2006. Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia*, dordrecht, v. 568, n. 1, p. 353- 367.
- Valério, S. B., Suárez, Y. R., Felipe, T. R. A., Tondato, K. K. & Ximenes, L. Q. L., 2007. Organization patterns of headwater-stream fish communities in the Upper Paraguay–Paraná basins. **Hydrobiologia**, Brussels, v. 583, p. 241-250.
- Villas-Bôas, A., 2012. (Org). De olho na bacia do Xingu. São Paulo: Instituto Socioambiental, 61 p.
- Zacardi, D. M. & Ponte, S. C. S., 2016. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no Médio rio Xingu, bacia amazônica, Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, Maringá (PR).
- Zar, J. H., 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Zuanon, J. A. S., 1999. História natural da ictiofauna de corredeiras do rio Xingu, na região de Altamira, Pará. Tese de Doutorado. UNICAMP, SP. 199p.

