



## Variação espacial e temporal das larvas de *Triportheus* (Characiformes, Triportheidae), no médio Rio Solimões, Amazônia Central, Brasil

### Spatial and temporal variation of larvae *Triportheus* (Characiformes, Triportheidae) in the middle Solimões River, Central Amazon, Brazil

Silvana Cristina Silva da Ponte<sup>1\*</sup>, Liliâne Campos Ferreira<sup>2</sup>, Suzana Carla da Silva Bittencourt<sup>3</sup>, Helder Lima de Queiroz<sup>4</sup> & Diego Maia Zacardi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, Universidade Federal do Oeste do Pará - Ufopa

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Nilton Lins/Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - Inpa

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará - UFPA

<sup>4</sup>Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSMA

<sup>5</sup>Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, da Universidade Federal do Oeste do Pará - Ufopa

\*Email: silvanacristinasp@gmail.com

Recebido: 15 de junho de 2016 / Aceito: 18 de julho de 2016 / Publicado: 26 de setembro de 2016

**Resumo** - O trabalho teve como objetivo verificar a variação espacial e temporal da densidade larval de sardinhas (*Triportheus*) e identificar as possíveis áreas de criação destas espécies que possuem importância ecológica e econômica na região do médio Rio Solimões. As coletas do material biológico foram realizadas durante as quatro fases do ciclo hidrológico de 2011 (enchente, cheia, vazante e seca), em amostragens de subsuperfície e profundidade, em ciclo de coleta diurna e noturna, utilizando-se rede de plâncton de 300 µm. Foram capturadas 4.768 larvas de *Triportheus* (860 indivíduos identificados como *Triportheus auritus* e 3.908 como *Triportheus* spp.). As larvas de sardinha apresentaram as maiores densidades nas áreas de confluência dos canais de lagos com o rio e próximas as áreas de barrancos, durante a fase de enchente do rio. As larvas apresentaram maior densidade durante a noite, na região subsuperficial da coluna d'água, em relação as amostras de profundidade. O pH e o oxigênio dissolvido, juntamente com a temperatura da água e a condutividade elétrica, foram os fatores determinantes na distribuição espaço-temporal das larvas de *Triportheus auritus* e *Triportheus* spp. Os resultados evidenciam a importância da integridade e conservação das áreas marginais do trecho médio do Rio Solimões, como forma de garantir a sustentabilidade deste recurso amplamente explorado pela pesca na região.

**Palavras-chave:** distribuição, desenvolvimento inicial, sardinhas de água doce, várzea.

**Abstract** - The study aims to verify spatial and temporal larvae density of sardines (*Triportheus*) and identify the potential nursery areas of these species that has ecological and economic importance at middle Solimões River region. The collections of biological material were realized during the four phases of 2011's hydrological cycle (flooding, high water, drying and low water), in subsurface and depth samples, on diurnal and nocturnal cycles, using a 300 µm plankton net. It was caught 4,768 *Triportheus* larvae (860 individuals identified as *Triportheus auritus* and 3,908 as *Triportheus* spp.). The sardines larvae showed the biggest densities in confluence areas of lake channels with river and near steep rut areas, over flooding river phase. The larvae showed better density at night, in water column subsurface region, in relation to depth samplings. The pH and dissolved oxygen, together with the water temperature and electrical conductivity, were the determinant factors in spatio-temporal distribution of *Triportheus auritus* e *Triportheus* spp. larvae. The results confirm the importance of integrity and conservation of marginal areas of Solimões River middle stretch, such as a way to ensure the sustainability of that widely exploited resource by fishing in region.

**Keywords:** distribution, initial development, freshwater sardines, varzea.



## Introdução

A pesca na Amazônia destaca-se entre as demais regiões do país pela elevada produtividade e riqueza de espécies, sendo a atividade extrativista tradicionalmente mais importante no contexto socioeconômico da região, seja na geração de renda ou na subsistência da população local (Barthem & Fabr e, 2004; Doria & Queiroz, 2008; Zacardi, Ponte & Silva, 2014).

O esforço de pesca sobre determinados grupos de pescado, nos últimos anos, tem acarretado a redu o nos rendimentos de muitos estoques, em virtude disso há um incremento na procura por espécies de pequeno porte e valor comercial, como novas alternativas de pescado (Batista & Petrere Jr., 2003; Souza, Camargo & Camargo, 2012, Batista et al., 2012). Neste sentido, as sardinhas, espécies do g nero *Triportheus* passaram a ter maior participa o nos desembarques dos portos da região (Preste et al., 2010), contribuindo com significativa parcela da produ o desembarcada no porto de Tefé, principal município do médio Solimões, na Amazônia Central (Ferraz, Lima & Amaral, 2012).

As sardinhas são espécies da família Triporthidae, do grupo de Characiformes migradores de pequeno e médio porte, que formam cardumes que se deslocam em dire o aos rios de águas brancas para efetuar a desova durante o período de maior nível fluviométrico (Ferreira, Zuanon & Santos, 1998; Lima & Araújo-Lima, 2004), contribuindo com elevado número de indivíduos recém-eclodidos derivando na calha dos rios de águas brancas no período de enchente e baixos valores de abundância nos períodos subsequentes (Araújo-Lima, Silva, Petry, Oliveira & Moura, 2001), além disso são utilizados como fonte de alimento na pesca comercial e de subsistência das comunidades tradicionais (Ferreira, Zuanon & Santos, 1998; Doria & Queiroz, 2008).

O transbordamento das águas brancas, do rio principal, sobre as áreas de várzeas durante a cheia, cria novos acessos de habitats e ambientes variados para forrageio, prote o e sobrevivência para as fases iniciais de desenvolvimento da ictiofauna (Junk, Bayley & Sparks, 1989; Neiff, 1990) concentrando alta produ o de peixes e favorecendo importantes sistemas de pesca (Lowe-McConnell, 1999; Saint-Paul et al., 2000), constituindo-se em áreas importantes do sistema aquático amazônico em termos de biodiversidade de peixes de grande valor comercial.

Dessa forma, a compreensão das varia es espaço-temporais das larvas de peixes   fundamental para o entendimento da abundância e distribui o dos recursos pesqueiros, para identificar e delimitar áreas de desova e criadouros naturais, além de determinar a importância relativa dos corpos d'água no recrutamento, e, conseqüentemente, definir e implementar políticas de manejo, orienta o e prote o dessas áreas (Nakatani et al., 2001), visando o aumento da produ o pesqueira ou a conserva o dos recursos naturais na Amazônia.

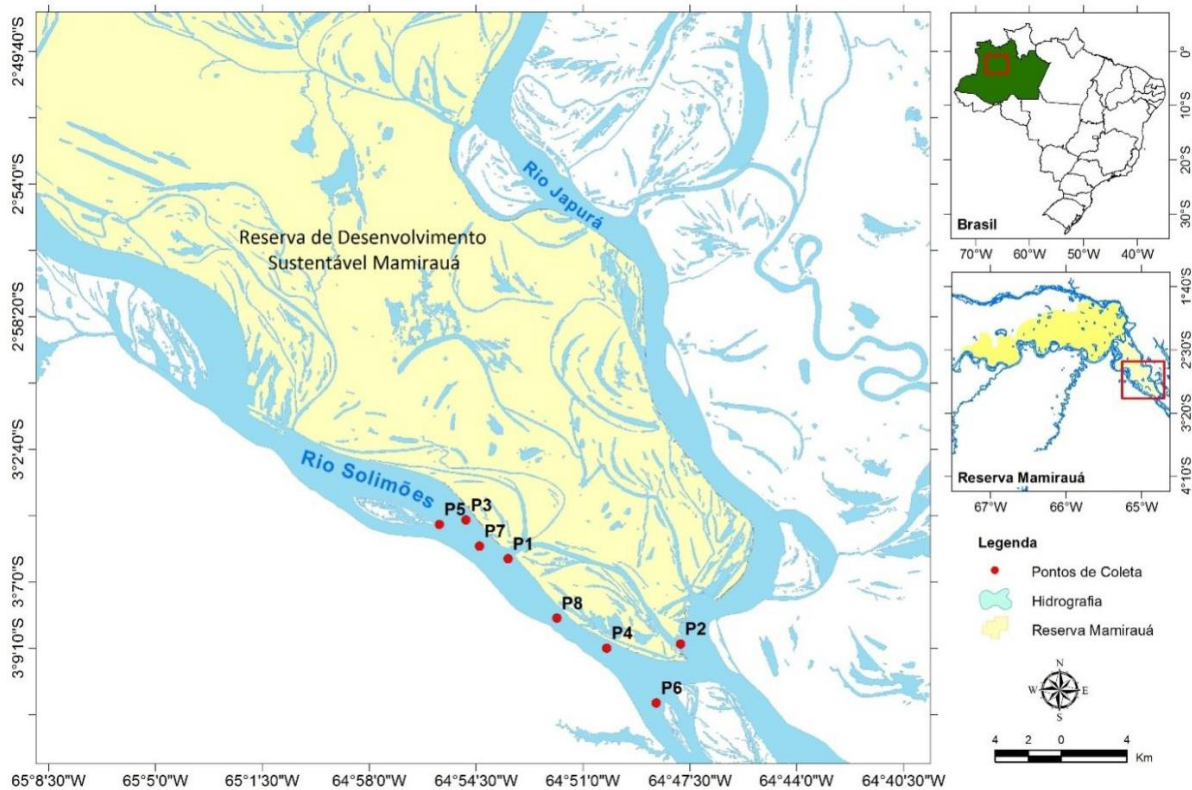
Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a varia o espacial e temporal das larvas de sardinhas (*Triportheus* spp.), no trecho médio do Rio Solimões, em áreas adjacentes a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) e fornecer informa es que possam subsidiar o planejamento e execu o de medidas protetivas e, também identificar as áreas críticas para a conserva o das espécies.

## Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido no trecho médio do Rio Solimões, em áreas adjacentes   Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - RDSM (Figura 1), situada na confluência dos rios Solimões e Japurá, próximo   cidade de Tefé, estado do Amazonas. A RDSM   a maior unidade de conserva o brasileira dedicada a proteger exclusivamente o ambiente de várzea amazônica, constituída por uma área de aproximadamente 1.124.000 ha de florestas alagadas. Este alagamento   ocasionado pelo transbordamento das águas desses dos rios, ricos em sedimentos e nutrientes que se depositam nestes terrenos inundáveis (Queiroz & Crampton, 1999).

O material biológico foi proveniente de coletas diurnas e noturnas realizadas durante o ano de 2011, nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca do Rio Solimões. As amostras foram obtidas em pontos de coleta georeferenciados, distribuídos próximos a canais de lagos (P1 e P2), barrancos (P3 e P4), bancos de areia (P5 e P6) e no canal central do rio (P7 e P8), no entorno da RDSM.

O material biológico foi proveniente de coletas diurnas e noturnas realizadas durante o ano de 2011, nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca do Rio Solimões. As amostras foram obtidas em pontos de coleta georeferenciados, distribuídos próximos a canais de lagos (P1 e P2), barrancos (P3 e P4), bancos de areia (P5 e P6) e no canal central do rio (P7 e P8), no entorno da RDSM.



**Figura 1.** Localização da área de estudo com destaque para as estações de coleta, distribuídas ao longo do trecho médio do Rio Solimões, no entorno da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil.

A caracterização dos habitats em trechos do médio Rio Solimões, baseou-se em função da topografia, hidrodinâmica e profundidade próxima da margem. Os bancos de areias (praias) são áreas de pouca turbulência, de baixa profundidade e constante dinâmica fisiográfica, constituídas por deposição de sedimentos que se formam ao longo do rio (Figura 2 A). As áreas próximas a barrancos, geralmente são mais turbulentas, formadas pela erosão do solo das margens e pela alta carga de sedimentos carreados pelo rio abaixo (Figura 2 B). As bocas de canais se caracterizam por ser a porção do paraná (canal de lago) que faz conexão com o canal principal dos rios de águas brancas, conectando os ambientes lóticos ao lênticos (Figura 2 C). Já o canal central do rio Solimões é caracterizado por apresentar fluxo de corrente constante, grande profundidade e larga distância entre uma margem e outra (Figura 2 D).

As amostragens foram realizadas por meio de arrastos horizontais em profundidade (8 m) e na subsuperfície da coluna d'água, utilizando-se rede cônico-cilíndrica, constituída de malha de 300  $\mu$ m e boca circular de 60 cm, dotada de um fluxômetro para medir o volume de água filtrada. Os arrastos tiveram duração de aproximadamente cinco minutos e foram realizados com embarcação local em velocidade baixa e constante, no sentido oposto ao da corrente, para garantir maior eficiência na captura, obedecendo a uma distância de 5 a 15 metros das margens.

As variáveis abióticas como a temperatura da água, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido foram registradas "in loco" na subsuperfície da coluna d'água (0-1 m), com auxílio de potenciômetros digitais portáteis. Os dados de precipitação pluviométrica e nível fluviométrico foram fornecidos pela estação meteorológica localizada na RDSM, através do banco de dados de monitoramento, do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (Disponível em: <http://www.mamiraua.org.br/fluviometrico>).

Posteriormente as amostras foram fixadas à bordo em solução formalina a 10% e acondicionadas em potes de polietileno de 500 mL etiquetados e transportados para análise no Laboratório de Ecologia do Ictioplâncton da Universidade Federal do Oeste do Pará.

No laboratório as amostras foram triadas, separando as larvas do material em suspensão, detritos e do plâncton total, com auxílio de pinças e placas de Petri, sob microscópio estereoscópico. As larvas de *Tripurtheus* foram quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível. As identificações foram realizadas com base em bibliografia especializada como Araújo-Lima & Donald (1988).





**Figura 2.** Habitats do médio Rio Solimões: A - banco de areia, B - barranco, C - boca de canal e D - trecho do canal principal do médio Rio Solimões, em áreas adjacentes a RDSM, Amazonas, Brasil.

Os espécimes identificados foram armazenados em frascos de vidro contendo formalina a 4% e etiquetados, para constituir uma coleção de referência. O material biológico analisado foi coletado por meio da autorização de número 23741-1, expedida com base na Instrução Normativa nº154/2007 e emitida pelo Sisbio/ICMBio/MMA.

O número de larvas em cada estação foi convertido para densidade de larvas por 10m<sup>3</sup> de água filtrada, de acordo com Tanaka (1973) modificado por Nakatani et al. (2001). Os padrões de distribuição observados foram analisados pela variação da densidade de larvas, nas estações e nos meses de amostragem.

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, utilizando o software Systat v. 12.0 (Wilkinson, 2007). Todos os dados de densidade do ictioplâncton e das variáveis ambientais, com exceção do pH foram log-transformados ( $\log(x+1)$ ), para linearizar as variâncias (Peters, 1986).

Posteriormente, utilizou-se a análise de variância (Anova bifatorial), para verificar diferenças significativas na variação espacial (pontos de coleta e estratos da coluna d'água) e na variação temporal (fases do ciclo hidrológico e período circadiano) da densidade de larvas, considerando os pontos de coleta e as fases do ciclo hidrológico como fatores. O Teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado sempre que diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) foram detectadas, utilizando o *software* Statistica 7.0 para as análises.

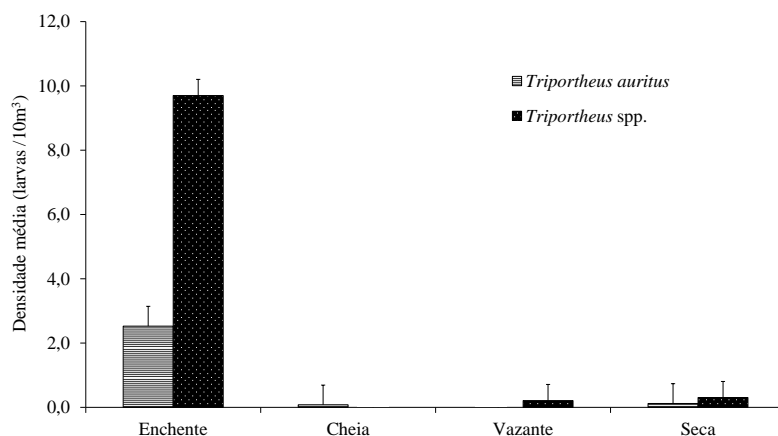
Foi utilizada Análise de Componentes Principais (PCA) para selecionar as variáveis ambientais mais representativas, as quais foram posteriormente correlacionadas aos pontos de amostragem e a densidade de larvas, através da correlação de Pearson. Os eixos retidos para interpretação foram aqueles com autovalores maiores que 1.0 (Jackson, 1993). A ordenação foi realizada utilizando-se o *software* (McCune & Mefford, 2006).

## Resultados e Discussão

No decorrer das coletas foram capturadas 25.091 larvas de Characiformes, desse total 4.768 correspondem à família Triportheidae. Dentre as espécies pertencentes a essa família, foram quantificados 860 indivíduos identificados como larvas de *Triportheus auritus* (Valenciennes, 1850) e 3.908 *Triportheus* spp., neste último táxon podem estar inseridos representantes das espécies *Triportheus albus* Cope, 1872, *T. flavus* Cope, 1872 e *T. angulatus* (Spix & Agassiz, 1829).

A principal dificuldade para a realização de estudos sobre a composição taxonômica das comunidades ictioplanctônicas na região neotropical é a identificação de ovos e larvas de peixes coletados em ambiente natural (Nakatani et al., 2001; Bialecki et al., 2008; Zacardi, Sobrinho & Silva, 2014), devido ao caráter disperso e incompleto das descrições, incorporados às incongruências taxonômicas que ainda persistem para as formas adultas de algumas espécies, além da existência de grande similaridade morfológica nos primeiros estágios de desenvolvimento das larvas, impondo limitações ao desenvolvimento dos estudos de ecologia do ictioplâncton e aos levantamentos de áreas críticas ao recrutamento (Zacardi, 2009).

Os resultados obtidos durante o ciclo hidrológico mostraram que as larvas de *T. auritus* apresentaram maior ocorrência na enchente, o mesmo também foi observado nas larvas de *Triporthesus* spp. quando comparados com os momentos da cheia, vazante e seca. A análise de variância constatou diferença significativa na densidade de larvas de *T. auritus* ( $F = 5,43$ ;  $P = 0,01$ ) e *Triporthesus* spp. ( $F = 3,598$ ;  $P = 0,026$ ) entre os períodos analisados, sendo as maiores concentrações de larvas observadas no momento de enchente com registro de 2,70 larvas/10m<sup>3</sup> de *T. auritus* e 9,70 larvas/10m<sup>3</sup> de *Triporthesus* spp.



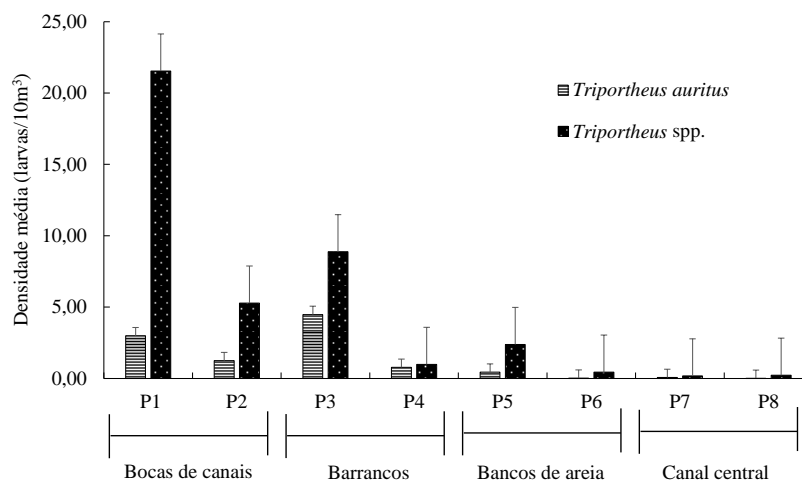
**Figura 3.** Densidade média e erro padrão de larvas de *Triporthesus* durante o ciclo hidrológico de 2011, no trecho médio do Rio Solimões, RDSM, Amazonas, Brasil.

A elevada densidade de larvas de *Triporthesus* na enchente pode estar relacionada com a estratégia reprodutiva destas espécies, já que a maioria dos Characiformes deslocam-se dos diversos lagos e tributários até a calha dos rios principais, durante o período de enchente, para efetuarem a desova (Araújo-Lima, Silva, Petry, Oliveira & Moura, 2001), pois nesse momento às condições ambientais são favoráveis ao desenvolvimento inicial do ciclo de vida destes peixes, uma vez que há formação de novos habitats e maior disponibilidade de alimentos (Munro, 1990; Humphries, King & Koehn, 1999; King, Humphries & Lake, 2003; Leite, Silva & Freitas, 2006; Mounic-Silva & Leite, 2013), sendo favoráveis ao desenvolvimento larval até a fase juvenil, o que possibilita a sobrevivência e maximiza o recrutamento biológico da espécie, suprimindo as necessidades biológicas e ecológicas da população.

Não foi constatado diferença significativa na distribuição espacial de larvas de *Triporthesus* entre os pontos de amostragem ( $F = 0,81$ ;  $P = 0,59$ ). Entretanto, as larvas não foram distribuídas uniformemente em todas as feições do rio, sendo registrado os maiores índices de densidade nas áreas de confluência dos canais de lagos com o rio (P1 e P2) e próximos aos barrancos (P3 e P4), quando comparado as outras áreas estudadas (Figura 4).

A presença acentuada das larvas de *Triporthesus* nos habitats de canal de lagos e barrancos podem estar relacionados às condições favoráveis que essas áreas oferecem ao seu desenvolvimento inicial. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira e Araújo-Lima (1998), em estudo com larvas de *Mylossoma* (Characidae), em que registraram em áreas próximas a barrancos, grande densidade de larvas no trecho baixo do Rio Solimões próximo a cidade de Manaus. Os autores justificam que os acúmulos de larvas nesses locais marginais ocorrem principalmente pela facilidade de serem transportadas para os habitats de floresta alagada e lagos de várzea.

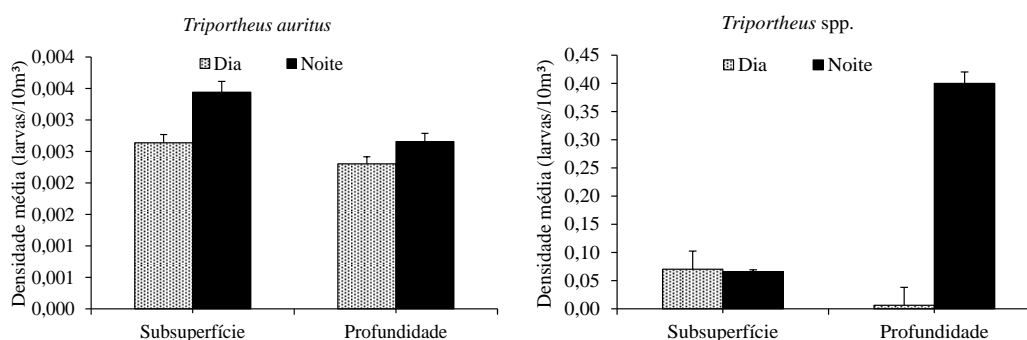
O processo de inundação das planícies, na época da enchente, favorece o carreamento das larvas que estão próximas as margens do rio, para as áreas de vegetação onde encontram alimentação e abrigo (Leite, 2000; Leite, Silva & Freitas, 2006). Dessa forma, os processos hidráulicos do rio como a direção das correntes e o pulso de inundação, estão associados às dispersões larvais e desovas, sendo responsáveis pela distribuição diferenciada das larvas nas margens.



**Figura 4.** Densidade média e erro padrão das larvas de *Triportheus* capturadas nos pontos de amostragem, ao longo do trecho médio do Rio Solimões, RDSM, Amazonas, Brasil.

Portanto, o padrão de variação na distribuição das larvas de *Triportheus* nesses habitats parece ter o resultado de um efeito conjunto de desovas próximas às áreas de confluência dos canais de lagos com o rio, e das concentrações larvais próximas às margens de erosão (barrancos), causados pelos processos hidrodinâmicos locais, como proposto por Oliveira e Araújo-Lima (1998). Constituindo uma das táticas que compõem o conjunto de estratégias reprodutivas destas espécies, demonstrando a importância destes ambientes para a conservação.

Com relação a variação circadiana e entre os estratos da coluna d'água não foi verificada diferença significativa entre a densidade de larvas ( $P > 0,05$ ). No entanto, as maiores densidades foram encontradas nas amostragens noturnas e na região subsuperficial da coluna d'água (Figura 5 A e B).



**Figura 5.** Densidade média e erro padrão das larvas de *Triportheus* capturadas na superfície e em profundidade da coluna d'água, durante amostragens diurnas e noturnas no trecho médio do Rio Solimões, RDSM, Amazonas, Brasil.

Os dados corroboram os trabalhos de Petry (1989) e Araújo-Lima, Silva, Petry, Oliveira & Moura (2001) que também não encontraram distribuição estratificada de larvas de Characiformes, durante a noite e o dia, em rios com pouca transparência como o Rio Amazonas. Entretanto, o predomínio de larvas de *Triportheus* durante a noite, sugere um comportamento migratório vertical ativo, talvez pela estratégia de evitar possíveis predadores planctófagos visuais (Baumgartner, Nakatani, Cavicchioli & Baumgartner, 1997; Bialetzki et al., 1999; Chambers & Trippel, 2001) ou de aproveitar o aumento da disponibilidade alimentar resultante da deriva de invertebrados planctônicos.

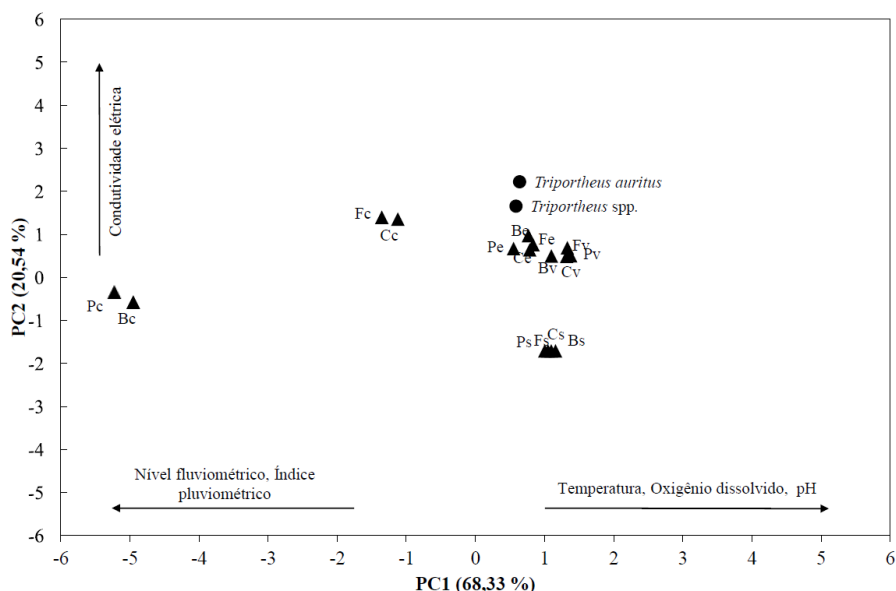
A migração diária é um comportamento importante para evitar a predação, uma vez que diminui a sobreposição espacial entre presa e predador, portanto, a migração vertical é um mecanismo de defesa contra a predação (Picapedra, Lansac-Tôha & Bialetzki, 2015), uma vez que as larvas tendem a se concentrar na superfície da coluna d'água durante o período noturno, em ambientes aquáticos tropicais de águas turvas ou não, como observado em outros trabalhos (Thayer et al., 1983; Crisp, 1991; Humphries, King & Koehn, 1999; Araújo-Lima, Silva, Petry, Oliveira & Moura, 2001; Hermes-Silva, Reynalte-Tataje & Zaniboni-Filho, 2009; Mendonça, Picapedra, Ferronato & Sanches, 2015). Contudo, vários fatores podem explicar as diferenças entre estratos na distribuição vertical de larvas. Dentre eles, estão os movimentos hidrodinâmicos do rio, os locais e habitats de desovas e o comportamento larval ativo.

Na análise de PCA os dois eixos (PC1 e PC2) explicaram 88,87% da variabilidade dos dados, sendo que o primeiro eixo PC1 representou 68,33% (autovalor: 4,10) dos dados abióticos, enquanto que o segundo eixo PC2 20,54% (autovalor: 1,23) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA), indicando as variáveis ambientais que estiveram correlacionadas com as larvas de *Triportheus*, por meio do teste de correlação de Pearson.

Variáveis ambientais	PC 1	PC 2
Nível fluviométrico	-0,767	0,632
Índice pluviométrico	-0,827	0,211
Temperatura	0,940	0,180
Oxigênio dissolvido	0,933	0,004
pH	0,945	0,126
Condutividade elétrica	0,427	0,860

Analisando a ordenação dos dados, nota-se no primeiro eixo uma tendência ao estabelecimento de um gradiente longitudinal entre as larvas de *Triportheus* com as áreas próximas as bocas de canais de lago e barrancos durante o período de enchente, correlacionados positivamente com a temperatura, oxigênio dissolvido e o pH, e negativamente com o nível fluviométrico e índice pluviométrico. Entretanto, a condutividade elétrica apresentou correlação positiva no segundo eixo (Figura 6).



**Figura 6.** Análise de PCA entre os parâmetros físico-químicos dos pontos de coletas e densidade larval de *T. auritus* e *Triportheus* spp. em áreas próximas a barrancos (B), bocas de canais de lagos (F), bancos de areia (P) e canal central do rio (C) durante os momentos de enchente (e), cheia (c), vazante (v) e seca (s).

Em geral a abundância, biomassa, riqueza e composição de peixes de água doce têm sido atribuídas principalmente a influências abióticas (Tejerina-Garro, Fortini & Rodriguez, 1998; Jackson, Peres-Neto & Olden, 2001; Araújo, Pinto & Teixeira 2009; Espirito-Santo, Magnusson, Zuanon, Mendonça & Landeiro, 2009; Silva, 2011), sendo que a condutividade elétrica, temperatura superficial da água, oxigênio dissolvido e o pH são frequentemente citados como fatores importantes da ocorrência de espécies, como observado no presente estudo.

Essa relação existente entre a distribuição do ictioplâncton e as variáveis ambientais já tem sido documentada em diversos trabalhos (Nascimento & Nakatani, 2005; Viana & Nogueira, 2008; Gogola et al., 2010; Ziober, Bialecki & Mateus, 2012; Lopes, Garcia, Reynalte-Tataje, Zaniboni-Filho & Nuñez, 2014; Zacardi & Ponte *no prelo*). Entretanto, na calha do canal principal do Rio Solimões/Amazonas parâmetros como o oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica e pH, exercem papel secundário na efetivação das desovas observadas no período de enchente, devido a suas condições estáveis de temperatura e oxigênio (Fisher, 1978; Fosberg et al., 1988). Assim, a variabilidade dos parâmetros ambientais e sua estreita relação com os primeiros estágios de vida dos *Triportheus*, sugere





que estes efeitos podem ser determinantes nos padrões espaciais e temporais da abundância de larvas destas espécies, ao longo da área estudada.

Considerando, ainda, que as associações larvas de peixes são muito dependentes da eficiência da arte de amostragem empregada, que neste caso utilizou arrastos horizontais em meia-água e região subsuperficial de apenas um trecho do rio. Dessa forma, a estrutura apresentada não é absoluta, uma vez que também pode estar influenciada pela amostragem.

## Conclusões

Existe um padrão espacial e temporal de distribuição das larvas, em função da heterogeneidade de habitats, de processos hidrodinâmicos, da influência dos fatores abióticos e do reflexo sazonal da atividade reprodutiva.

O trecho médio do Rio Solimões se caracteriza como importante região para a dispersão e retenção larval dos sítios de reprodução nas imediações da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, indicando que estes locais estão proporcionando condições favoráveis para o desenvolvimento de larvas de *Triportheus*, demonstrando a relevância da área como local de criadouro natural.

A variabilidade sazonal dos parâmetros ambientais apresenta relação com os primeiros estágios de vida dos *Triportheus*, sendo determinantes nos padrões de distribuição espacial e temporal da abundância de larvas destas espécies. Assim, os dados permitem inferir a necessidade de se preservar as condições naturais das áreas de confluência dos rios com os canais de lago e de barrancos, principalmente durante a enchente do rio, como forma de garantir a integridade destes locais, contribuir para a maximização do recrutamento e fortalecer a importância das áreas marginais para a manutenção e sustentabilidade deste recurso pesqueiro amplamente explorado na região.

## Conclusões

Existe um padrão espacial e temporal de distribuição das larvas, em função da heterogeneidade de habitats, de processos hidrodinâmicos, da influência dos fatores abióticos e do reflexo sazonal da atividade reprodutiva.

O trecho médio do Rio Solimões se caracteriza como importante região para a dispersão e retenção larval dos sítios de reprodução nas imediações da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, indicando que estes locais estão proporcionando condições favoráveis para o desenvolvimento de larvas de *Triportheus*, demonstrando a relevância da área como local de criadouro natural.

A variabilidade sazonal dos parâmetros ambientais apresenta relação com os primeiros estágios de vida dos *Triportheus*, sendo determinantes nos padrões de distribuição espacial e temporal da abundância de larvas destas espécies. Assim, os dados permitem inferir a necessidade de se preservar as condições naturais das áreas de confluência dos rios com os canais de lago e de barrancos, principalmente durante a enchente do rio, como forma de garantir a integridade destes locais, contribuir para a maximização do recrutamento e fortalecer a importância das áreas marginais para a manutenção e sustentabilidade deste recurso pesqueiro, amplamente explorado na região.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), aos responsáveis pelos Laboratórios de Biologia e Organismos Aquáticos (Labio-Ufpa) e de Ecologia do Ictioplâncton (LEI-Ufopa). A Dra. Andréa Bialecki (Nupelia) e ao Dr. Rosseval Galdino Leite (Inpa) que foram muito importantes no auxílio na identificação do material analisado. Agradecemos ainda aos assistentes de campo Jonas Oliveira Martins e Franciney Martins pelo apoio durante as amostragens, e aos funcionários do setor de operações e logística do IDSM que viabilizaram as expedições de campo no período de estudo.

## Referências

Araújo, F.G., Pinto, B.C.T. & Teixeira, T.P. (2009). Longitudinal patterns of fish assemblages in a large tropical river in southeastern Brazil: evaluating environmental influences and some concepts in river ecology. *Hydrobiologia*, 618: 89-107.





- Araújo-Lima, C.A.R.M. & Donald, E. (1988). Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amaz.*, 18: 351-358.
- Araújo-Lima, C.A.R.M. & Oliveira, E.C. (1998). Transport of larval fish in the Amazon. Brazil. *J. Fish Biol.*, 53: 297-306.
- Araújo-Lima, C.A.R.M., Silva, J.V.V., Petry, P., Oliveira, E.C. & Moura, S.M.L. (2001). Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 61(3): 357-362.
- Barthem, R.B. & Fabr e, N.N. (2004). Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. Ruffino (Ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira* (pp.17-62). Ibama/ProV rzea.
- Batista, V.S. & Petreire, M. JR. (2003). Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas state, Brazil. *Acta Amaz.*, 33(1): 53-66.
- Batista, V.S., Isaac, V.J., Fabr e, N.N., Gonzalez, J.C.A., Almeida, O.T., Rivero, S., J nior, J.N.O., Ruffino, M.L., Silva, C.O. & Saint-Paul, U. (2012). *Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avalia o integrada*. Brasília: Ibama/ProV rzea.
- Baumgartner, G., Nakatani, K. & Cavicchioli, M. (1997) Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Parana River, Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, 14, 551-563.
- Bialetzki, A., Sanches, P.V., Cavicchioli, M., Baumgartner, G., Ribeiro, R.P. & Nakatani, K. (1999). Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paran  River, between Paran  and Mato Grosso do Sul States, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 42: 53-60.
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P.V. & Baumgartner, G. (2004). Eggs and larvae of the "curvina" *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Ba ia River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *J. Plankton Res.*, 26(11): 1327-1336.
- Chambers, R.C. & Trippel, E.A. (2001). *Early life history and recruitment in fish populations*. 1st Edition. Great Britain.
- Crisp, D.T. (1991). Stream channel experiments on downstream movement of recently emerged trout, *Salmo trutta* L., and Salmon, *S. salar* L. III. Effects of developmental stage and day night upon dispersal. *J. Fish Biol.*, 39: 371-381.
- Doria, C.R.C. & Queiroz, L.J. (2008). A pesca comercial das sardinhas (*Triportheus* spp.) desembarcadas no mercado pesqueiro de Porto Velho, Rondônia (1990-2004): Produ o pesqueira e perfil geral. *Rev. Biotemas*, 21(3): 99-106.
- Espirito-Santo, H.M.V., Magnusson, W.E., Zuanon, J., Mendonça, F.P. & Landeiro, V.L. (2009). Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biol.*, 54: 536-548.
- Ferraz, P., Lima, D. & Amaral, E. (2012). *Estatística do monitoramento do desembarque pesqueiro na região de Tefé - Médio Solimões: Os primeiros 16 anos (1992-2007)*. Série Desembarque Pesqueiro. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
- Ferreira, E.J.G.; Zuanon, J.A.S. & Santos, G.M. (1998). *Peixes comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém, Pará*. Ibama, Brasília.
- Fisher, T.R. (1978). Plâncton e produ o primária em sistemas aquáticos da bacia Amazônica Central. *Acta Amaz.*, 8: 43-54.
- Forsberg, B.R., Devol, A.H., Richey, J.E., Martinelli, L.A. & Santos, H. (1988). Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 33(1): 41-56.
- Gogola, T.M., Daga, V.S., Silva, P.R.L., Sanches, P.V., Gubiani, E.A., Baumgartner, G. & Delariva, R.L. (2010). Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. *Neotrop. Ichthyol.*, 8: 341-349.
- Hermes-Silva, S., Reynalte-Tataje, D.A. & Zaniboni-Filho, E. (2009). Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the upper Uruguay river, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 52(4): 933-944.



- Jackson, D.A. (1993). Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74: 2204-2214.
- 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. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 157-170.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989). The flood pulse concept in river floodplain systems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 106: 110-127.
- Leite, R.G. (2000). *Alimentação e fontes Autotróficas de Energia de peixes no rio Solimões e suas áreas inundáveis*. [Tese de Doutorado]. Manaus (AM): Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.
- Leite, R.G., Silva, J.V.V. & Freitas, C.E. (2006). Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amaz.*, 36(4): 557-562.
- Lopes, C.A., Garcia, V., Reynalte-Tataje, D.A., Zaniboni-Filho, E. & Nuñez, A.P.O. (2014) Temporal distribution of ichthyoplankton in the Forquilha river upper Uruguay River - Brazil: Relationship with environmental factors. *Acta. Sci. Biol. Sci.*, 36: 59-65.
- Lowe-McConnell, R.H. (1999). *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp.
- McCune, B. & Mefford, M.J. (2006). PC-ORD. *Multivariate analysis of ecological data*. Glenden Beach, MjM Software Desing, Version 5.0.
- Mendonça, M.M., Picapedra, P.H.D., Ferronato, M.C. & Sanches, P.V. (2015). Diel vertical migration of predators (planktivorous fish larvae) and prey (zooplankton) in a tropical lagoon. *Iheringia, Sér. Zool.*, 105(2):174-183.
- Mounic-Silva, C.E. & Leite, R.G. (2013). Abundance of young-of-the-year migratory Characiforms in floodplain areas of the middle Solimões-Amazon River at flooding 2007/2008. *J. Appl. Ichthyol.*, 29: 118-124.
- Munro, A.D. (1990). General introduction. In: A.D. Munro, A.P. Scott & T.J. Lam (Eds.). *Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences* (pp.1-11). Press, Florida.
- Neiff, J.J. (1990). Ideas for an ecological interpretation of the Paraná. *Interciência*, 15(6): 424-441.
- Oliveira, E.C. & Araújo-Lima, C.A.R.M. (1998). Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces: Serrasalminidae) nas margens do rio Solimões. *Rev. Bras. Biol.*, 58(3): 349-358.
- Peters, R.K. (1986). The role of prediction in limnology. *Limnol. Oceanogr.*, 31(5): 1143-1159.
- Petry, P. (1989). Deriva de ictioplankton no Paranã do Rei, várzea do Careiro, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado, Inpa/FUA, Manaus.
- Picapedra, P.H.S., Lansac-Tôha, F.A. & Bialetzki, A. (2015). Diel vertical migration and spatial overlap between fish larvae and zooplankton in two tropical lakes, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 75(2): 352-361.
- Prestes, L., Soares, M.G.M., Silva, F.R. & Bittencourt, M.M. (2010). Dinâmica populacional de *Triportheus albus*, *T. angulatus* e *T. auritus* (Characiformes: Characidae) em lagos da Amazônia Central. *Biota neotrop.*, 10(3): 177-181.
- Queiroz, H.L. & Crampton, W.G.R. (1999). *Estratégias de Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá*. SCM, MCT-CNPq. Brasília.
- Tejerina-Garro, F.L.; Fortini, R. & Rodriguez, M.A. (1998). Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. *Env. Biol. Fish.*, 51: 399-410.
- Saint-Paul, L., Zuanon, J.A., Villacorta Correa, M.A., Garcia, M., Fabré, N.N., Berger, U. & Junk, W.J. (2000). Fish Communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. *Env. Biol. Fish.*, 57: 235-250.
- Silva, L.M.A. (2011). A relação entre peixes e habitat: métodos de análises. *Est. Cient.*, 1(2): 17-29.



Souza, A.S., Camargo, S.A.F. & Camargo, T.R.L. (2012). A pesca na Amazônia brasileira. In: S.A.F. Camargo & T.R.L. Camargo (Eds.). *Direito, política e manejo pesqueiro na bacia Amazônica* (pp.1-18). São Carlos: Rima Editora.

Tanaka, S. (1973). Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Papers*, 122: 33-51.

Thayer, G.W., Colby, D.R., Hjelson, M.A. & Weinstein, M.P. (1983). Estimates of Larval-Fish Abundance: Diurnal Variation and Influences of Sampling Gear and Towing Speed. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 272-279.

Viana, N.C. & Nogueira, M.G. (2008). Ichthyoplankton and limnological factors in the Cinzas River - an alternative spawning site for fishes in the middle Paranapanema River basin, Brazil. *Acta*

*Limnol. Bras.*, 20(2): 139-151.

Wilkinson, L. (2007), *Systat: the Systems for Statistics*. Version 12.0. San Jose, Software Inc.

Zacardi, D.M. (2009). Variação diária e caracterização morfológica das larvas de peixes do complexo estuarino do Rio Amazonas - PA. [Dissertação de Mestrado]. Belém (PA): Universidade Federal do Pará.

Zacardi, D.M., Ponte, S.C.S. & Silva, A.J.S. (2014). Caracterização da pesca e perfil dos pescadores artesanais de uma comunidade às margens do rio Tapajós, Pará. *Amaz. Cienc. Desenv.*, 10(19): 129-148.

Zacardi, D.M., Sobrinho, A.F. & Silva, L.M.A. (2014). Composição e distribuição de larvas de peixes de um afluente urbano na foz do Rio Amazonas, Brasil. *ActaFish*, 2(2): 1-16.

Zacardi, D.M. & Ponte, S.C.S. (2016). Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio Rio Xingu, bacia Amazônica, Brasil. *Rev. Agro. Amb. (no prelo)*.

Ziober, S.R., Bialetzki, A. & Mateus, L.A.F. (2012). Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. *Neotrop. ichthyol.*, 10(1): 123-132.