

Distribuição espacial de larvas de peixes em um reservatório tropical na bacia Araguaia-Tocantins

Suzana Carla da Silva Bittencourt¹

Adilson Leão Silva²

Diego Maia Zacardi³

Thiago Monteiro⁴

Luiza Nakayama⁵

1. Bióloga e Doutora em Ciência Animal (Universidade Federal do Pará). Professora (Secretaria de Educação do Estado do Pará, Brasil).

2. Engenheiro de Pesca (Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil).

3. Engenheiro de Pesca (Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil). Doutor em Ciência Animal (Universidade Federal do Pará). Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil.

4. Oceanógrafo (Universidade Federal do Rio Grande, Brasil).

5. Bióloga (Universidade de São Paulo). Doutora em Genética e Biologia Molecular (Universidade Federal do Pará). Professora Titular da Universidade Federal do Pará, Brasil.

*Autor para correspondência: suzybitt@yahoo.com.br

RESUMO

Grandes usinas hidrelétricas têm sido implementadas na região amazônica, ocasionando alterações nas bacias hidrográficas, devido às construções de reservatórios as quais provocam mudanças nas comunidades biológicas, com consequências diretas aos recursos pesqueiros, que são fundamentais para essa região. No entanto, apesar de sua importância ecológica e econômica, a ictiofauna em reservatórios na região Norte carece de dados biológicos básicos, principalmente relacionados às fases iniciais de seu ciclo de vida. Assim, este estudo fornece as primeiras informações sobre a ocorrência, a distribuição espacial e a abundância de larvas de peixes no reservatório de Tucuruí, no Pará, situado na bacia hidrográfica do Araguaia-Tocantins. As coletas foram realizadas em 10 estações ao longo da zona limnética à montante e à jusante do reservatório, por meio de arrastos subsuperficiais na coluna d'água, utilizando uma rede de plâncton cilíndrica com malha de 300 µm. As larvas coletadas foram triadas, contadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível. Foram capturadas 1411 larvas, cuja maioria estava em estágio de pré-flexão, distribuídas em 7 ordens, 7 famílias e 5 espécies. Houve ocorrência de larvas em todos os locais de coleta ao longo do reservatório, mas sem diferenças significativas nas densidades. O reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí apresenta, principalmente, espécies de peixes de pequeno porte e consideradas sedentárias. A distribuição das larvas de peixes é maior nos pontos situados a montante do reservatório. Algumas espécies apresentam ampla distribuição espacial, demonstrando uma estratégia de ocupação generalista. Contudo, é evidente a presença de espécies de peixes de elevada importância para a pesca na região.

Palavras chave: ictioplâncton, Tucuruí, Reservatório.

Spatio and temporal distribution of fish larvae in a tropical reservoir

ABSTRACT

Large hydroelectric plants have been implemented in the Amazon region, causing alterations in the hydrographic basins, due to the construction of reservoirs that cause changes in the biological communities with direct consequences to the fishing resources, which are fundamental for this region. However, despite of its ecological and economic importance, the ichthyofauna in reservoirs in the North region lacks basic biological data, mainly related to the initial stages of its life cycle. Thus, this study provides subsidies on the occurrence, of the spatial distribution of fish larvae in the Tucuruí reservoir, in the Pará State. The samples were collected at 10 sites along the limnetic zone upstream and downstream of the reservoir, through subsurface trawls in the water column, using a 300 µm mesh cylindrical plankton net. The collected larvae were screened, counted and identified at the lowest possible taxonomic level. A total of 1411 larvae were captured, most of which were in the preflexion stage, it was distributed in 7 orders, 7 families and 5 species. There were occurrences of larvae at all collection sites along the reservoir, but without significant differences in its densities. The reservoir of the Tucuruí presents, mainly, small fish species and considered sedentary. The distribution of fish larvae is higher at points upstream of the reservoir. Some species present a wide spatial distribution, demonstrating a generalista strategy occupation. However, the presence of fish species of great importance for fishing in the region is evident.

Keywords: Ichthyoplankton; Tucuruí; Reservoir.

Introdução

Na região Amazônica, grandes empreendimentos que visam a produção de energia elétrica têm sido implantados, resultando em um constante aumento de represamentos dos rios. Como consequência, têm sido observadas mudanças no regime hídrico dos principais cursos d'água, alterando suas condições ambientais naturais e comprometendo a biota e a reprodução dos peixes (JUNK; MELLO, 1987; MERONA et al., 2010).

Em qualquer represamento, é inevitável a ocorrência de impactos sobre a fauna aquática, que resultam em alterações na composição e abundância das espécies, com elevada proliferação de algamas e redução, ou mesmo eliminação, de outras. Em relação às comunidades de peixes, os grandes represamentos têm ocasionado severos impactos na redução dos habitats de desova e criadouros naturais (WELCOMME, 1979; AGOSTINHO et al., 2007).

A formação de reservatórios, em construções de hidrelétricas,

representa uma barreira para os peixes que necessitam alcançar as áreas a montante da barragem, para se reproduzirem. A deriva larval desses indivíduos é impedida pelo barramento e redução das correntes do rio, onde o reservatório é formado. Isso faz com que aumente o índice de mortalidade das larvas (SANTOS, 2008). Além disso, nas regiões tropicais, as alterações do nível hidrológico representam um dos maiores eventos sazonais em ambientes de água doce (LOWE-MCCONNELL, 1999), afetando o ciclo reprodutivo de muitas espécies de peixes, que está intimamente ligado à variação do nível fluviométrico (JUNK et al., 1987; VAZZOLER et al., 1997; SANTOS, 2008).

Também há uma ampla discussão acerca da importância relativa dos fatores físicos e biológicos, na definição de padrões de distribuição espacial de peixes, em ambientes lênticos (OLIVEIRA et al., 2000) como os reservatórios. Essa discussão se intensifica ainda mais, pois a importância relativa de cada fator varia amplamente entre as assembleias de cada local.

Essas informações são necessárias para a tomada de decisão em medidas de manejo, uma vez que auxiliam na identificação das áreas críticas para a conservação das espécies e na proteção dessas áreas (BAUMGARTNER et al., 2004). Entretanto, a maioria dos estudos é realizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo o Norte carente dessas informações, principalmente considerando as fases iniciais do ciclo de vida dos peixes e o efeito de reservatórios sobre sua distribuição e deriva.

A Usina Hidroelétrica de Tucuruí (UHE de Tucuruí), construída no rio Tocantins, é a maior usina hidroelétrica 100% brasileira e possui um papel de destaque no quadro socioeconômico e natural da região Norte do país. Isso em decorrência da formação de seu lago artificial, com 2.875 km², e da possível mudança no microclima local (SANCHES; FISCH, 2005).

As transformações provocadas pela barragem emergem como um dos principais fatores responsáveis pelo processo de degradação da ictiofauna local. Conseqüentemente, promovendo a fragmentação do rio Tocantins e alterando suas condições naturais (MERONA, 1986/1987; COSTA, 2003), o que proporcionou uma escassez de pescado a jusante. Por isso, a pesca foi intensificada na área, aumentando o impacto sobre o ecossistema, caracterizado pela redução tanto da quantidade quanto da qualidade das espécies de peixes capturados (SANTANA et al., 2014).

Além dos impactos ambientais, sociais e econômicos causados pelo represamento do rio Tocantins, a pesca artesanal permaneceu como importante alternativa de subsistência e geração de renda para a população local (CAMARGO; PETRERE-JÚNIOR, 2004). No entanto, apesar de sua importância ecológica e econômica, a maioria das espécies de peixes comerciais do reservatório de Tucuruí e sua área de influência carecem de dados biológicos básicos (CINTRA et al., 2013), principalmente relacionados com as fases iniciais de desenvolvimento de seu ciclo de vida. Esses dados se tornam fundamentais para ampliar o conhecimento sobre a ictiofauna local, e assim contribuir para as tomadas de decisões governamentais voltadas à sustentabilidade ambiental na área.

No entanto, referências sobre este assunto em reservatórios na região Norte ainda são inexistentes. Diante disso, este estudo objetivou-se a fornecer as primeiras informações sobre a ocorrência, a distribuição espaço-temporal e a abundância das larvas de peixes no Reservatório de Tucuruí, no estado do Pará.

Material e Métodos

Área de estudo

O reservatório da UHE de Tucuruí (Figura 1), inserido na bacia Araguaia-Tocantins, está localizado no canal principal do rio Tocantins e a 300 km ao sul da cidade de Belém. Ele ocupa uma área de aproximadamente 2.875 km², com largura máxima em torno de 40 km, estendendo-se por um trecho aproximado de 170 km, e tem um volume de 45,8 bilhões de metros cúbicos. Inicia-se a jusante da cidade de Marabá-PA e tem seus vertedouros na cidade de Tucuruí. O ambiente natural passou a ter uma nova realidade, decorrente de sua fragmentação em três ecossistemas: o reservatório (ecossistema lântico) e os trechos a jusante (ecossistemas lóticos) e a montante da barragem (ecossistemas lântico). Possui um formato dendrítico, com profundidade máxima, próxima à barragem, em torno de 75 m (SANTOS et al., 2004; SANCHES et al., 2005).

A construção do reservatório ocasionou diversos problemas ambientais e socioeconômicos. Uma das questões controversas

foi o fato de 88% da área a ser inundada não ter sido desmatada, formando os "paliteiros" (árvores mortas submersas) em regiões marginais, que servem de suporte para várias espécies de macrófitas aquáticas (FEARNSIDE, 1997). Além disso, várias ilhas com diversos tamanhos emergiram caracterizadas por uma cobertura de floresta ombrófila densa e aberta, que foram paulatinamente ocupadas por pescadores da região do Tocantins e antigos moradores da área inundada (SANTANA et al., 2014). Desde o início das atividades da UHE de Tucuruí, em 1984, a pesca tem sido praticada no reservatório e atualmente apresenta elevada importância econômica e social, especialmente para os municípios situados acima e abaixo da barragem (CINTRA et al., 2007).

Além disso, as transformações provocadas pela construção da barragem alteraram as condições naturais do rio Tocantins de modo a gerar a escassez de pescado na jusante e em decorrência disso, a pesca foi intensificada na área, aumentando o impacto sobre o ecossistema, ocasionando uma redução tanto da quantidade quanto da qualidade das espécies de peixes capturadas (MERONA 2010). A montante do reservatório, o rio corre em seu vale normal, possuindo praias ao longo de toda sua extensão e também nesta região estão localizadas as lagoas marginais que, aparentemente, são importantes locais de crescimento de várias espécies de peixes (FEARNSIDE, 2015).

A região apresenta duas estações bem definidas e características: um período chuvoso, de novembro a maio, com precipitações mensais médias atingindo 300 mm. E um período seco, de junho a novembro, com média mensal de chuvas entre 1 e 50 mm, com uma estiagem pronunciada em agosto e setembro. Por ser uma localidade próxima ao Equador, as temperaturas são altas durante o ano inteiro (médias mensais superiores a 24 °C). A pluviosidade anual é superior a 2500 mm (FISCH et al., 1990; CMB, 1999).

As coletas foram realizadas em regiões limnéticas totalizando 10 pontos georreferenciados (Tabela 1), compreendendo trechos de montante (lacustre e transição) e jusante.

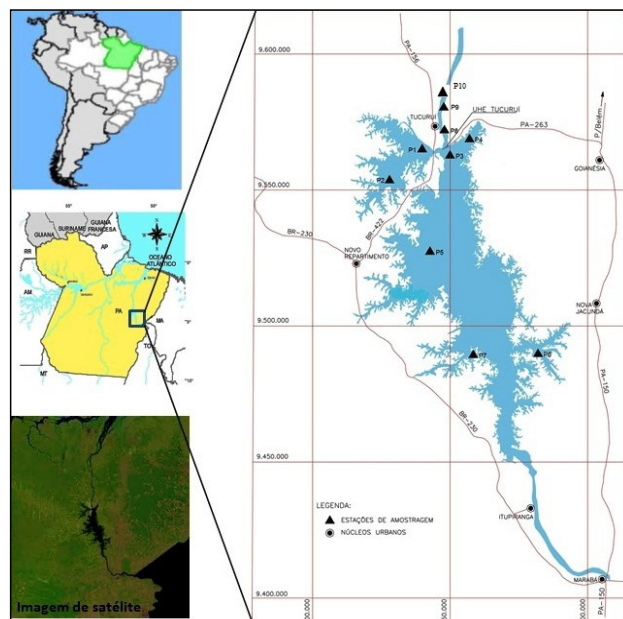


Figura 1. Localização dos pontos de coleta no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. / **Figure 1.** Location of the collection points in the Reservoir of the Tucuruí Hydroelectric Power Plant.

Tabela 1. Pontos de coleta georreferenciados na área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-PA, com as respectivas descrições. / **Table 1.** Georeferenced collection points in the area of influence of the Tucuruí Hydroelectric Plant, with respective descriptions.

PONTOS	COORDENADAS	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO
P. 01	03°55'34"S 49°48'32,8"W	Lacustre	Próximo a barragem, características lânticas, fluxo de água reduzido e com o tempo de residência menor comparado ao do reservatório, reduzida concentração de nutrientes, elevada turbidez, zona fótica pouco extensa e estratificação térmica da coluna de água.
P. 02	03°51'48"S 49°46,5' 22,5"W	Lacustre	Características lânticas, compartimento marginal, próximo da barragem, pouca influência hidrodinâmica, reduzida concentração de nutrientes.
P. 03	03°51'48,5"S 49°37'54,5"W	Lacustre	Próximo a barragem, maior profundidade, características lânticas, fluxo de água reduzido e com o tempo de residência menor comparado ao do reservatório, reduzida concentração de nutrientes, elevada turbidez, zona fótica pouco extensa e estratificação térmica da coluna de água.

Cont.

PONTOS	COORDENADAS	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO
P. 04	03°47'22,5"S 49°33'51,5"W	Lacustre	Características lênticas, pouca influência hidrodinâmica, reduzida concentração de nutrientes.
P. 05	04°21'22,8"S 49°46'11,9"W	Transição	Características lênticas, presença de praias ao longo de sua extensão e também lagoas marginais.
P. 06	04°32'55,6"S 49°27'10,2"W	Transição	Características lênticas, compartimento marginal.
P. 07	04°13'5,1"S 49°41'53"W	Transição	Características lênticas, braço do reservatório, compartimento marginal.
P. 08	03°49'53,3"S 49°38'33,6"W	Jusante	Ambiente lótico, vazante controlada, empobrecimento de nutrientes, aumento na condutividade, sólidos totais em suspensão, ferro e, especialmente, nutrientes fosfatados e amônia.
P. 09	03°48'53,1"S 49°38'35,6"W	Jusante	Ambiente lótico, a água apresenta baixo teor de oxigênio dissolvido e elevadas concentrações de nutrientes e gases dissolvidos como amônia, ácido sulfídrico, metano, ferro, manganês.
P. 10	03°44'6,9"S 49°39'65,7"W	Jusante	Ambiente lótico, a água apresenta baixo teor de oxigênio dissolvido e elevadas concentrações de nutrientes, e gases dissolvidos como amônia, ácido sulfídrico, metano, ferro, manganês.

Coleta do material biológico

As amostragens ocorreram em setembro de 2009, julho e novembro/2010 e março/2011, com um total de 40 amostras. Este espaçamento entre os anos e meses de amostragem deve-se a problemas de logística (como liberação e financiamento para a realização das coletas), não sendo possível a realização de coletas contínua de um ano.

Os organismos foram capturados com rede de plâncton cilíndrica (malha de 300 µm), equipada com fluxômetro para a obtenção do volume de água filtrada, por meio de arrastos horizontais na subsuperfície da coluna d'água, durante 5 minutos (BIALETZKI et al., 2015). As amostras foram acondicionadas em potes de polietileno de 500 ml, contendo fixador formalina 10% e transportadas para análise em laboratório.

Processamento das amostras

No laboratório, as amostras de larvas de peixes foram triadas, separando-se as larvas do plâncton total. As larvas foram quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de bibliografia especializada (como SANTOS et al., 1984; NASCIMENTO; ARAÚJO-LIMA, 2000; NAKATANI et al., 2001 e SANTOS et al., 2004), considerando as características merísticas (número de nadadeiras anal e dorsal e de miômeros) e morfológicas (pigmentação e forma do corpo).

A determinação dos estágios de desenvolvimento larval foi baseada na presença /ausência do saco vitelínico e no grau de flexão da seção terminal da notocorda e suas estruturas de suporte. Estas estruturas são facilmente observáveis e comuns para todas as larvas, e permitem uma avaliação rápida e padronizada do desenvolvimento larval, como proposto por Kendall Jr. et al. (1984) e Nakatani et al. (2001). As larvas foram classificadas em quatro estágios: Larval vitelino, que inclui as larvas que ainda apresentam saco vitelínico indicando uma alimentação endógena ou endógena/exógena; notocorda reta, sendo visível por transparência; olhos completos ou parcialmente pigmentados; abertura do ânus e da boca; corpo envolvido por uma membrana embrionária; sem presença de nadadeiras na maioria das espécies. Pré-flexão, este estágio é definido por possuir notocorda ainda reta, também sendo visível por transparência; saco vitelínico totalmente reabsorvido indicando uma alimentação puramente exógena; aparecimento dos elementos de suporte da nadadeira caudal. O estágio de Flexão é caracterizado pelo início da flexão da notocorda sendo visível por transparência, elementos de suporte da nadadeira caudal, aparecimento do botão da nadadeira pélvica e início da segmentação dos raios da nadadeira dorsal e anal; e o desaparecimento da membrana

embrionária em torno do corpo. Pós-flexão, apresenta completa flexão da notocorda; musculatura corporal bem desenvolvida resultando na perda da transparência larval. Os miômeros são todos visíveis.

O número de larvas dos *taxa* identificados em cada ponto de coleta foi padronizado para densidade de larvas por 10 m³ de água filtrada, segundo Tanaka (1973) modificado por Nakatani et al. (2001), utilizando-se a seguinte equação: $Y = (X / V) \times 10$, onde: Y = número de indivíduos por 10 m³; X = número de indivíduos capturados em cada local de coleta, por espécie ou estágio de desenvolvimento; e V = volume de água filtrada.

Foi utilizado o cálculo de constância de ocorrência, obtido pela fórmula de Bodenheimer (1938): $C = (P \times 100) / N$, onde P = número de coletas contendo o *taxa* (total de amostras) e N = número total de coletas realizadas. Quando calculado com base nos dados de distribuição por unidade de amostragem, permite avaliar o grau de ubiquidade do mesmo. Os táxons foram classificados, de acordo com os percentuais obtidos, nas seguintes categorias: constantes (presentes em mais de 50% das coletas); acessórios (entre 25 a 50%) e raros (em menos de 25% das coletas). Cabe ressaltar que a análise de constância é menos sensível às interferências metodológicas, refletindo maior proximidade com a realidade da ictiocenose local, pois utiliza o registro de frequência total de organismos (independente dos pontos de coleta) e não o número de larvas capturadas, que pode ser extremamente variável em função da metodologia utilizada.

Para verificar diferenças significativas na densidade média da distribuição espacial (pontos a montante e pontos a jusante) das larvas, aplicou-se ANOVA bifatorial considerando os pontos de amostragens como fatores. A transformação $\log_{10}(x + 1)$ foi aplicada para a normalização dos dados e estabilização das variâncias. Para avaliar as variações na densidade dos estágios de desenvolvimento foi aplicado a ANOVA unifatorial considerando os pontos como fatores independentes e cada estágio de desenvolvimento como fatores dependentes. Teste *post hoc* de Tukey foi usado para comparações pareadas.

Resultados

As amostragens realizadas no reservatório da UHE de Tucuruí resultaram na captura de 1.411 larvas, sendo representadas por 7 ordens, 7 famílias e 5 espécies. As ordens Perciformes (67,90%) e Clupeiformes (15,10%) foram as mais abundantes perfazendo juntas aproximadamente 83% do total capturado. As maiores densidades foram registradas para as espécies *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840) (pescada branca) com 2,65 larvas/10 m³, seguida da *Pellona* sp. (0,51 larvas/10 m³) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação taxonômica das larvas de peixes coletadas na região limnética do reservatório da UHE de Tucuruí-PA, durante o período de amostragem. Táxons enquadrados segundo Reis et al. (2003). / **Table 2.** Taxonomic classification of fish larvae collected in the limnetic region of the Tucuruí-PA HPP reservoir, during the sampling period. Táxons framed according to Reis et al. (2003).

Taxa	Setembro (2009)			Julho (2010)			Novembro (2010)			Março (2011)		
	N	Ar	D	N	Ar	D	N	Ar	D	N	Ar	D
CHARACIFORMES												
Hemiodontidae												
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	9	0,75	0,28				27	39	0,12	112	82,4	0,10
CLUPEIFORMES												
Pristigasteridae												
<i>Pellona</i> spp.	195	16,3	0,40	9	75	0,02				3	2,2	0,09
PERCIFORMES												
Sciaenidae												
<i>Plagioscion</i> spp.	10	0,84	0,02							1	0,7	0,01
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	941	78,8	2,32	3	25	0,01				3	2,2	0,30

Cont.

Taxa	Setembro (2009)			Julho (2010)			Novembro (2010)			Março (2011)		
	N	Ar	D	N	Ar	D	N	Ar	D	N	Ar	D
PLEURONECTIFORMES												
Achiridae	39	3,27	0,17				42	61	0,22			
SILURIFORMES												
Pimelodidae										12	8,8	0,11
TETRAODONTIFORMES												
Tetraodontidae												
<i>Colomesus asseleus</i> (Müller & Trotschel, 1848)										5	3,7	0,011

N = Número de larvas; Ar = Abundância relativa; D = Densidade média (larvas/10 m³). / N = Number of larvae; Ar = Relative abundance; D = Average density (larvae / 10 m³).

A densidade média de larvas foi de 3,43 larvas/10m³, com ocorrência em todos os pontos de coleta. A ANOVA aplicada não demonstrou diferenças significativas ($p > 0,05$) das densidades (ANOVA, $F = 0,18$; $p = 0,94$) entre os pontos de amostragem. Entretanto, quando analisada por ambiente, a densidade média foi mais elevada (Tukey; $p = 0,030$) na zona lacustre do reservatório (ponto P2, seguido do P1, P4 e P3), em relação a zona de transição do reservatório e da região a jusante (Figura 2a).

A zona lacustre contribuiu com a maior concentração de larvas capturadas (95,10%), sendo representadas principalmente pela família Sciaenidae, seguida por Pristigasteridae, Achiridae, Hemiodontidae e Tetraodontidae. A região a jusante contribuiu apenas com 1,86% das coletas e foi representada principalmente pelos Characiformes e pelos Siluriformes, sugerindo que esses grupos podem se adaptar aos mais diversos ambientes (Figura 2b).

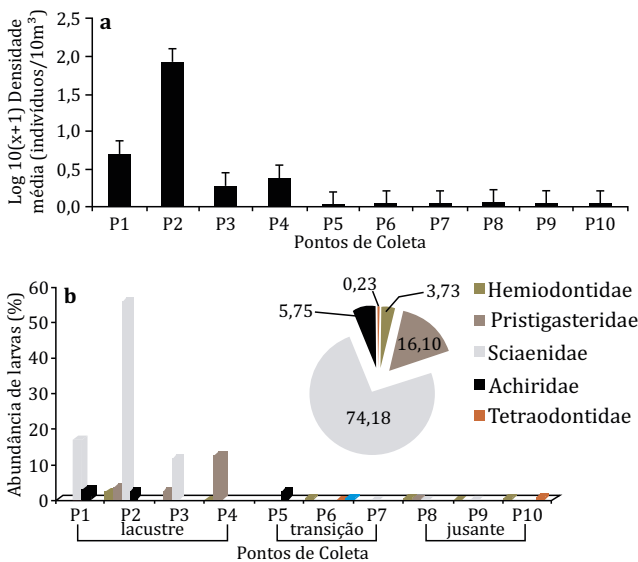


Figura 2. Densidade média e erro padrão (a) e abundância relativa (b) das larvas de peixes das famílias capturadas nos diferentes pontos de amostragem no reservatório da UHE de Tucuruí-PA. / **Figure 2.** Mean density and standard error (a) and relative abundance (b) of the fish larvae of the families captured at the different sampling points in the Tucuruí-PA HPP reservoir.

A família Sciaenidae foi a única constante ao longo do reservatório, enquanto a maioria dos demais taxa foi considerada acessória (Figura 4a).

Em relação ao desenvolvimento larval, a maioria das larvas (90%) foi coletada em estágio de pré-flexão, seguido por flexão (9%) e larval-vitelino (1%), não havendo presença de indivíduos em pós-flexão. Nos pontos P1 e P2 (lacustre) foram observadas as larvas em estágio de pré-flexão e flexão. Por outro lado, nos pontos P6 e P10 (jusante), as larvas estavam menos desenvolvidas (Figura 4b).

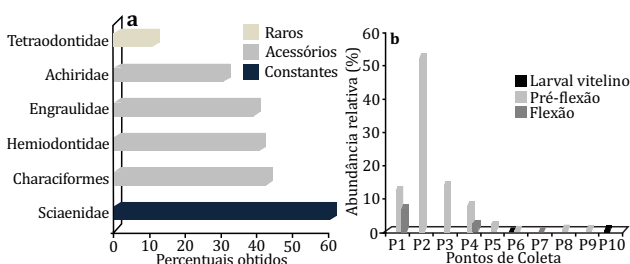


Figura 4. Constância de ocorrência dos taxa capturados e abundância relativa (%) dos diferentes estágios de desenvolvimento das larvas de peixes, no reservatório da UHE de Tucuruí-PA. / **Figure 4.** Constancy of the occurrence of the captured taxa and relative abundance (%) of the different stages of fish larvae development in the reservoir of Tucuruí-PA HPP.

Discussão

As espécies de peixes das ordens Characiformes, Clupeiformes, Perciformes, Pleuronectiformes, Siluriformes e Tetraodontiformes registradas na fase larval na UHE de Tucuruí, são características de ambientes de águas doce em regiões neotropicais e consideradas dominantes em todas as bacias sul-americanas, embora apresente variações na composição e número de espécies entre estas bacias (LOWE-MCCONNELL, 1999; AGOSTINHO et al., 2007). Estes grupos corroboram com levantamentos realizados em diferentes ambientes de reservatório (NAKATANI et al., 2005; KIPPER et al., 2011).

A baixa diversidade de larvas de peixe registrada no presente estudo, em relação à ictiofauna dos rios Araguaia-Tocantins, que antes da barragem, era representada por cerca de 300 espécies, 126 gêneros e 34 famílias, com predominância dos Characiformes, Siluriformes e Ciclídeos (SANTOS et al., 1984) e após a barragem por 217 espécies, 13 ordens e 42 famílias (SANTOS et al., 2004), está relacionada com a transformação do ecossistema lótico em lântico, devido à construção da barragem que impactou as populações aquáticas, causando diminuição do tamanho e do número de peixes de água corrente (ELETRONORTE, 2007). Além disso, Merona (1986/1987) constatou que houve alteração no regime hidrológico na jusante da UHE, pois antes da barragem a área tinha propriedades físico-químicas (oxigênio, pH, condutividade e transparência) propícias ao desenvolvimento de uma ictiofauna diversificada e abundante.

A presença de larvas de peixes em todos os pontos de coleta indica que a área estudada apresenta características favoráveis para reprodução e desenvolvimento dos primeiros estágios larvais. Entretanto, nota-se o predomínio de captura de larvas em regiões de ambientes lânticos, como nos pontos da zona lacustre (ponto P2, seguido do P1, P4 e P3), indicando a utilização destes habitats lânticos como área de desenvolvimento.

A região a montante do reservatório (zona lacustre e transição) apresenta maior profundidade e águas mais claras (SANTANA et al., 2014), propriedade oligotrófica e maior variação no tempo de residência das águas obrigando as espécies a se adaptarem ao sistema de águas paradas. Ademais, nessa região encontram-se lagoas marginais que, aparentemente, são importantes locais de crescimento de várias espécies de peixes (FEARNSIDE, 2015). Essas características podem explicar as diferenças na distribuição e densidade dos táxons entre os pontos situados na zona lacustre, com a maior concentração de larvas em relação à jusante e zona de transição.

Construções de barragens estabelecem limites à população de peixes, impedindo o acesso aos locais tradicionais de desova (SANTANA et al., 2014), o que explica a baixa densidade de larvas de peixes registradas a jusante neste estudo. A represa da UHE de Tucuruí acentuou o isolamento da zona a jusante, impedindo o deslocamento das espécies migradoras para montante do rio (MERONA et al., 2010). Isso limitou a recolonização da área a jusante por juvenis provenientes da montante, ocasionando, conforme a CMB (1999), a interrupção da rota migratória dos grandes bagres (dourada, piraíba, pirarara e barbado) e alguns caracóides (curimatã e ubarana). Além disso, contribuiu para o desaparecimento inicial de curimatã e a diminuição do estoque pesqueiro do mapará no baixo Tocantins. Juras et al. (2004) apontam a elevada mortalidade de ovos, larvas e alevinos como um dos fatores que explicam a diminuição da produção pesqueira na jusante da barragem, devido a alterações do ciclo hidrológico e a procedimentos operacionais da UHE de Tucuruí, o que compromete o recrutamento e a reposição dos estoques pesqueiros.

Dentre os táxons identificados se destacam as larvas de Sciaenidae com abundância e com frequência elevada principalmente

devido aos resultados obtidos em ambientes lênticos (pontos P1, P2 e P3 zona lacustre do reservatório). A preferência das espécies por um determinado ambiente pode estar relacionada às características próprias do local, como condições ideais para reprodução e para completar todo o seu desenvolvimento inicial. Padrões de ocupação de habitat por algumas espécies refletem a adequação de uma área para a sobrevivência da prole em termos de disponibilidade de recursos alimentares e refúgio contra a predação (ARRINGTON; WINEMILLER 2006; RICHARDSON et al., 2010), além de estar relacionado ao tipo de desenvolvimento inicial, que favorece sua dispersão na superfície (HOLLAND, 1986), como a presença de gota de óleo nos ovos, o que aumenta sua flutuabilidade (BIALETZKI et al., 2005).

A pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* foi a espécie com maior abundância relativa, frequentemente evidenciada nos estudos sobre larvas de peixes em reservatórios (KIPPER et al., 2011). A pescada encontra-se amplamente distribuída nas principais bacias hidrográficas brasileiras, especialmente na bacia amazônica onde apresenta grande importância comercial e ocorre preferencialmente em águas paradas. No trecho do rio Tocantins a montante da barragem da UHE de Tucuruí, a captura da pescada é intensamente observada, o que está provavelmente relacionada à presença dos lagos marginais (CINTRA et al., 2007; CINTRA et al., 2013), caracterizada por uma grande quantidade de macrófitas aquáticas. Delariva et al. (1994) registraram indivíduos imaturos desta espécie associados a bancos de macrófitas aquáticas, indicando possivelmente que este habitat proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento em função de oferecerem alimento abundante e grande quantidade de abrigo.

As larvas se encontravam em estágios iniciais de desenvolvimento, sendo pré-flexão o estágio mais abundante em regiões a montante do reservatório, indicando um local de deriva das larvas, desde as áreas de desova até as áreas de criação. Essa fase apresenta grande importância no sucesso do estoque pesqueiro adulto, uma vez que nela ocorre a maior taxa de mortalidade durante todo ciclo de vida dos peixes (KAMLER, 2012). Estágios mais avançados, como o de flexão, sugerem que pelo menos parte das larvas estão conseguindo se desenvolver neste ambiente, devido às características lênticas desta área.

A baixa representatividade do estágio larval vitelino ocorreu, provavelmente, por ser o estágio mais curto do período larval, dependendo da espécie, devido o rápido processo de absorção do vitelo, pois em organismos tropicais esse processo dura aproximadamente 24 horas, dependendo da espécie (RÉ, 1984). Entretanto, a presença desses três estágios ontogênicos indica áreas de desenvolvimento para as espécies de peixe. A ausência do estágio de pós-flexão pode ser atribuída, segundo Godinho et al. (2007), ao desenvolvimento deste estágio ser posterior ao trecho amostrado ou porque, nesse estágio, as larvas conseguem evitar as redes de captura.

Conclusão

O reservatório da UHE de Tucuruí apresenta principalmente espécies de peixes de pequeno porte e consideradas sedentárias. Como evidenciado pelos testes estatísticos, a distribuição das larvas de peixes é maior nos pontos situados na zona lacustre do reservatório, caracterizados por ambientes lênticos. Algumas espécies apresentam ampla distribuição espacial, mostrando, assim, uma estratégia de ocupação generalista. Em geral, o reservatório apresenta riqueza de espécies menor do que outros reservatórios amplamente estudados, entretanto, esta diferença pode estar relacionada a fatores como a quantidade e localização dos pontos de coleta, o intervalo de tempo entre as amostragens e as mesmas realizadas somente em regiões limnéticas. A identificação de indivíduos no estágio de pré-flexão é importante para gerar informações e estabelecer ações ecológicas sustentáveis para as espécies. Contudo, é evidente a presença de espécies de peixes de elevada importância para a pesca na região. Com base nesses resultados, torna-se de suma importância a continuidade dos estudos sobre os estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes, considerando ações que objetivem a identificação das larvas de peixes capturadas em diferentes ambientes de influência da UHE Tucuruí, avaliação sazonal dessa comunidade, proteção de áreas de reprodução, alimentação, criadouros de jovens.

Financiamento

Este estudo contou com o apoio financeiro do CNPq, no âmbito do Programa de Apoio aos Grupos de Excelência - PRONEX 02/2007, e das Centrais Elétricas do Norte do Brasil - Eletronorte.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiro em reservatório do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. 501 p.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; OLIVEIRA, E. C. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, v. 53, p. 297-306, 1998.
- ARRINGTON, D. A.; WINEMILLER, K. Habitat affinity, the seasonal flood pulse, and community assembly in the littoral zone of a Neotropical floodplain river. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 25, n. 1, p. 126-141, 2006.
- BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 71, n. 2, p. 115-125, 2004.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. (2005). Larval fish assemblage in the Baía River (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. *Environmental Biology of Fishes*, v. 73, p. 37-47, 2005.
- BIALETZKI, A.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; OLIVEIRA, E. C.; ZANIBONI-FILHO, E.; BAUMGARTNER, G.; MAKRAKIS, M. C.; SANCHES, P. V.; LEITE R. G.; SEVERI, S. Protocolo mínimo de amostragem do ictioplâncton de água doce para estudos de levantamento, inventário e monitoramento ambiental para implantação de empreendimentos hidrelétricos. In: BOLETIM SOCIEDADE BRASILEIRA DE ICTIOLOGIA, n. 113. 2015.
- BODENHEIMER, F. S. **Problems of animal ecology**. Oxford: University Press, 1938. 179 p.
- BRITTO, S. G. C.; CARVALHO, E. D. Ecological attributes of fish fauna the Taquaruçu reservoir, Paranapanema River (Upper Paraná, Brazil): composition and spatial distribution. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 18, p. 377-388, 2006.
- CAMARGO, S. A. F.; PETRERE-JÚNIOR, M. Análise de risco aplicada ao manejo precaucionário das pescarias artesanais na região do reservatório da UHE - Tucuruí (Pará, Brasil). *Acta Amazonica*, v. 34, n. 3, p. 473-485, 2004.
- CARVALHO, E. D.; SILVA, V. F. B. Aspectos ecológicos da ictiofauna e da produção pesqueira do reservatório de Jurumirim (Alto do rio Paranapanema, São Paulo) In: Henry, R. (Ed.). **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais (ed.)**. Botucatu: FUNDIBIO, FAPESP, 1999. p.769-800.
- CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; ANDRADE, J. A. C.; OGAWA, M. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR*, v. 7, n. 1, p. 135-152, 2007.
- CINTRA, I. H. A.; FLEXA, C. E.; SILVA, M. B.; ARAÚJO, M. V. L.; SILVA, K. C. A pesca no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, região Amazônica, Brasil: aspectos biológicos, sociais, econômicos e ambientais. *Acta Fisheries and Aquatic Resources*, v. 1, n. 1, p. 57-78, 2013.
- COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS (CMB). Estudo de caso da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil). **Relatório final**. Rio de Janeiro, 1999. 80 p.
- COSTA, G. S. **Desenvolvimento rural sustentável com base no paradigma da agroecologia: estudo sobre a região das ilhas em Cametá, Pará-Brasil**. 2003. 307 f. Dissertação (Mestrado) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - NAEA, Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém, 2003.
- DELARIVA, R.; AGOSTINHO, A. A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. Icthyofauna associated to aquatic macrophytes in the Upper Paraná River floodplain. *Revista Unimar* 3(suppl): p. 41-60. 1994.
- ELETRONORTE - Relatório Socioambiental. Centrais Elétricas do Norte do Brasil, S/A, Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.eln.gov.br> (Acessado em: 20/05/2011).
- FEARNSIDE, P. M. Greenhouse-gas emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs: The example of Brazil's Tucuruí Dam as compared to fossil fuel alternatives. *Environmental Conservation*, v. 24, n. 1, p. 64-75. 1997.
- FEARNSIDE, P. M. Impactos ambientais e sociais de barragens hidrelétricas na Amazônia brasileira: As implicações para a indústria de alumínio. p. 261-288. In: P. M. Fearnside (ed.) **HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA: IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS NA TOMADA DE DECISÕES SOBRE GRANDES OBRAS**. v. 2, p. 297. 2015.
- FISCH, G. E.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): Climatologia. *Acta Amazonica*, v. 20, p. 49-60. 1990.
- GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; MARTINEZ, C. B. Supplemental water releases for fisheries restoration in a Brazilian floodplain river: a conceptual model. *River Research and Applications*, v. 23, n. 9, p. 947-962, 2007.
- HOLLAND, L. E. Distribution of early life history of fishes in selected pools of the Upper Mississippi River. Editora do INPA. *Hydrobiology*, n. 136, p.121-130. 1986.
- JUNK, W. J.; MELLO, J. A. S. N. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica Brasileira. *Tübinger Geographische Studien*, v. 95, p. 367-385. 1987.
- JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; LUDOVINO, R. M. R. A pesca na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, v. 4, n. 1, 2004.
- KAMLER, E. Early life history of fish: an energetics approach. Springer Science & Business Media, 2012. ISBN 9401123241.
- KENDALL JR., A. W.; AHLITROM, E. H.; MOSER, H. G. Early life history stages of fishes and their characters. In: MOSER, H. G.; RICHARDS, W. J.; COHEN, D. M.; FAHAY, M. P.; KENDALL, A. W.; RICHARDSON, S. L. (Ed.). **Ontogeny and Systematics of Fish**. La Jolla (Ca): American Society of Ichthyologists and Herpetologists, p. 11-22. 1984.
- KIPPER, D.; BIALETZKI, A.; SANTIN, M. Taxonomic composition of the assemblage of fish larvae in the Rosana reservoir, Paranapanema River, Brazil. *Biota Neotropical*, v. 11, n. 1, 1676-0911, 2011.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. Lacustrine fish communities in Africa. In: VAN DENNEN, W. L. T.; MORRIS, M. J. (Ed.). **Fish and fisheries of lakes and reservoirs in southeast Asia and Africa**. Otley: Westbury publishing, 1999. p. 29-48.
- MERONA, B.; JURAS, A. A.; SANTOS, G. M.; CINTRA, I. H. A. **Os peixes e a pesca no baixo Rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí**. Brasília: Eletronorte, 2010. 218 p.
- MERONA, B. Aspectos ecológicos da ictiofauna no baixo Tocantins. *Acta Amazonica*, v. 16/17, p. 109-124, 1986/87.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, 2001, 378 p.
- NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; SANTIN, M.; BORGES, R. Z.; ASSAKAWA, L. F.; ZIOBER, S. R.; KIPPER, D.; GALUCH, A. V.; SUIBERTO, M. R. Ocorrência e abundância de larvas e juvenis de peixes em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed.). **Biocenoses em reservatórios (padrões espaciais e temporais)**. São Carlos: RiMa, 2005. p.253-268.
- NASCIMENTO, F. L.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal. *Boletim de Pesquisa*, n. 19, 2000.
- OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Distribuição de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 445-453, 2000.
- PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. *Acta Oecologica*, v. 27, p. 9-16, 2005.
- RÉ, P. **Ictioplâncton da região central da costa Portuguesa e do estuário do Tejo. Ecologia da postura e da fase planctônica de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) e de *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758)**. Tese, Universidade de Lisboa: 425pp. 1984.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J., Jr. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 729 p.
- RICHARDSON, D. E.; LLOPZ, J. K.; GUIGAND, C. M.; COWEN, R. K. Larval assemblages of large and medium-sized pelagic species in the Straits of Florida. *Oceanography*, n. 86, p. 8-20, 2010.
- SANCHES, F.; FISCH, G. F. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí-Pará. *Acta Amazonica*, v. 35, n. 1, p. 41-50, 2005.
- SANTANA, A. S.; BENTES, E. S.; HOMMA, A. K. O.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, C. M. Influência da Barragem de Tucuruí no Desempenho da Pesca Artesanal, Estado do Pará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 2, p. 249-266, 2014.
- SANTOS, G. M.; JÉGU, M.; MERONA, B. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins**. Manaus: Eletronorte/CNPq/INPA, 1984, 83 p.
- SANTOS, G. M.; MERONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Brasília: Eletronorte, 2004, 215 p.
- SANTOS, G. M. Pesca e ictiofauna no rio Madeira. In: SWITKES, G. **Águas turvas: Alertas sobre as consequências de barrar o maior afluente do Amazonas**. São Paulo: International Rivers, 2008. p. 49-71.
- TANAKA, S. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fish*, v. 122, p. 33-51, 1973.
- VAZZOLER, A. E. A. M.; LISAMA, P. M. A.; INADA, P. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto Rio Paraná**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 267-280.
- WELCOMME, R. L. **Fisheries ecology of floodplain rivers**. New York: Longman London, 1979.