



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

COMPORTAMENTO DIÁRIO DE LARVAS DE PEIXES EM AMBIENTES DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA CENTRAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

GEYKLIN CAMPOS BITTENCOURT

**Orientadora: Prof^ª Dr^ª Suzana Carla da Silva Bittencourt
(UFPA)**

Coorientadora: Prof^ª Dra. Cristiane Ferreira (UFPA)

BELÉM – PA

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**COMPORTAMENTO DIÁRIO DE LARVAS DE PEIXES EM
AMBIENTES DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por:

GEYKLIN CAMPOS BITTENCOURT

**Orientadora: Prof^a Dr^a Suzana Carla da Silva Bittencourt
(UFPA)**

Coorientadora: Prof^a Dra. Cristiane Ferreira (UFPA)

BELÉM – PA

2017

ficha



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**COMPORTAMENTO DIÁRIO DE LARVAS DE PEIXES EM
AMBIENTES DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado por:

GEYKLIN CAMPOS BITTENCOURT

Como requisito para à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Data da Aprovação: 30/06/2016

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Suzana Carla da Silva Bittencourt- Orientadora
(Dr^a em Ecologia Aquática e Aquicultura – UFPA)

Prof. Dr José Eduardo Maetinelli Filho - Membro
(Dr. em Oceanografia Biológica - UFPA)

Profa. Dra. Bianca Bentes da Silva- Membro
(Dr^a em ecologia Aquática e Pesca - UFPA)

Aos meus pais,
Que serão sempre a inspiração da minha vida.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido o dom do conhecimento, e ter me dado a paz de espírito necessária para superar obstáculos.

Aos meus pais, Germano e Katiucia sobre o ensino da mais importante disciplina, a Vida.

A Professora e Orientadora Suzana Bittencourt na elaboração deste trabalho, por ter me ingressado no campo da pesquisa científica e as lições jamais esquecidas.

À Universidade Federal do Pará e aos demais professores do Instituto de Geociências pelos ensinamentos e/ou contribuições ao meu crescimento.

A Professora Luiza Nakayanma, contagiando tudo e a todos com sua energia.

A minha namorada Lina, pela paciência e incentivo.

A todos os colegas que fiz ao longo do Curso, em especial aos amigos Thiago e Paulo pelas intermináveis horas de conversas sobre os intermináveis temas.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo
que todo mundo vê.”*

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Nos peixes, os estágios iniciais de vida são determinantes para sua sobrevivência. A estrutura da assembleia das larvas é influenciada pelo modo e local da reprodução, além de outros aspectos biológicos que influenciam a distribuição vertical de organismos aquáticos numa escala diária em diversos ambientes. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo investigar a variação das assembleias de larvas de peixes, nos períodos diurno e noturno, em momentos distintos do ciclo hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca), numa várzea da Amazônia Central, verificando a influência dos parâmetros ambientais e limnológicos. As amostras foram obtidas em coletas diurnas e noturnas na região limnética, em diferentes períodos do ciclo hidrológico, nos anos de 2010–2011 na várzea observada. As larvas de peixes obtiveram maior abundância durante a noite, contudo, as diferentes variáveis ambientais e limnológicas não apresentaram correlações significativas. Destaca-se o uso das várzeas amazônicas como áreas de berçário para inúmeras espécies de peixes, confirmado pela presença dos estágios ontogênicos iniciais em todos os momentos hidrológicos do estudo. O movimento diário das larvas foi observado durante as mudanças sazonais, assim, a variação observada explica a maioria da variabilidade, podendo ser comportamento geral e padrão de larvas de peixes em ambientes das várzeas amazônicas.

Palavra-chave: Larvas de Peixe. Várzea Amazônica. Variação diária. Ciclo hidrológico.

ABSTRACT

In fish, the early stages of life are crucial to their survival. The structure of the larva assembly is influenced by the mode and place of reproduction, as well as other biological aspects that influence the vertical distribution of aquatic organisms on a daily scale in different environments. In this context, the objective of this study was to investigate the variation of fish larvae assemblages in the diurnal and nocturnal periods at different moments of the hydrological cycle (flood, flood, ebb and dry) in a floodplain of Central Amazonia, verifying the influence. Of environmental and limnological parameters. Samples were obtained in diurnal and nocturnal collections in the limnetic region, in different periods of the hydrological cycle, in the years 2010-2011 in the várzea observed. Fish larvae were more abundant during the night, however, the different environmental and limnological variables did not present significant correlations. The use of Amazonian floodplains as nursery areas for numerous species of fish is emphasized, confirmed by the presence of the initial ontogenic stages in all the hydrological moments of the study. The daily movement of the larvae was observed during the seasonal changes, thus, the observed variation explains the majority of the variability, being the general behavior and pattern of fish larvae in environments of the Amazonian floodplains.

Keyword: Fish larvae. Amazon floodplain. Daily variation. Hydrological cycle.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPIÍGRAFE	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO GERAL	4
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	5
3.2 COLETA DE CAMPO.....	5
3.3 ANÁLISE DE LABORATÓRIO	6
3.4 ANÁLISE DOS DADOS	6
4 RESULTADOS	8
4.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS E LIMNOLÓGICAS	13
5 DISCUSSÃO	14
6 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Nos peixes, os estágios iniciais de vida são considerados como um período determinante para a sua sobrevivência (Chambers & Rippel 1997), principalmente devido as larvas terem pequeno tamanho, tornando-as vulneráveis à predação (Paradis *et al.* 1996), à inanição (Iguchi & Mizuno, 1999) e à dispersão pelas correntes (Reichard *et al.* 2002). Os estágios de desenvolvimento em que a larva se encontra pode ocasionar variações nos padrões de abundância e distribuição, uma vez que esses períodos críticos refletem altas taxas de mortalidade e vulnerabilidade das larvas (Santin *et al.*, 2004), como durante a transição do tipo de alimentação endógena para exógena (Einum & Fleming 2000).

A estrutura da assembleia de peixes é diretamente influenciada pelo modo, local, período, duração e intensidade da reprodução, além de outros aspectos biológicos, tais como a duração do período larval, as taxas de crescimento e os mecanismos de transporte (Richardson *et al.* 1980, Frank & Leggett 1993). Além disso, fatores extrínsecos são particularmente importantes no crescimento dos peixes teleósteos, os quais dependem da temperatura, do fotoperíodo e da disponibilidade de alimentos e de chuva para os processos iniciais de desenvolvimento (Taylor *et al.* 2005). Assim, a duração do período de luz ao longo do dia, pode moldar os ritmos circadianos e/ou anuais, sendo o fator, segundo Biswas and Takeuchi (2002), que apresenta maior influência sobre o biorritmo dos animais afetando a atividade de locomoção, assim como outros parâmetros fisiológicos (Navarro & Navarro 2012).

A distribuição vertical de organismos aquáticos tem sido observada em uma escala diária, sazonal e ontogenética em comunidades e espécies do zooplâncton, ictioplâncton e peixes adultos em diversos tipos de ambientes (Pearre Junior 2003, Hrbek *et al.* 2006, Wojtal-Frankiewicz *et al.* 2010), e consiste em um comportamento cíclico que responde a estímulos físicos e químicos do ambiente (Rechencq *et al.* 2011), como a concentração de oxigênio dissolvido, temperatura e luminosidade (Rowe & Chisnall 1995).

Estudos realizados em regiões e ambientes distintos a respeito da variação diária das larvas de peixes indicam uma elevada densidade durante a noite em relação ao dia (Gadomski & Barfoot 1998, Hernández *et al.* 2006) descrevendo um padrão de variação circadiana. Entretanto, em alguns casos, um padrão reverso tem sido observado,

quando os organismos são encontrados em maior abundância durante o dia e em menor quantidade durante a noite, ou apresentam uma distribuição de larvas mais uniforme durante o ciclo diário (Pavlov *et al.* 1997, De Graaf *et al.* 1999).

A distribuição vertical permite aos diferentes organismos zooplanctônicos permanecerem nas camadas mais superficiais da água durante a noite, e migrarem para as camadas profundas e mais escuras durante o dia (Bezerra-Neto & Coelho 2002, Busch & Mehner 2009), utilizando essas camadas como refúgio (Hansson *et al.* 2007). Esse padrão, pode gerar uma variação inter e intra específica, bem como sazonal e é considerado uma defesa contra a predação, no qual a presa evita partes da coluna d'água, onde a pressão de predação é elevada (Bezerra-Neto & Coelho 2007), dificultando a sobreposição espacial entre populações de presas e predadores (Williamson 1993).

As larvas de peixes desempenham um papel fundamental na estruturação da comunidade zooplanctônica devido à predação e seletividade de alimentos, que promovem mudanças na estrutura da comunidade, tanto em termos de espécies como em tamanho dos organismos. Assim, a dinâmica da deriva diária das larvas de peixes pode ser um comportamento para evitar a predação (Copp & Jurajda 1993, Zitek *et al.* 2004), uma vez que a resposta a luz entre os peixes pode ser reflexo de adaptações específicas ao ambiente, pois a luz pode variar em intensidade, qualidade e fotoperíodo (Navarro & Navarro, 2012), ou um possível comportamento de forrageio noturno, onde o estresse térmico é menor e a oferta de alimentos é maior (Hobson *et al.* 1981) ou ainda devido a pequena capacidade de natação permitindo a submersão nos períodos de baixas velocidades de correntes e a dispersão quando as velocidades aumentam (Jager 1999) e, em alguns grupos, pela inflação e deflação da bexiga natatória (Forward *et al.* 1993).

As características inerentes à cada espécie (profundidade de desova, flutuabilidade dos ovos e das larvas, estágios de desenvolvimento), suas interações biológicas (concentração e garantia de alimento, proteção contra predadores) e os fatores ambientais como intensidade luminosa (Hobson *et al.* 1981), turbidez Pavlov (1994), temperatura e duração do ciclo diário (Snyder 1983) e a hidrodinâmica local Harvey (1987), conferem às assembleias de larvas de peixes uma grande variabilidade espacial e temporal (Power 1984, Lopes *et al.* 2006).

Nas áreas de várzea amazônica, o pulso de inundação é a principal força que regula a biota Junk (1999), fazendo com que muitas espécies de peixes apresentam

respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, para sobreviver durante diferentes períodos do ciclo hidrológico Saint-Paul (1984). Essas áreas têm fundamental importância para o ciclo de vida de várias espécies de peixes (Cox-Fernandes & Petry 1991), pois são áreas sazonalmente inundadas por rios de águas brancas Junk (1989), que apresentam grande aporte de nutrientes (Sioli 1984), e funcionam como criadouros naturais, possibilitando uma alta produção de peixes (Saint-Paul *et al.* 2000) e favorecendo, conseqüentemente, importantes sistemas de pesca (Lowe-McConnel 1999).

Assim, é necessário a obtenção de informações adicionais sobre as relações das larvas de peixes com os ambientes de várzea, uma vez que a compreensão dos mecanismos de deriva larval é fundamental, para gerar subsídios a fim de aprimorar o manejo e a conservação dos recursos pesqueiros.

Neste contexto, admite-se que a ocorrência do movimento durante o ciclo circadiano das larvas de peixes planctívoras em que as densidades sejam maiores durante a noite e esse padrão sofra influência dos momentos do ciclo hidrológico, assim como uma possível relação como as variáveis físicas e químicas da água, como uma resposta adaptativa a predação.

2 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem como objetivo investigar a variação das assembleias de larvas de peixes, nos períodos diurno e noturno, em distintos momentos do ciclo hidrológico, determinando a possível influência dos parâmetros ambientais e limnológicos sobre esta variação.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a existência de uma possível variação diária na abundância e densidade das larvas de peixes;
- Verificar se existe uma possível relação entre a variação da comunidade ictioplanctônica diária e o pulso de inundação amazônico.
- Determinar os estágios de desenvolvimento em relação ao ciclo diário;
- Verificar a possível relação entre a densidade de larvas e os parâmetros ambientais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), unidade de conservação localizada na região Centro-Oeste do estado do Amazonas, delimitada pelos rios Solimões e Japurá (Figura 1). Nesta área prevalece um clima tropical úmido, com pluviosidade anual média de 2.373mm (Ayres, 1993), e uma temperatura média anual em torno de 27°C.

Os pontos de coleta foram situados em habitats de águas abertas na RDSM nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca (Figura 1).

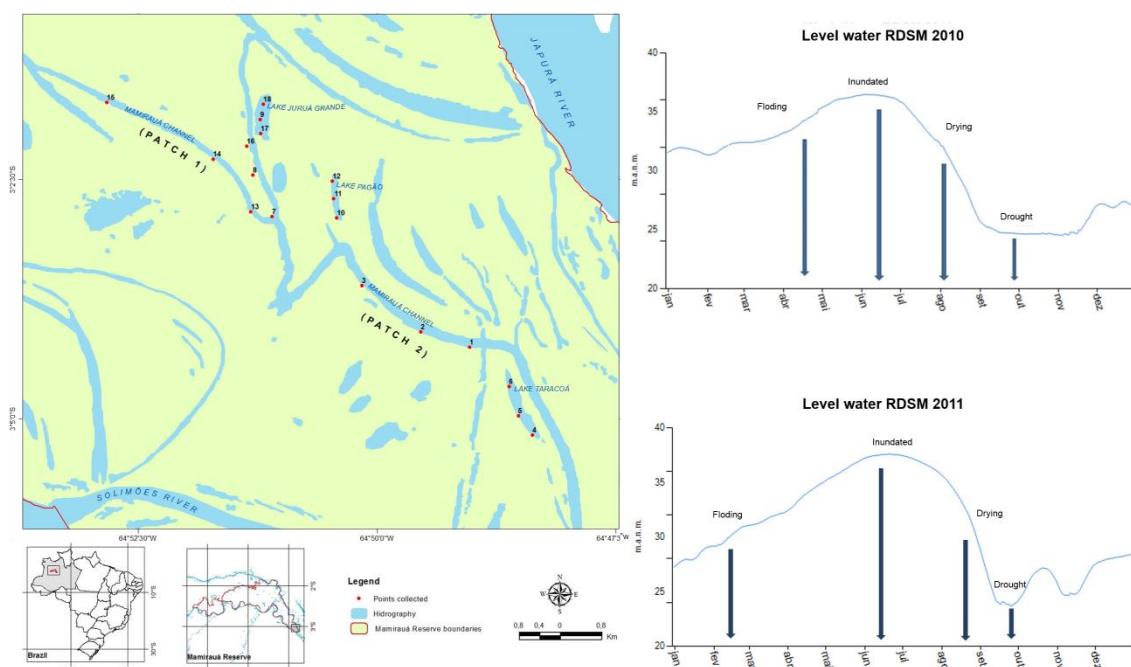


Figura 1- Localização da área de estudo destacando os momentos de coleta em relação ao nível da água na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – Amazônia Central, Brasil.

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Banco de dados fluviométrico da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

3.2 COLETA DE CAMPO

As amostras biológicas foram obtidas em coletas diurnas e noturnas (após o pôr do sol) na região limnética, nos diferentes períodos do ciclo hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca), ao longo dos anos de 2010 e 2011, por meio de arrastos horizontais, realizados com rede de plâncton cilíndrica (malha de 300 μ m), dotada de fluxômetro para registrar o volume de água filtrada. Os arrastos foram realizados por aproximadamente 5 minutos, com embarcação em velocidade baixa e constante. O

material biológico coletado foi acondicionado em potes devidamente etiquetados e fixado em formalina 10%.

Os parâmetros de qualidade da água, tais como temperatura superficial da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/l), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e potencial hidrogeniônico (pH), foram mensurados *in loco*, utilizando-se potenciômetros digitais.

Os dados de precipitação e fluviometria foram disponibilizados pelo banco de dados de monitoramento do clima e pelo banco de dados de monitoramento fluviométrico respectivamente, ambos do Instituto Mamirauá (<http://www.mamiraua.org.br/fluviometrico>).

3.3 ANÁLISE DE LABORATÓRIO

As larvas foram triadas, quantificadas e identificadas, sob microscópio estereoscópico, ao menor nível taxonômico possível, com base nas bibliografias especializadas: Lima & Donald (1988), Nascimento & Lima (1993); Lima *et al.* (1993); Lima (1994); Nascimento & Lima (2000); Nakatani *et al.* (2001); Leite *et al.* (2007); Oliveira *et al.* (2008). Aqueles indivíduos com estruturas danificadas ou em estágio muito inicial de desenvolvimento não foram passíveis de identificação. O enquadramento taxonômico das espécies capturadas segue a classificação proposta por Reis *et al.* (2003).

As larvas foram separadas de acordo com o grau de desenvolvimento, segundo Ahlstrom *et al.* (1976), modificado por Nakatani *et al.* (2001), sendo classificadas nos seguintes estágios: larval vitelínico; pré-flexão; flexão e pós-flexão, seguindo a sequência de desenvolvimento da nadadeira caudal e seus elementos como a presença de raios e estrutura da notocorda.

Para a análise quantitativa, a totalização das larvas capturadas foi padronizada para 10m³ de água filtrada, de acordo com Tanaka (1973), modificado por Nakatani *et al.* (2001).

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Para determinar se houve diferenças significativas entre as médias das densidades de larvas entre o dia e a noite e o período de amostragem, foi realizada uma ANOVA, com nível de significância de $\alpha = 0,05$. Os pressupostos de normalidade e

homocedasticidade foram avaliados usando o teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Para determinar o grau de similaridade entre as assembleias de larvas, foi feita uma análise de agrupamento com a matriz de similaridade de Bray-Curtis (Clarke & Warwick 1994). Para confirmar os agrupamentos obtidos, os dados foram submetidos a uma análise de ordenação MDS (Multi Dimensional Scaling) (VALENTIN 2000).

As diferenças significativas entre as amostras foram testadas por meio de análise de similaridade (ANOSIM - um critério), procurando observar diferenças entre as amostragens diurnas e noturnas.

Para correlacionar as variáveis bióticas e abióticas foi realizado o teste BIOENV (Biota-Environment Matching). Esta análise visou identificar quais parâmetros melhor explicam a estruturação das assembleias biológicas através do coeficiente de correlação de Spearman (ρ) (Clarke & Warwick 1994, Underwood 1997).

4 RESULTADOS

Os dados analisados demonstram um claro padrão de variação diária das larvas de peixes, sendo durante o dia registrados 18,5% (1.513) do total de larvas e as maiores capturas (81,5%, $n= 6.653$) à noite (Figura 2), apresentando um pico de densidade noturno ($21,01 \text{ larvas} \cdot 10\text{m}^{-3}$), significativamente diferente ($F_{1,06} = 4,11$; $p=0,004$) do diurno ($5,28 \text{ larvas}/10\text{m}^3$).

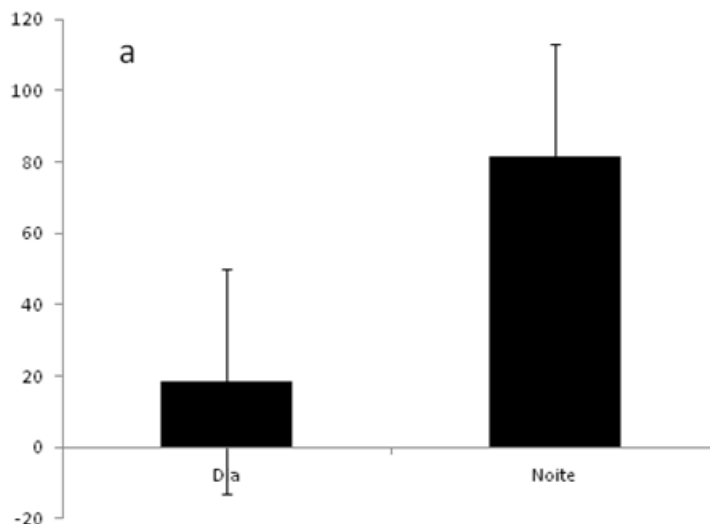


Figura 2- Abundância relativa (%) com erro padrão das larvas de peixes capturadas nos períodos diurno e noturno, na Reserva de Desenvolvimento Mamirauá.

Fonte: Bittencourt (2015).

Foram capturadas durante o período de estudo 8.166 larvas de peixes, das quais 112 não foram identificadas em razão de estarem danificadas e/ou em estágio muito inicial de desenvolvimento. As demais 98,6% ($n= 8.058$) foram classificadas em 5 ordens, 20 famílias e 40 espécies com o predomínio da ordem Characiformes, representando 48,3% (3.947 indivíduos) das larvas capturadas e com o maior número de espécies identificadas (31) (Tabela 1). Houve diferenças significativas ($\text{ANOVA}_{1,06} = 13,27$; $P= 0,0004$) em relação ao ciclo diário e o total de *taxa* identificados, com o maior número (58) registrado no período noturno.

As interações entre os momentos do ciclo hidrológico (ANOSIM , $R = 0,833$, $P < 0,001$) e o período diário (ANOSIM , $R = 0,593$, $P < 0,001$) indicaram que a enchente influenciou as capturas ao longo das coletas, registrando os maiores valores de densidade no período circadiano. Entretanto, verifica-se um padrão de variação circadiana, independentemente do momento do ciclo hidrológico, com as densidades máximas sempre ocorrendo durante o período noturno (Figura 3a).

Para algumas espécies não foi possível detectar um padrão, uma vez que as larvas foram capturadas apenas em um período do ciclo diário, como *Leporinus* sp., *Rhaphiodon vulpinus*, *Hoplias malabaricus*, *Anodus* sp., *Hypophthalmus marginatus*, *Pterygoplichthys pardalis*, *Sorubim lima* e *Pseudocetopsis* sp., que só foram detectadas na coluna d'água no momento de enchente e no período noturno. O inverso ocorreu com larvas de *Pygocentrus nattereri* e *Triportheus angulatus* registradas no período diurno. Comportamento semelhante foi detectado para as larvas de *Ctenobrycon spirulus*, *Auchenipterus* sp. e *Pimelodella* sp. registradas apenas no momento de cheia, durante o período noturno. *Hypophthalmus edentatus*, *Plagioscion* sp., *Psectrogaster* sp., *Serrasalmus* sp., *Roeboides* sp., *Hyphessobrycon* sp. e *Ctenobrycon spirulus* apresentaram comportamento noturno, mas aleatório durante todo o ciclo hidrológico (Tabela 1).

Os resultados apresentados indicam que o movimento de variação diária ocorre durante todos os momentos do ciclo hidrológico, porém, algumas espécies demonstram diferenças entre o momento de captura e o período do ciclo diário, demonstrando variação no padrão estudado. Algumas espécies (*Anodus elongatus*, *Mylossoma duriventre*, *Triportheus* sp.) apresentaram densidade significativamente maior durante a noite no momento da enchente, outras (*Triportheus auritus* e *Hypophthalmus edentatus*) foram distribuídas mais aleatoriamente.

A identificação dos estágios larvais de desenvolvimento ao longo de todo o período estudado não registrou espécimes em estágio vitelínico. A maioria das larvas capturadas encontra-se em pré-flexão (55,6%) e flexão (37,67%), com diferenças significativas em relação ao estágio de pós-flexão ($F=3,178$; $p=0,245$). À noite, a maior proporção de larvas foi no estágio de pré-flexão, quando comparadas com aquelas do período diurno ($F=2,513$; $p=0,043$) (Figura 3b). A incidência de larvas de peixes em diversos estágios de desenvolvimentos durante o ciclo diário e em diferentes épocas do momento hidrológico confirma que independente do estágio de desenvolvimento as larvas controlam sua posição na coluna d'água.

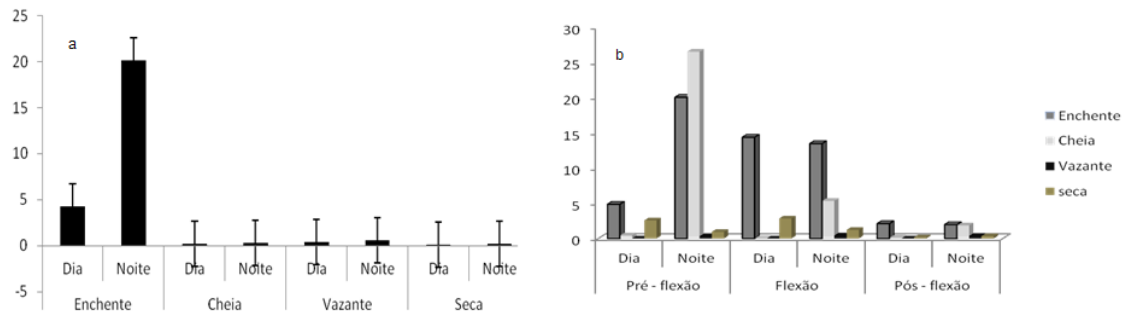


Figura 3- Densidade média (larvas. 10m⁻³) e erro padrão (a); e estágios de desenvolvimento ontogenético das larvas de peixes (b) no período diurno e noturno e em relação ao momento do ciclo hidrológico na Reserva de Desenvolvimento Mamirauá.

Fonte: Bittencourt (2015).

TABELA 1 – Composição das assembleias de larvas de peixes, durante o período amostral.

*Larvas identificadas até o nível de família; N°= número total de indivíduos, Ar= abundância relativa e D= densidade média (larvas. 10m⁻³).

Taxa	Enchente						Cheia						Vazante						Seca					
	Dia			Noite			Dia			Noite			Dia			Noite			Dia			Noite		
	N°	Ar	D	N°	Ar	D	N°	Ar	D	N°	Ar	D	N°	Ar	D	N°	Ar	D	N°	Ar	D	N°	Ar	D
CLUPEIFORMES*	43	3.53	0.224	186	3.03	0.566	11	79	0.087	1	0.88		9	3.982	0.012	2	0.557	0.001	13	25.00	0.027	58	36.25	0.056
Engraulidae**	931	76.44	2.863	776	12.66	3.479				1	0.88	0.001	25	11.06	0.037	31	8.635	0.022				1	0.625	0.001
<i>Anchoviella</i> sp.	2	0.16	0.004	6	0.10	0.003																		
Pristigasteridae**	4	0.33	0.003	14	0.23	0.156							73	32.3	0.104	41	11.42	0.030						
<i>Pellona</i> spp.	30	2.46	0.055	92	1.50	0.421				3	2.63	0.003	57	25.22	0.077	1	0.279	0.001				1	0.625	0.013
CHARACIFORMES*	3	0.25	0.019	1022	16.67	0.731				20	17.54	0.003	16	7.08	0.018	10	2.786	0.017	38	73.08	0.078	25	15.63	0.015
Acestrorhynchidae**				1	0.02	0.009																		
Anostomidae**	1	0.08	0.001	144	2.35	0.089				2	1.75	0.001				1	0.279	0.001				4	2.50	0.004
<i>Leporinus</i> sp.				1	0.02	0.002																		
Characidae**	1	0.08	0.007	14	0.23	0.042										176	49.03	0.231						
<i>Aphyocharax</i> sp.		0.00		1	0.02	0.001				1	0.88	0.001	2	0.885	0.002									
<i>Colossoma macropomum</i>	2	0.16	0.003	13	0.21	0.057																		
<i>Ctenobrycon spirulus</i>										1	0.88	0.001												
<i>Hyphessobrycon</i> sp.				14	0.23	0.006										1	0.279	0.001						
<i>Mylossoma aureum</i>	1	0.08	0.002	22	0.36	0.095																1	0.63	0.001
<i>Mylossoma duriventre</i>	47	3.86	0.245	442	7.21	1.061				5	4.39	0.001									2	1.25	0.002	
<i>Roeboides affinis</i>				36	0.59	0.179										2	0.557	0.002						
<i>Roeboides</i> sp.				1	0.02	0.001																1	0.625	0.002
<i>Pygocentrus nattereri</i>	1	0.08	5E-04																					
<i>Serrasalmus</i> sp.				11	0.18	0.014				2	1.75	0.001												
<i>Triportheus albus</i>				3	0.05	0.002																		
<i>Triportheus angulatus</i>	1	0.08	5E-04																					
<i>Triportheus auritus</i>	6	0.49	0.021	22	0.36	0.115				3	2.63	0.001	29	12.83	0.023	22	6.128	0.040						
<i>Triportheus</i> sp.	58	4.76	0.135	351	5.73	0.828				4	3.51	0.002	1	0.442	0.001	8	2.228	0.023						
Cynodontidae																								
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>				19	0.31	0.016																		
Curimatidae**	4	0.33	0.006	409	6.67	0.591										14	3.9	0.013						
<i>Potamorhina altamazonica</i>	2	0.16	0.003	198	3.23	0.235																		
<i>Potamorhina latior</i>	2	0.16	0.004	215	3.51	0.248				3	2.63	0.112												
<i>Psectrogaster amazônica</i>	2	0.16	0.001	345	5.63	0.241				1	0.88	0.001									4	2.50	0.003	
<i>Psectrogaster</i> sp.				13	0.21	0.007				1	0.88	0.001												
Erythrinidae**	6	0.49	0.065																					
<i>Hoplias malabaricus</i>				5	0.08	0.003																		
Hemiodontidae**	15	1.23	0.031	351	5.73	1.386										2	0.557	0.001				23	14.38	0.022

4.2 VARIÁVEIS AMBIENTAIS E LIMNOLÓGICAS

As diferentes variáveis ambientais e limnológicas não apresentaram correlações significativas (BIOENV, $r= 0,035$), com as densidades de larvas durante o ciclo diário. As correlações não significativas mostraram que estas variáveis não podem ter influenciado diretamente no comportamento de variação diária das larvas, durante o período em análise. Outros fatores, como o efeito da predação, obtenção de recursos alimentares e luz, dentre outros, podem ser considerados mais importante neste ambiente, influenciando o comportamento diário das larvas, uma vez que durante as amostragens não houve grandes variações dos fatores abióticos nas coletas diurna e noturna.

5 DISCUSSÃO

Houve o predomínio de Characiformes (englobando grande número de espécies forrageiras e de pequeno porte, como a maioria dos membros da família Characidae) sendo que esta ordem ocorre em todas as bacias sul-americanas e apesar disso, a composição e o número de espécies variam consideravelmente entre estas bacias (Agostinho *et al.* 2007). Essa prevalência já havia sido observada por Lima & Oliveira (1998) no rio Solimões/Amazonas, mas no rio Negro, de acordo com Lima *et al.* (2001), essa ordem contribuiu com baixa abundância.

Os estudos sobre distribuição vertical, relacionados com a comunidade ictioplanctônica se concentram em grandes rios (Reeves & Gallat 2010) e pequenos riachos (Johnson & Mckenna 2007). Nas áreas de várzeas da Amazônia Central, as larvas de peixes ocorrem em maior abundância na superfície da coluna d'água durante a noite em números mais baixos durante o dia, evidenciando movimento circadiano. Esse fenômeno é bastante estudado em ambientes marinhos e de água doce, como a maioria dos estudos realizados com invertebrados planctônicos (Moreira 1976, Bezerra-Neto & Coelho 2002, Peticarrari *et al.* 2004, Krumme 2004, Ghidini & Silva 2011).

Portanto, apesar de sua natureza planctônica, larvas de peixes podem controlar a sua posição vertical na coluna d'água, fazendo com que a migração vertical desempenhe um papel importante na sua sobrevivência, permitindo que ocupem áreas favoráveis (Medina *et al.* 2008, Tamaki *et al.* 2010) com menor risco de predação e maior disponibilidade de alimentos.

Os resultados aqui apresentados estão de acordo com Oliveira (2003) que demonstraram que em ambientes de águas ácidas como o Rio Negro, considerado de baixa produtividade, ocorrem movimentos em ciclos diários das larvas de peixes, com abundância significativamente maior durante a noite; assim como observado para os mais variados ecossistemas em diversas partes do mundo (Carter *et al.* 1986, Crisp 1991, Baumgartner *et al.* 1997, Bialetzki *et al.* 1999, Gadomski & Barfoot 1998, Reichard *et al.* 2002).

Contudo, para outras áreas de várzeas da região Amazônica, os resultados aqui apresentados estão em contraste com os poucos levantamentos realizados a respeito do assunto (Lima *et al.* 2001, Petry 1989), nos quais não foram evidenciadas diferenças significativas na abundância de larvas no período circadiano.

Diversos mecanismos têm sido propostos para explicar o movimento de distribuição vertical diária. Segundo Busch & Mehner (2009), este fenômeno responde diretamente a fatores bióticos e abióticos como: a otimização de obtenção de recursos, adaptações anti-predatórias, vantagens metabólicas, iluminação (Pavlov 1994, Scheuerell & Schindler 2004).

De acordo com Leiby (1986), as variações de densidades de larvas de peixes durante o ciclo diário podem ser causadas por diferentes estratégias adaptativas, consistindo em sua maioria na submersão das larvas durante o dia e emersão na coluna d'água durante a noite, período em que o risco de predação e o estresse térmico próximo à superfície é menor e a oferta de alimentos é maior. Assim, como citado também por Armstrong & Brown (1983), Copp & Jurajda (1993), Baumgartner *et al.* (2004), Zitek *et al.* (2004) que sugerem um possível comportamento de forrageio noturno, característico em ambientes de águas rasas e em áreas marginais, conferindo as larvas de peixes maior proteção.

Essa tendência também foi observada em peixes adultos, como por Copp *et al.* (2005), cujo estudo revelou maior densidades e frequência de espécimes de peixe durante a noite. Resultados semelhantes foram encontrados por Kubecka e Duncan (1998), com as maiores densidades e biomassa no litoral durante a noite, refletindo o movimento noturno dos peixes.

Esses processos geralmente estão relacionados à migração vertical do zooplâncton (Zaret 1984), pois eles representam a principal fonte de alimento para larvas e juvenis de peixes (Leite 2004). A distribuição noturna de alguns *taxa* componentes do zooplâncton foi observada no Lago Tupé (Amazônia) e em geral ela é induzida por mudanças na luminosidade solar (Previattelli & Darwich 2005).

A presença de luz em um ambiente pode variar em termos de quantidade, espectro e duração; para acompanhar essas variações de luminosidade, os peixes apresentam uma diversidade de respostas que podem ser reflexos de adaptações específicas ao seu ambiente (Falcón *et al.* 2010). O nível de luz influencia as habilidades visuais, tanto da presa quanto do predador, e é um determinante ambiental que pode alterar as decisões alimentares da presa (Lima & Dill, 1989). Para Reichard *et al.* (2002) maiores concentrações de larvas durante o período noturno, é um comportamento ativo impulsionado pela intensidade da luz.

Em outros ambientes, no entanto, a relação entre o período diário e a distribuição de larvas de peixes pode não ser evidente, considerando áreas de grande vazão e elevado índice de turbidez Harvey (1987), Reeves & Galat (2010) e Pavlov *et al.* (1997) observaram que em ambientes com elevada turbidez, as variações diárias na iluminação não afetaram o padrão de distribuição vertical de larvas de Cypriniformes.

Em algumas regiões da Amazônia esse fator pode ser irrelevante (Lima *et al.* 2001) e alguns organismos apresentam comportamento diferente do esperado, provavelmente por influência de outros fatores como a disponibilidade do alimento e a estratificação térmica e de oxigênio (Previattelli & Darwich, 2005).

A reprodução dos peixes (assim como a sobrevivência e o crescimento de suas larvas) é estritamente dependente de alimentos disponíveis no ambiente (Cushing 1990), assim, muitas espécies apresentam dietas distintas ocasionadas por variações ontogenéticas durante os primeiros estágios de vida (Abelha *et al.* 2001). Em virtude disso, as alterações morfológicas como a capacidade locomotora e as habilidades sensoriais (Wootton 1999, Abelha *et al.* 2001) são fatores que induzem o indivíduo a explorar recursos alimentares de diferentes tamanhos e locais, com quantidades nutricionais adequadas para cada fase de desenvolvimento (Winemiller 1989, Wootton 1999). O tamanho corporal do peixe e da sua boca, assim como a capacidade de deslocamento habilitam os peixes a explorarem áreas de forrageio mais extensas e desta forma ampliando o seu número de presas potenciais (Werner 1974).

A interação presa-predador é fortemente influenciada pela distribuição espacial das presas e do predador, assim a dispersão durante o ciclo diário, pode ser um mecanismo eficaz para minimizar o risco de predação por predadores táteis e visuais (Williamson 1993). Entretanto, Araújo-Lima *et al.* (2001) afirma que a deriva noturna oferece proteção limitada contra a predação na Amazônia, devido à baixa penetração de luz durante o dia (Forsberg *et al.* 1988, Engle & Melack 1993). Petry (1989) também não encontrou distribuição estratificada de larvas de Characiformes durante amostragens diurnas e noturnas, no rio Amazonas.

Os movimentos diários das larvas de peixes são observados mesmo durante as mudanças sazonais, e ocorrem principalmente em função da enchente, período em que o número de larvas capturadas aumenta demonstrando maior atividade reprodutiva de algumas espécies na bacia Amazônica (Winemiller 1989). Essa relação é válida principalmente para espécies que apresentam período de maturação relativamente curto

e desova sincrônica com início da enchente, associada à migração de cardumes para locais apropriados ao desenvolvimento dos ovos e larvas (Isaac *et al.* 1993, Mota & Ruffino 1997).

Embora o número de espécies e de densidade de larvas de peixes modifique entre os momentos do ciclo hidrológico, a variação em relação ao ciclo diário permanece, com maiores densidades durante a noite. Portanto, o movimento diário observado explica a maior parte da variabilidade e pode ser considerado como comportamento geral e padrão de larvas de peixes em ambientes de várzea.

Muitas espécies possuem especializações morfológicas para ambientes com pouca luz, como os Gymnotiformes que localizam presas usando órgãos eletrosensoriais (Maciver *et al.* 2001) e os Siluriformes que dependem de estímulos táteis e químicos durante o forrageamento (Pohlmann *et al.*, 2001), sendo comuns em assembleia noturna. Entretanto, outros grupos como os Perciformes e Characiformes são característicos das assembleias diurnas, devido evitarem a predação por bagres. Porém; este padrão não foi observado para os Characiformes amostrados nesta pesquisa.

A alta proporção de larvas em estágio inicial de desenvolvimento sugere que as larvas de peixes conseguem evitar a deriva (Kennedy & Vinyard 1997). Embora as limitações físicas das larvas de peixes em relação aos movimentos sejam conhecidas (Osse & Van Den Boogaart 2000) mesmo sob distintas condições ambientais (Herbing 2002), existem mecanismos que permitem evitar as correntes diurnas e reconhecer e responder às correntes noturnas.

No entanto, a relação entre hora do dia e à deriva larval de peixes pode não ser evidente durante períodos de águas altas ou em sistemas de rios com grandes profundidades e com elevado níveis de turbidez (Harvey 1987, Reeves & Galat 2010).

Embora muitos estudos sobre larvas de peixes na Amazônia (Petry 1989, Lima & Oliveira 1998, Oliveira e Lima 1998, Oliveira 2000) se concentrem nos rios Solimões e Amazonas, pouco se sabe sobre a ecologia e migração diária das larvas de peixes em ambientes de várzea. Portanto, a falta de informações representa uma grande lacuna de conhecimento em peixes de água doce, dificultando comparações.

O período noturno apresentou um maior número de larvas e *taxa* que não estavam presentes nas amostras diurnas, fortalecendo a hipótese de deriva diária, mostrando haver um ciclo circadiano bastante evidente, revelando que as amostragens diurnas subestimam os parâmetros ictioplantônicos para diversas espécies.

A relação das variáveis ambientais e limnológicas na distribuição das larvas de peixes tem sido demonstrada em muitos trabalhos (Nakatani *et al.* 2001, Sanches 2002). Assim, como em lagos de várzea, na Amazônia Central, a variação diária está relacionada às condições físico-químicas da água (Brandorff 1977, Brandorff e Andrade 1978;). Entretanto, o presente trabalho não demonstrou relação com as densidades de larvas durante o ciclo diário, possivelmente devido a variáveis ambientais e limnológicas não apresentarem grandes variações nas coletas diurnas e noturnas.

6 CONCLUSÃO

Os presentes dados além de serem os primeiros para ambientes de várzea da Amazônia, verifica-se que na região, a distribuição vertical das larvas de peixes, segue um só padrão nas diferentes épocas do ciclo hidrológico, onde as larvas de peixes ocorreram em maior abundância na superfície da coluna d'água durante a noite e em números mais baixos durante o dia.

Embora o número de espécies e de densidade larval de peixes modifique entre os momentos do ciclo hidrológico, a variação em relação ao ciclo diário, permanece evidente. Assim, a variação diária observada explica a maior parte da variabilidade e pode ser considerado como comportamento geral e padrão de larvas de peixes em ambientes de várzea amazônicos.

Porém as diferentes variáveis ambientais e limnológicas não apresentaram correlações significativas, outros fatores, podem influenciar o comportamento diário das larvas, uma vez que durante as amostragens não houve grandes variações dos fatores abióticos.

Destaca-se o uso das várzeas amazônicas como áreas de berçário e criação para inúmeras espécies de peixe, confirmado pela presença dos estágios ontogênicos iniciais em todos os momentos do estudo.

Estes fatos são básicos para futuros planejamentos de estudos de distribuição e ecologia das larvas de peixes em ambientes de várzea.

REFERÊNCIAS

- Abelha M.C., Agostinho A.A., Goulart E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum.*, **23**(2): 425-434.
- Aceves M.G., Saldierna M.,R. 2008. Vertical structure of larval fish assemblages during diel cycles in summer and winter in the southern part of Bahía de La Paz, México. *Estuarine Coastal and Shelf Science.*, **76**: 889-901.
- Agostinho A.A., Gomes L.C., Pelicice F.M. 2007. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá, Eduem, 501p.
- Ahlstrom E.H., Moser H.G. 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. *Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes. Pech. Marit.* **40**(3): p. 285-402.
- Araújo L.C.A.R.M. 1994. Egg size and larval development in Central Amazonian fish. *Journal of Fish Biology.* **44** (Supplement A): 371-389.
- Araújo L.C.A.R.M., Donald E. 1988. Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazonica.* **18**(1-2): 351-358.
- Araújo L.C.A.R.M., Kirovsky A.L., Marca A.G. (1993). As Larvas dos Pacus, *Mylossoma* spp. (Teleostei: Characidae), da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Biologia*, **53**: 591-600.
- Araújo L.C.A.R.M., Oliveira E.C. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, **53**: 297-306.
- Araújo L.C.A.R.M., Silva V.V., Petry P., Oliveira E.C., Moura S.M.L. 2001. Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and rio Negro. *Brazilian Journal of Biology*, **61**(3): 357-362.
- Armstrong M.L., Brown A.V. 1983. Diel drift and feeding of channel catfish alevin in the Illinois River. Arkansas. *Transactions of the American Fisheries Society*, **112**: 302-307.
- Ayres J.M. 1993. *As matas de várzea do Mamirauá, médio rio Solimões*. Rio de Janeiro, RJ, *CNPq/PTU, SCM*. 120p.
- Baumgartner G., Nakatani K., Cavicchioli M.S.T. 1997. Some aspects of the ecology of fishes larvae in the floodplain of the high Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia.* **14**: 551-563.
- Baumgartner G., Nakatani K., Gomes L.C., Bialezki A., Sanches P.V., Makrakis M.C. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*. Inglaterra, **71**: 115 – 125.
- Bezerra Neto J.F., Coelho R.M.P. 2002. Migração vertical das larvas de *Chaoborus brasiliensis* (Theobald 1901) (Diptera, Chaoboridae) em um reservatório tropical:

Lagoa do Nado, Belo Horizonte, estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum*, Maringá, **24** (2): 329-336.

Bezerra Neto J.F., Coelho R.M.P. 2007. Diel vertical migration of the copepod *Thermocyclops inversus* (Kiefer, 1936) in a tropical reservoir: the role of oxygen and the spatial overlap with *Chaoborus*. *Aquatic ecology Journal*, **41** (4): 535-545.

Bialetzki A., Sanches P.V., Cavicchioli M., Baungartner G., Ribeiro R.P., Nakatani K. 1999. Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paraná, between Paraná and Mato grosso do Sul states, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. **42**(1): 53-60.

Biswas A.K., Takeuchi T. (2002). Effects of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus*: part II. *Fisheries Science*. **68**, p. 543-553.

Brandorff G.O., Andrade E.R. (1978). The relationship between the water level of the Amazon River and fate of the zooplankton population in Lago Jacaretinga, a Várzea lake in Central Amazon. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. **13**(2): 63-70.

Brandorff, G.O. (1977). *Untersuchungen zur Populations-Dynamik des Crustace en planktons in tropischen Lago Castanho, Amazonas, Brasilien*. Unpublished Ph.D. Thesis, Universität Kiel, Germany, 188p.

Busch S., Mehner T. 2009. Hydroacoustic estimates of fish population depths and densities at increasingly longer time scales. *International Review of Hydrobiology*. **94**: 91–102.

Carter J.G., Lamarra V.A., Ryel R.J. 1986. Drift of larval fishes in the upper Colorado River. *Journal of Freshwater Ecology*. **3**: 567–577.

Chambers R.C., Trippel E.A. 1997. *Early life history and recruitment in fish populations*. London: Chapman and Hall, 194p.

Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. *Change in marine communities: Na approach to statistical analysis and interpretation*. UK: Natural Environment Research Council, 144p.

Copp G.H., Jurajda P. 1993. Do small fish move inshore at night? *Journal of fish Biolog.* **43** (Suppl. A): 229

Copp G.H., Spathari S., Turmel M. 2005. Consistency of diel behaviour and interactions of stream fishes and invertebrates during summer. *River Research and Applications*. **21**: 75–90.

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. *Journal of Fish Biology*. **39**: 371-381.

- Cushing D.H. 1990. Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Advances in Marine Biology*. **26**: 249 – 293.
- De Graaf G.J., Born A.F., Uddin A.M.K., Huda S. 1999. Larval fish movement in the river Lohajang, Tangail, Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology*. **6**:109-20.
- Einum S., Fleming I.A. 2000. Selection against late emergence and small offspring in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Evolution*. **54**: 62-639.
- Engle D.L., Melack J.M. 1993. Consequences of riverine flooding for the seston and periphyton of floating meadows in an Amazon floodplain lake. *Limnology and Oceanography* **38**: 1500-1520.
- Falcón J., Migaud H. 2010. Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology*. **165**: 469–482.
- Fernandes C.C., Petry P. 1991. *A importância da várzea no ciclo de vida de peixes migradores na Amazônia central*. in: Vai, A.L., Figliuolo, R. ; Feldberg, E. (eds) – Bases Científicas para Estratégias de Desenvolvimento da Amazônia: *Fatos e Perspectivas*, p. 315- 320.
- Forsberg B.R., Devol A.H., Richey J.E., Martinelli L.A., dos Santo H. (1988). Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography*. **33**: 41–56.
- Forward R.B., McKelvey L.M., Hettler W.F., Hoss D.E. 1993. Swimbladder inflation in the Atlantic menhaden, *Brevoortia tyrannus*. *Fishery Bulletin*. **91**: 254-259.
- Frank K.T., Leggett. W.C. 1993. Multispecies larval fish associations: accident or adaptation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **40**: 754–762.
- Frankiewicz A.W., Frankiewicz P., Jurczak T., Grennan J., McCarthy TK. (2010). Comparison of fish and phantom midge influence on cladocerans diel vertical migration in a dual basin lake. *Aquatic Ecology*. **44**: 243-254.
- Gadomski D.M., Barfoot C.A. 1998. Diel and distributional abundance patterns of fish embryos and larvae in the lower Columbia and Deschutes rivers. *Environmental Biology of fishes*. **51**: 353-368.
- Ghidini A.R., Santos Silva E.M. 2011. Composition, species richness and patterns of nycthemeral vertical distribution of planktonic cladocerans in a black water Amazonian lake. *Nauplius*. **19**:109-122.
- Hansson, L.A., Nicolle A. 2007. Consequences of fish predation, migration and juvenile ontogeny on zooplankton spring dynamics. *Limnology and Oceanography*. **52**: 696–706.

- Harvey B.C. 1987. Susceptibility of young-of-the-year fishes to downstream displacement by flooding. *Transactions of the American Fisheries Society*. **116**: 851-855.
- Hernández U.R., Zenil J.V., García F.Z. 2006. Ichthyoplankton composition and abundance during dry season at the Tampamachoco Lagoon, Veracruz, México. *Revista Agrícola*. **6** (1): 138-149.
- Hobson E.S., McFarland W.N., Chess J.R. 1981. Crepuscular and nocturnal activities of Californian nearshore fishes, with consideration of their scotopic visual pigments and the photic environment. *Fishery Bulletin*. **79**: 1
- Hrbek T., Seckinger S.J., Meyer A. 2006. A phylogenetic and biogeographical perspective on the evolution of poeciliid fishes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **43**(3): 986-998.
- Hunt von Herbing I. 2002. Effects of temperature on larval fish swimming performance: the importance of physics to physiology. *Journal of Fish Biology*. **61**: 865– 876
Hydrobiol. Suppl, **115**: 261-280.
- Iguchi K., Mizuno N. 1999. Early starvation limits survival in amphidromous fishes. *Journal of Fish Biology*. **54**: 705–712.
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Banco de dados fluviométrico da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Disponível em: <<http://mamiraua.org.br/fluviometrico/>>. Acessado em 12/06/2016.
- Isaac V., Rocha J., Mota S. 1993. *Considerações sobre a legislação da 'piracema' e outras restrições da pesca na região do médio Amazonas*. Em Furtado, L.; Leitão W., Mello F. (eds.). Povos das Águas – realidade e perspectivas na Amazônia. Belém, MCT/CNPq/ MPEG, p. 211-292.
- Jager Z. 1999. Selective tidal stream transport of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems Estuary). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **49**: 347-362.
- Johnson J.H., McKenna J.E. Jr. 2007. Diel periodicity of drift of larval fishes in tributaries of Lake Ontario. *Journal of Freshwater Ecology*. **22**: 347–350.
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*. **106**: 110–127p
- Junk W.J. 1999 . The flood pulse concept of large rivers: learning from the tropics. *Arch. Hydrobiol*. **11**: 261 – 280.
- Kennedy T.B., Vinyard G.L. 1997. Drift ecology of western catostomid larvae with emphasis on Warner suckers, *Catostomus warnerensis* (Teleostei). *Environmental Biology of Fishes*. **49**:187–195.

- Krumme U., Saint-Paul U., ROSENTHAL H. 2004. Tidal and diel changes in the structure of a nekton assemblage in small intertidal mangrove creeks in northern Brazil. *Aquatic Living Resources*. **17**: 215-229.
- Kubecka J., Duncan A. 1998. Acoustic size vs. real size relationships for common species of riverine fish. *Fisheries Research*. **35**: 115–125.
- Leiby M.M. (1986). Life history and ecology of pelagic fish eggs and larvae. In: *Marine Plankton Life Cycle Strategies*. Steidinger K. A., Walker L. M., editors. Boca Raton, FL: CRC Press Inc, p. 121-140.
- Leite R.G. 2004. A alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Pisces, Characidae), em áreas inundadas da Ilha de Marchantaria, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. **34**: 661-664.
- Leite R.G., Canas C., Forsberg B., Barthem R., Goulding M. 2007. *Larvas dos Grandes Lagos Migradores*. INPA/ACCA. Lima, Peru, 127p.
- Lima S., Dill L.M. 1989. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*. **68**: 619-640.
- Lopes R.M., Katsuragawa M., Dias J.F., Montú M.A., Muelbert J.H. (2006). Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina*. **70**:189-202.
- Lowe-McConnell R.H. 1999. *Peixes da Bacia Amazônica*. In: *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: EDUSP, 534p.
- Maciver M.A., Sharabash N.M., Nelson M.E. 2001. Preycapture behavior in gymnotid electric fish: motion analysis and effects of water conductivity. *Journal of Experimental Biology*, Cambridge. **204**:543-557.
- Moreira G.S. 1976. Sobre a migração vertical diária do plâncton ao largo de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim. Instituto. Oceanográfico. São Paulo*, **25**: 55-76.
- Mota S.Q., Ruffino L.M. 1997. Biologia e pesca do curimatá (*Prochilodus nigricans* agassiz, 1829) (*Prochilodontidae*) no médio Amazonas. *UNIMAR*. **19** (2): 493-508.
- Nakatani K., Agostinho A.A., Baumgartner G., Bialezki 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. Paraná. 378p.
- Nascimento F.L., Lima C.A.R.M.A. 1993. Descrição das larvas de *Psectrogaster amazonica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazônia Central. *Acta Amazonica*. **23**: 457– 472.
- Nascimento FL, Araújo-Lima CARM 2000. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá: *Embrapa Pantanal*. Disponível em <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes>>.

Navarro F.K.S.P., Navarro R.D. 2012. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. Belo Horizonte. **36**: 94-99.

Oliveira E.C. 2000. Distribuição sazonal das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Osteichthyes: Serrasalminidae) na costa do Catalão, rio Amazonas, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. **30**:155-166.

Oliveira E.C. 2003. *Distribuição e abundância do ictioplâncton na área da Estação Ecológica de Anavilhanas, Rio Negro, Amazonas, Brasil*. Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 157p.

Oliveira E.C., Bialetzki A., Assakawa L.F. 2008. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* e *H. marginatus* post-yolk-sac larvae (Siluriformes: Pimelodidae). *Journal Zootaxa*, p. 37-48.

Oliveira E.C., Ferreira E.J. 2002. Ocorrência de ovos e larvas de Characiformes migradores no rio Negro, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. **32**(1): 163-168.

Oliveira E.C., Ferreira E.J.G. 2008. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*. **6**:559-566.

Oliveira E.C., Lima C.A.R.M.A. 1998. Distribuição espacial das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Pisces; Serrasalminidae) nas margens do rio Solimões, AM. *Revista Brasileira de Biologia*. **58**: 349-358.

Osse J.W.M., Van den Boogaart J.G.M. 2000. Body size and swimming types in carp larvae: effects of being small. *Netherlands Journal of Zoology*.**50**: 233-244.

Paradis A.R., Pepin P., Brown J.A. 1996. Vulnerability of fish eggs and larvae to predation: review of the influence of the relative size of prey and predator. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **53**: 1226–1235.

Pavlov D.S. 1994. The downstream migration of Young fishes in rivers: mechanisms and distribution. *Folia Zoologica*. **43**: 193-208.

Pavlov D.S., Pakhorukov A.M., Kuragina G.N., Nezdolij V.K. 1997. Some features of downstream migrations of juvenile fishes in the Volga and Kuban Rivers. *Journal of Ichthyology*, **19**: 363-374.

Pearre S. J. 2003. Eat and run? The hunger/satiation hypothesis in vertical migration: history, evidence and consequences. *Biology Reviews*. **78**: 1– 79.

Perticarrari A., Arcifa M.S., Rodrigues R.A. 2004. Diel vertical migration of copepods in a Brazilian lake: a mechanism for decreasing risk of Chaoborus predation? *Brazilian Journal of Biology*. **64**: 289-298.

- Petry P. 1989. *Deriva de ictioplâncton no Paranã do Rei, várzea do Careiro, Amazônia Central, Brasil*. Dissertation, Inpa/FUA, Manaus, 68p.
- Pohlmann K., Grasso F.W., Breithaupt T. 2001. Tracking wakes: the nocturnal predatory strategy of piscivorous catfish. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA, **98**: 7371-7374.
- Power J.H. 1984. Advection, diffusion and drift migrations of larval fishes. In: McCleave JD, Arnold GP, Dodson JJ, Neill WH (Eds.) *Mechanisms of migrations in fishes*. NATO Conference Series. Series IV: *Marine Science*. New York: Plenum Press, **14**: 27-38.
- Previattelli A., Darwich J. 2005. Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central - *Editora INPA*, Manaus. p. 3-185.
- Rechencq M., Sosnovsky A., Macchi P., Alvear P., Vigliano P. 2011. Extensive diel fish migrations in a deep ultraoligotrophic lake of Patagonia Argentina. *Hydrobiologia*, **658**: 147–161.
- Reeves K.S., Galat D.L. 2010. Do larval fishes exhibit diel drift patterns in a large, turbid river? *Journal of Applied Ichthyology*. **26**: 571–577.
- Reichard M., Jurajda P., Ondračková M. 2002. The effect of light intensity of the drift of young-of-the-year cyprinid fishes. *Journal of Fish Biology* **61**: 1063–1066.
- Reis R.E., Kullander S., Ferraris J.R. (2003). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS. 729p.
- Richardson S.L., Laroche J.L., Richardson M.D. 1980. Larval fish assemblages and associations in the North-east Pacific coast along the Oregon Coast, winter-spring-1972 – 1975. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **11**: 671– 699.
- Rowe D.K., Chisnall B.L. 1995. Effects of oxygen, temperature and light gradients on the vertical distribution of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, in two North Island, New Zealand, lakes with differing trophic status. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. **29**: 421-434.
- Saint-Paul U. 1984. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalminidae. *Environmental Biology of Fishes*. **11**: 53–62.
- Saint-Paul U.J., Zuanon M., Correa M., Garcia N., Fabre U. 2000. Fish communities in Amazonian white- and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*. **57**: 235-250.
- Sanches P.V. 2002. *Influências do nível e canais sobre a deriva e alterações causadas pelo barramento sobre o ictioplâncton na região da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil*. Thesis- Universidade Estadual de Maringá.

- Santin M., Bialecki A., Nakatani K. 2004. Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae). *Acta Scientiarum*. **26**: 291-298.
- Scheuerell M.D., Schindler D.E. 2004. Changes in the spatial distribution of fishes in lakes along a residential development gradient. *Ecosystems*. **7**: 98-106
- Sioli H. 1984. *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Monographiae Biologicae. Dr. W. Junk Publishers, II series, Netherlands. 56p.
- Snyder D.E. 1983. *Fish eggs and larvae*. In Nielsen, L.A.; D.L. Johnson (eds.), Fisheries techniques. *American Fisheries Society* Bethesda. p. 165-197.
- Tamaki S., Mandal Y. 2010. Complex vertical migration of larvae of the ghost shrimp, *Nihonotrypaea harmandi*, in inner shelf waters of western Kyushu, Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **86**: 125–136.
- Tanaka S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. **122**: 33–51.
- Taylor J.F., Migaud H., Porter M.J.R., Bromage N.R. 2005. Photoperiod influences growth rate and plasma insulin-like growth factor-I levels in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Gen Comp Endoc, the relative size of prey and predator. *Canadian Journal*. **142**: 169-185.
- Underwood A.J. 1996. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*, XVIII, Cambridge University Press. p. 504.
- Valentin J.L. 2000. Ecologia numérica: uma introdução a análise multivariada de dados ecológicos. *Rio de Janeiro: Interciência*. p. 117
- Werner E.E. 1974. The fish size, prey size, handling time relation in several sunfishes and some implications. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. **30**: 787-797.
- Williamson C.E. 1993. Linking predation risk models with behavioral mechanisms: identifying population bottlenecks. *Ecology*. Vol. **74**: 320-331.
- Winemiller K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan llanos. *Environmental Biology of Fishes*, **26**: 177-199.
- Wootton R.J. 1999. *Ecology of teleost fish*. London: Chapman and Hall. p. 404
- Zaret T.M. 1984. Fish/zooplankton interactions in Amazon floodplain lakes. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, **22**: 1305-1309.
- Zitek A., Schmutz S., Ploner A. 2004. Fish drift in a Danube sidearm-system: II. Seasonal and diurnal patterns. *Journal of Fish Biology*, **65**: 1339–1357.