



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ARTHUR SOUZA RAMOS

Orientadora: Profa. Dra. Suzana Carla da Silva Bittencourt

BELÉM

Outubro/2016



Universidade Federal do Pará Faculdade de Oceanografia Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VARIAÇÃO VERTICAL DIÁRIA DE LARVAS DE PEIXES NA VÁRZEA AMAZÔNICA CENTRAL, BRASIL

ARTHUR SOUZA RAMOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Suzana Carla da Silva Bittencourt.

Coorientadora: Profa. Dra. Luiza Nakayama

Belém

Outubro/2016

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Ramos, Arthur Souza, 1990 -
Variação vertical diária de larvas de peixes na várzea
Amazônica Central, Brasil / Arthur Souza Ramos. – 2016.

46 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Suzana Carla da Silva Bittencourt.
Coorientadora: Luiza Nakayama

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências,
Faculdade de Oceanografia, Belém, 2016.

1. Ecologia de várzeas - Amazônia. 2. Peixe – larvas
- Amazônia. I. Título.

CDD 22. ed. 577.6609811



Universidade Federal do Pará Faculdade de Oceanografia Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VARIAÇÃO VERTICAL DIÁRIA DE LARVAS DE PEIXES NA VÁRZEA AMAZÔNICA CENTRAL, BRASIL

ARTHUR SOUZA RAMOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Oceanografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Suzana Carla da Silva Bittencourt/ICB/UFPA

Data de aprovação: 04/10/16

Conceito: Excelente

Membros examinadores:

Prof. Alan Keller Rawietsch
Mestre em ciência animal
Universidade Federal do Pará

Profa. Adriana Figueiredo Fonseca
Mestre em ciência animal
Universidade Federal Rural da Amazônia

*A minha mãe Maria de Fatima, que nunca permitiu que eu desistisse.
A minha avó Maria Luiza, que sempre me amou.
A meu amigo Marcel Pires, um apaixonado pela vida e pela biologia (in memoriam).*

*Aos meus amigos... Elizabeth Rocha, Denize do Nascimento, Wanessa Coimbra, Pamela
Yhaohannah e Paulo Raphael, que sempre acreditaram no meu potencial!*

*“Era uma pessoa igual a cem mil outras.
Mas, eu fiz dela um amigo,
Agora ela é única no mundo. ”
(O Pequeno Príncipe - Antoine de Saint-Exupéry)*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À professora e orientadora Suzana Bittencourt, pelos ensinamentos e orientação, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

À professora Luiza Nakayama, que me ingressou no fascinante mundo da Educação Ambiental.

Aos meus amigos Thiago Monteiro e Pamela de Lima, por terem me apresentado o Laboratório de Biologia de Organismos Aquáticos (LABIO).

Ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM.

Universidade Federal do Pará – UFPA.

“Me recuso a afundar. ”

(Autor desconhecido)

RESUMO

A migração vertical diária (DVM) é um padrão de comportamento amplamente estudado em ecossistemas marinhos. Contudo, são poucos os estudos realizados com peixes de água doce, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a variação vertical das assembleias de larvas de peixes, em ambientes de lagos e canais de várzea na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSDM), em relação aos distintos momentos do ciclo hidrológico. As coletas foram realizadas durante os momentos de enchente, cheia, vazante e seca, utilizando-se uma rede cônica (300 μ m), por meio de arrastos horizontais na coluna d'água em superfície e profundidade, durante o ciclo diário no ano de 2011. A análise dos resultados indicam que a migração vertical ocorreu durante todos os momentos do ciclo hidrológico e ambientes estudados, com as maiores densidades ocorrendo sempre em superfície durante o período noturno. Estes resultados são de grande importância para definir estratégias sazonais de proteção aos ambientes de várzea, revelando que as amostragens diurnas subestimam os parâmetros ictioplanctônicos para diversas espécies, cruciais para a manutenção da diversidade íctica de toda a região do médio Solimões e para a conservação de importantes estoques pesqueiros, explorados comercialmente nesta parte da Amazônia.

Palavras-chave: Larvas de peixe. Várzea amazônica. Ecologia.

ABSTRACT

The daily vertical migration is a pattern of behavior widely studied in marine ecosystems. However, there are few studies few of freshwater fish, especially in the early stages of development. In this context, this study aims to investigate the vertical variation of the assemblies of fish larvae in ponds and floodplain environments channels on Sustainable Development Reserve Mamirauá (RDSM), in relation to different times of the hydrological cycle. Samples were collected during times of flood, wet, ebb and dry using a conical net (300), by means of horizontal drag on the water column surface and depth, during the daily cycle in 2011. Analysis the results indicate that the vertical migration occurred during all times of the hydrological cycle and study sites, with the highest densities ever occurring on the surface during the night. These results are of great importance to define seasonal strategies for the protection of floodplain environments, revealing that daytime sampling underestimate the ichthyoplankton parameters for several species, crucial to maintaining the ichthyic diversity of all the average Solimões region and the conservation of important fish stocks commercially exploited in this part of the Amazon.

Keyword: Fish larvae, Amazon floodplain, Ecology

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVO GERAL	1
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1	ÁREA DE ESTUDO	4
3.2	COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO	5
3.3	ANÁLISE DE LABORATÓRIO	6
3.4	ANÁLISE DE DADOS	7
4	RESULTADOS.....	8
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES.....	8
4.2	DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL	9
4.3	ESTRUTURA: PADRÕES SAZONAIS E VERTICAIS DAS LARVAS DE PEIXES	11
4.4	VARIÁVEIS ABIÓTICAS	13
5	DISCUSSÃO	15
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES.....	15
5.2	DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL	15
5.3	ESTRUTURA: PADRÕES SAZONAIS E VERTICAIS DAS LARVAS DE PEIXES	16
5.4	VARIÁVEIS ABIÓTICAS	17
6	CONCLUSÃO.....	18
	REFERÊNCIAS.....	20
	APÊNDICES	25
	APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO E NÚMERO DE INDIVÍDUOS	26
	APÊNDICE B - COMPOSIÇÃO E ABUNDANCIA (%)	29
	APÊNDICE C - COMPOSIÇÃO E DENSIDADE (LARVAS.10M⁻³).....	32

1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia, o pulso de inundação é um fator chave nos processos ecológicos da várzea, transformando periodicamente ambientes terrestres em aquáticos, dentre eles os lagos e canais, renovando suas águas sazonalmente (Junk *et al.*, 1997; Ramalho *et al.*, 2009). Os canais são os principais responsáveis pela importação de água dos rios para os lagos, estabelecendo uma conexão direta entre eles, principalmente nos momentos de enchente e cheia.

Na região amazônica, estes dois ambientes têm significativa diversidade íctica (Henderson & Crampton, 1997) e também possuem grande importância para as fases iniciais de desenvolvimento de muitas espécies de peixes, que dependem das áreas de várzeas adjacentes ao rio principal, onde as larvas são conduzidas passivamente pelas correntes até alcançarem as áreas marginais, que são locais de proteção, de alimentação e de crescimento; funcionando como berçários naturais (Araújo-Lima *et al.*, 2001).

Assim, estudos sobre a distribuição, abundância e ecologia do ictioplâncton são de suma importância para o entendimento dos períodos e locais de desova (Nakatani *et al.*, 2001). A deriva de ovos e larvas é de grande importância para o ciclo de vida de peixes, uma vez que a dispersão dos indivíduos para os ambientes de criação aumenta as chances de sobrevivência das espécies (Oliveira & Araújo-Lima, 1998).

Neste contexto, estes estudos são essenciais para esclarecimento dos processos de recrutamento dos indivíduos e estimativas do potencial pesqueiro de uma determinada região, otimizando a exploração de espécies de interesse econômico e visando a sua preservação (Nakatani *et al.*, 2003).

Entretanto, nos estágios iniciais de desenvolvimento, as larvas de peixes apresentam diferentes padrões de distribuição, tanto espaciais quanto temporais (Bialetzki *et al.*, 2005). Vários trabalhos (Gehrke, 1992; Gadomski & Barfoot, 1998; Hernández *et al.*, 2006; Picapedra *et al.*, 2015; Mendonça *et al.*, 2015) destacam que algumas espécies de peixes podem realizar, principalmente em estágios iniciais mais avançados de desenvolvimento, migrações verticais diárias (DVM) na coluna d'água.

O padrão referido como “normal” de DVM consiste na ocorrência das larvas de peixes em profundidade durante o dia e em superfície durante a noite. Mehner (2012) destaca que o principal responsável pela DVM em peixes de água doce é o ciclo de luz, compreendendo o ciclo diurno e noturno, separados por breves períodos crepusculares (crepúsculo e alvorecer).

No entanto, essas migrações verticais também podem ser proporcionadas por outros fatores, tais como: disponibilidade de alimento, fuga de predadores, temperatura da água,

velocidade das correntes, turbidez e taxas de oxigênio (Power, 1984; Pavlov, 1994; Scheuerell e Schindler, 2004; Lopes *et al.*, 2006).

Mehner (2012) argumenta que devido à complexidade e aos vários fatores que podem causar e/ou influenciar a DVM, seu estudo não pode ser visto como resultado de um único fator, mas da interação complexa deles. Nesse contexto, Clark & Levy (1988) introduziram o termo janela de antipredação, sugerindo que o comportamento DVM tem uma forte relação entre a oportunidade de alimento e a fuga de predadores, sendo que os peixes planctívoros migram para zonas mais escuras, em busca de alimentação e de proteção contra predadores, minimizando o risco de predação e aumentando a oportunidade de alimentação.

A compreensão das relações ecológicas do ictioplâncton nos ambientes de várzea e o comportamento DVM são de grande interesse científico para o entendimento da composição e abundância desses organismos. Além disso, o estudo da distribuição vertical no ecossistema de várzea pode gerar subsídios para o aprimoramento do manejo e da conservação desses recursos, uma vez que este ecossistema atua como área de berçário, alimentação e abrigo para diversas espécies de peixes amazônicos (Araújo-Lima *et al.*, 2001; Leite & Araújo-Lima, 2002).

2 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a abundância, composição e variação vertical diária das larvas de peixes em lagos e canais de várzea na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) em relação ao ciclo hidrológico amazônico.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar ao menor nível taxonômico possível as larvas capturadas em lagos e canais de várzea na RDSM;
- Comparar a abundância e composição de larvas em diferentes locais de coleta e momentos do ciclo hidrológico;
- Verificar se há diferenças na distribuição vertical diária de larvas de peixe em relação ao ciclo hidrológico e os ambientes de coleta;
- Verificar possíveis influências das variáveis ambientais na distribuição das larvas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A RDSM está localizada entre a confluência dos rios Solimões e Japurá, na região Centro-Oeste do estado do Amazonas (03°08' S, 64°45' W e 02°36' S, 67°13'W), nas proximidades da cidade de Tefé. Esta é a maior unidade de conservação brasileira localizada inteiramente em um ambiente de várzea (Queiroz, 2005; Ramalho *et al.*, 2009).

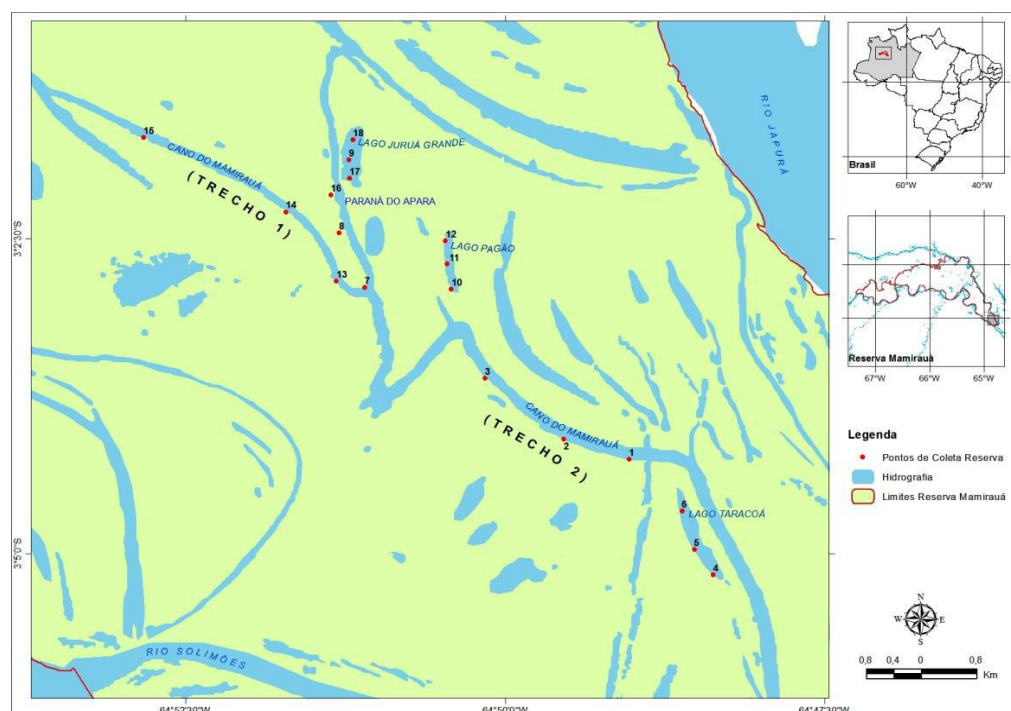
A várzea da RDSM se caracteriza pelo transbordamento dos rios de água branca, que durante a enchente, invadem as planícies expandindo o ambiente aquático, alterando as condições físico-químicas, ecológicas e biológicas desses corpos d'água (Junk, 1980; Henderson, 1999). Assim, durante a enchente, todos os lagos e canais da planície ficam interligados, formando praticamente um único corpo d'água, conferindo aos lagos, nesse momento, uma característica mais associada aos rios, portanto, sendo considerados como não verdadeiros. Já durante a seca, apresenta um maior grau de isolamento (Junk, 1980; Henderson, 1999; Queiroz, 2007).

Essa geomorfologia da reserva permite a ocorrência de um grande número de ambientes aquáticos que variam entre perenes (rios, paranás, canais e lagos), temporários (baixios ou as florestas alagadas) e de curta existência (poças d'água nas praias de areia ou de lama) (Queiroz, 2005; Queiroz, 2007).

Os pontos de coleta foram situados em ambientes de lagos (Pagão, Juruá Grande e Taracoá) e canais (Mamirauá: trechos 1 e 2, e do Apra) na várzea da RDSM (Figura 1), de acordo com o período do ciclo hidrológico: enchente, cheia, vazante e seca, ao longo do ano de 2011.

Nas seis áreas (estações) foram determinados aleatoriamente três pontos de coleta, posteriormente georreferenciados, totalizando 18 pontos, onde foram realizadas amostragens diurnas e noturnas (após o pôr do sol), de superfície e profundidade, somando portanto, 48 ou 72 amostras, dependendo do período do ciclo hidrológico em que a coleta foi conduzida.

Figura 1: Localização da área de estudo destacando os pontos de coleta nos ambientes de lagos e canais, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – Amazônia Central, Brasil.



Fonte: Do autor.

3.2 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO

Foram realizadas coletas do material biológico, ao longo da parte central dos ambientes de lagos e canais, por meio de arrastos horizontais (com uma rede de plâncton cônico de malha de 300µm) na coluna d'água, durante 5 minutos. O volume de água filtrada foi determinado através de um fluxômetro centralizado na entrada da rede. Nas amostragens, foram levadas em consideração três variáveis: a) diurnas e noturnas (após o pôr do sol), b) superfície e profundidade e c) momentos do ciclo hidrológico.

Para coletas em profundidade a rede foi equipada com um peso de aproximadamente 12kg e um sistema manual de abrir e fechar. Esta técnica consiste em submergir a rede fechada por um laço próximo ao aro, após se atingir a profundidade desejada (4 a 6 metros da superfície) o laço é solto e a rede se abre. Após atingir 5 minutos de arrasto horizontal, a corda é puxada, fechando a panagem, e garantindo assim, a obstrução da boca da rede na profundidade de coleta e imobilizando o fluxômetro (Figura 2).

Figura 2: Detalhe da rede de plâncton cônico-cilíndrica adaptada para utilização em coletas de profundidade, nos ambientes de lagos e canais da RDSM, Amazônia Central, Brasil.



Fonte: Do autor.

Devido ao baixo nível da coluna d'água, em alguns pontos de coleta durante os períodos de vazante e de seca, não foi possível realizar coletas em profundidade em algumas estações. Especialmente nos lagos, onde a variação da coluna d'água depende fortemente da sua comunicação com o canal principal e do período do ciclo hidrológico.

O material biológico coletado foi removido da rede ao final de cada arrasto, acondicionado em recipientes de polietileno de 500 ml, contendo fixador formalina a 10%.

Os parâmetros abióticos, tais como temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e potencial hidrogeniônico (pH) foram mensurados *in loco*, utilizando-se analisadores digitais. Em profundidade tais parâmetros foram medidos com auxílio de uma garrafa de Van Dorn.

Os dados fluviométricos foram fornecidos pela estação meteorológica localizada na RDSM, através do banco de dados de monitoramento, no site do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - IDSM.

3.3 ANÁLISE DE LABORATÓRIO

Em laboratório, as larvas de peixes foram triadas, quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, com base nas bibliografias especializadas: Araújo-Lima & Donald (1988); Nascimento & Araújo-Lima (1993); Araújo-Lima, Kirovsky & Marca (1993); Araújo-Lima (1994); Nakatani *et al.* (2001); Leite *et al.* (2007); Oliveira *et al.* (2008).

Espécimes em estágio muito inicial de desenvolvimento foram classificados como não identificados; e os indivíduos com estruturas danificadas em que não foi possível sua identificação, foram enquadrados como danificadas.

Os espécimes identificados foram armazenados em frascos de vidro contendo formalina a 4% e etiquetados para constituir uma coleção de referência em duplicata (uma para

a Universidade Federal do Pará e outra para o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá).

3.4 ANÁLISE DE DADOS

O número de larvas dos táxons identificados em cada estação foi convertido para densidade de larvas por 10m³ de água segundo Tanaka (1973), modificado por Nakatani *et al.* (2001).

O teste Kruskal-Wallis foi utilizado para os dados relativos às densidades de larvas, a fim de verificar a existência de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre períodos do dia, profundidades e momentos do ciclo hidrológico, segundo recomendações de Zar (1996), uma vez que os dados obtidos não atenderam aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade.

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. A partir dessa matriz, análises de similaridade ANOSIM foram realizadas para comparar a estrutura das assembleias entre tratamentos. Os valores de R indicam o grau de similaridade entre as amostras.

A formação de grupos significativamente diferentes em ANOSIM foi visualizada através de análises de ordenação MDS (Non-Metric Multidimensional Scaling). A qualidade das ordenações foi avaliada através do STRESS (Standardized Residual Sum of Squares), que indica o grau de ajuste das distâncias entre as unidades amostrais no número de dimensões desejado (geralmente duas ou três).

A rotina SIMPER (Similarity Percentage) foi aplicada para identificar as espécies mais importantes para a formação dos grupos obtidos em ANOSIM e visualizadas em MDS, através da contribuição das espécies para a similaridade interna nos grupos e para a dissimilaridade entre os diferentes grupos (Clarke & Gorley, 2005).

A análise de PCA (Principal Components Analysis) foi utilizada para identificar as variáveis abióticas mais importantes na formação de grupos diferentes de amostras ictioplanctônicas.

Para correlacionar as variáveis bióticas e abióticas, foram realizados testes 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) (Underwood, 1997).

Para a análise dos dados foram utilizados os programas PRIMER 6.0 (análise multivariada) e STATISTICA 7.0.

4 RESULTADOS

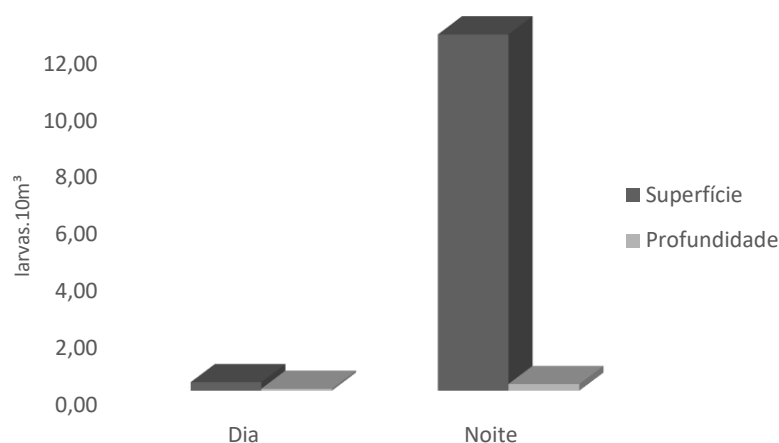
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES

Foram capturados 2872 organismos, pertencentes a 4 ordens, 17 famílias e 47 espécies. A ordem Characiformes predominou, com 79,3% dos indivíduos, seguida dos Clupeiformes (8,91%), Perciformes (6,44%) e Siluriformes (4,39%). Vinte e quatro indivíduos (0,84%) não foram passíveis de identificação em razão de estarem danificados e/ou em estágio muito inicial de desenvolvimento (Apêndice 1).

As famílias mais abundantes ao longo do período estudado foram Characidae (N=1225 e 16 *taxa*) e Curimatidae (N=632 e 8 *taxa*), que juntas corresponderam a 64,7% do total capturado, seguidas por Eleotridae (6,0%) e Hemiodontidae (4,8%) (Apêndice 2).

As amostras de superfície apresentaram abundâncias ($F=2,34$; $p=0,0038$) muito superiores (98,11%) às amostras de profundidade (1,88%) (Figura 3). Tanto a densidade de larvas de peixes quanto à frequência de amostras com larvas aumentou durante a período noturno (94%, $n= 2724$) (Apêndice 3).

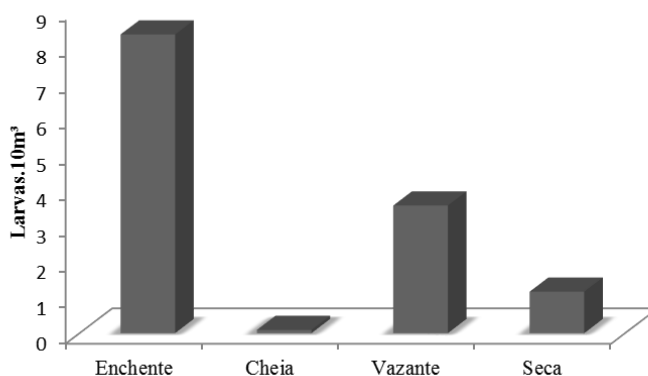
Figura 3: Densidade média (larvas.10m³) no período diurno e noturno em relação à superfície e à profundidade, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.



4.2 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL

Foi registrada a ocorrência de larvas de peixes durante todos os momentos de coleta. A abundância total de indivíduos, a densidade e o número de espécies variaram entre os momentos do ciclo hidrológico, com maior abundância durante a enchente (44,60%), reduzindo acentuadamente na cheia (3,90%) e aumentando novamente na vazante (31,20%) e seca (20,30%). A densidade média foi de 11,7 larvas.10 m⁻³, com picos registrados nos momentos de enchente e vazante (Figura 4).

Figura 4: Densidade média (larvas.10m⁻³) entre os momentos do ciclo hidrológico na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.



Em relação ao número de *taxa*, também se verificou uma variação entre a enchente e os demais momentos do ciclo hidrológico, com registro de 40 *taxa* e predominância dos Clupeiformes, representados principalmente pela família Engraulidae. Nos momentos de cheia, vazante e seca, o número de *taxa* reduziu quase a metade (26, 28 e 24 *taxa*, respectivamente) com destaque para os Characiformes e as famílias Characidae, Curimatidae e Hemiodontidae, que predominaram nesses momentos.

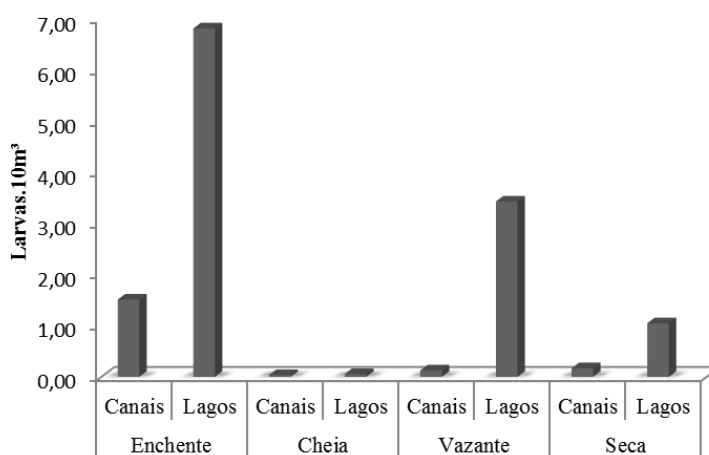
Relativamente à composição por espécie, diferenças foram registradas entre as amostras, com os *taxa*: *Lycengraulis batesii* (1), *Anchoviella* sp. (6), Sciaenidae (1), *Pterygoplichthys pardalis* (7), Pimelodidae (4), Loricariidae (1), *Psectrogaster rutiloides* (4) *Potamorhina* sp. (11) e Curimatidae (175) capturados apenas na enchente. Enquanto que *Ctenobrycon* cf. *spilurus* (62), *Curimatopsis macrolepis* (137), *Curimatopsis* cf. *evelynae* (40), *Hyphessobrycon copelandi* (4), *Hemigrammus* cf. *levis* (516), *Hemigrammus* sp. (105), *Hemigrammus bellotti* (108), *Moenkhausia* cf. *lepidura* (4), *Triportheus auritus* (25) e *Triportheus albus* (4) foram capturados somente nos momentos de vazante e de seca.

Pela análise de similaridade (ANOSIM) observou-se que os períodos do ciclo hidrológico são significativamente diferentes ($R_{\text{Global}} = 0,14$; $p = 0,01$) e que, dentro da comparação pareada entre os momentos, há uma maior diferença entre os grupos de enchente e cheia ($R_{\text{global}} = 0,03$; $p = 0,01$).

Em relação à variação espacial, foi observado um gradiente de distribuição, apresentando sempre os maiores picos de densidades no ambiente de lagos ($11,33 \text{ larvas}/10\text{m}^3$) em relação aos canais ($1,84 \text{ larvas}/10\text{m}^3$), independente do momento do ciclo hidrológico (Figura 5). Entretanto, pela análise de similaridade (ANOSIM) observou-se que não houve diferenças significativas entre os ambientes ($R_{\text{Global}} = 0,001$; $p = 18,4$).

Foi possível distinguir uma clara distribuição heterogênea de larvas de peixes na coluna de água, especialmente durante a enchente e nos lagos (Figura 5), onde as abundâncias mais elevadas em profundidade foram observadas durante o período diurno, e durante a noite em superfície.

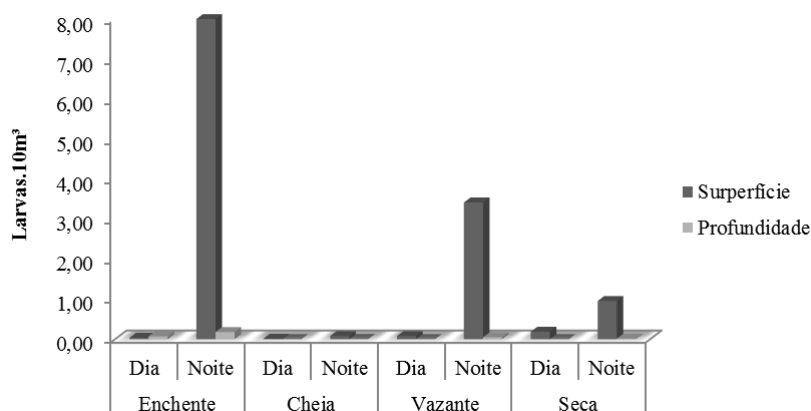
Figura 5: Densidade média (Larvas. 10m^{-3}) entre os ambientes de lagos e canais em relação ao ciclo hidrológico, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.



Houve diferenças significativas ($p < 0,0001$) entre as coletas de superfície e profundidade, com um padrão bem definido de distribuição vertical das densidades, sendo a maioria das larvas (93,4%) e o maior número de taxa (61) capturados em superfície durante o período noturno (Figura 6).

As amostras do período noturno apresentaram densidade média significativamente maior ($12,74 \text{ larvas}/10\text{m}^3$) à do diurno ($0,38 \text{ larvas}/10\text{m}^3$), (ANOSIM $R_{\text{Global}} = 0,53$, $p = 0,01$).

Figura 4: Densidade média (Larvas.10m³) em relação entre os momentos do ciclo hidrológico e entre os períodos diurno e noturno na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.



Dos táxons identificados, 77,41% tiveram registro somente em superfície durante o período noturno, os demais (22,58%) ocorreram tanto em superfície quanto em profundidade, durante o dia e a noite. Todos os táxons capturados em profundidade também foram capturados em superfície, indicando um padrão de migração vertical na coluna d'água entre esses estratos (Apêndice 1).

As famílias Characidae e Curimatidae apresentaram maior abundância nos arrastos realizados em superfície. Em relação ao período diário, apresentaram maiores valores de abundância durante o período noturno (Apêndice 2).

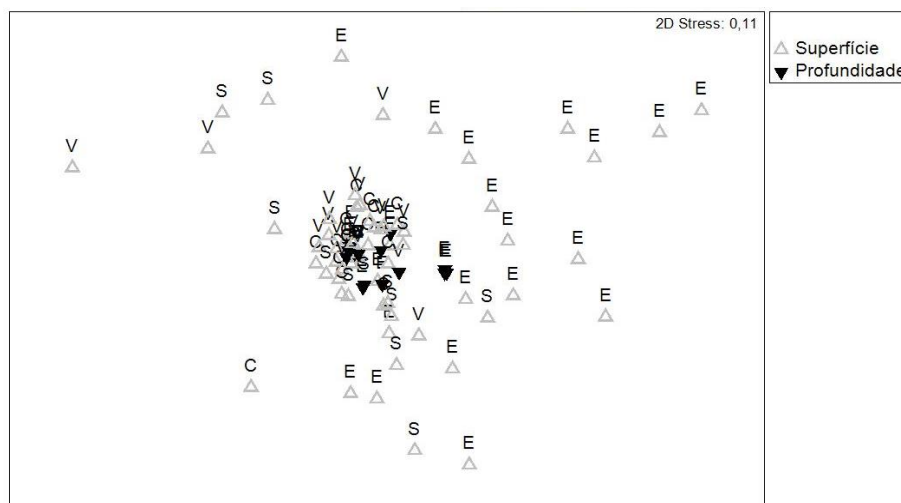
Durante o período noturno em superfície, as maiores densidades ocorreram para os taxa *Hemigrammus* cf. *levis*, Curimatidae, *Microphilypnus amazonicus*, Clupeiformes, Characiformes, *Curimatopsis macrolepis*, Characidae, *Hemigrammus bellotti*, *Hemigrammus* sp., *Psectrogaster amazonica*, *Potamorhina latior* e *Anodus elongatus*.

4.3 ESTRUTURA: PADRÕES SAZONAIS E VERTICAIS DAS LARVAS DE PEIXES

A análise de similaridade (ANOSIM) da estrutura das assembleias de enchente confirmou que as maiores diferenças ocorrem entre as amostras de superfície e profundidade ($R_{Global} = 0,54$; $p = 0,01$).

Entretanto, a representação gráfica MDS não permite fazer uma clara distinção entre a estrutura das assembleias presentes à superfície e à profundidade. As amostras de profundidade são poucas e encontram-se muito dispersas, sendo difícil identificar a formação de um grupo distinto em relação às amostras de superfície, sendo as amostras de superfície da enchente as que melhor se distinguem dos restantes dos grupos (Figura 7).

Figura 5: Análise dos dados de ordenação (MDS) dos momentos de Enchente (E), Cheia (C), Vazante (V) e Seca (S) entre superfície e profundidade, usando uma matriz de distância (similaridade de Bray Curtis) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.



A análise SIMPER revelou que na enchente as famílias Characidae, Curimatidae e Engraulidae contribuíram para explicar mais de 50% da similaridade entre as amostras. Na cheia, as famílias Curimatidae, Sciaenidae e Auchenipteridae contribuem em mais de 89% para a similaridade (Tabela 1) revelando uma clara diferença sazonal.

Tabela 1: Análise de similaridade (SIMPER) entre os momentos do ciclo hidrológico na Reserva De Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - AM.

Similaridade Média								
Grupos	Enchente		Cheia		Vazante		Seca	
	Sim/SD	Contrib. (%)	Sim/SD	Contrib. (%)	Sim/SD	Contrib. (%)	Sim/SD	Contrib. (%)
<i>Pygocentrus nattereri</i>	0,12	21,99	0,07	37,4	0,06	18,03	0,08	31,74
<i>Psectrogaster amazonica</i>	0,14	17,51						
<i>Anchoviella</i> sp.	0,08	12,98						
<i>Potamorhina latior</i>								
<i>Microphilypnus amazonicus</i>								
<i>Parauchinipterus</i> sp.								
<i>Anodus elongatus</i>								
<i>Triportheus auritus</i>								
<i>Triportheus</i> sp.								
<i>Potamorhina altamazonica</i>								
<i>Hyphessobrycon</i> sp.			0,07	44,67				
<i>Curimatopsis macrolepis</i>								
Contribuição Total		52,48				89,71		73,63

Pela análise de similaridade média (SIMPER), as famílias Sciaenidae, Curimatidae e Characidae contribuíram para explicar 57% da similaridade em superfície com as seguintes espécies: *Microphilypnus amazonicus*, *Psectrogaster amazonica*, *Triportheus* sp. e *Potamorhina altamazonica*. A profundidade foi caracterizada por altas contribuições das famílias Engraulidae e Characidae, com mais de 89% de contribuições representadas por: *Anchoviella* sp., *Pygocentrus nattereri* e *Auchenipterus* sp. (Tabela 2).

Tabela 2: Análise de similaridade (SIMPER), entre superfície e profundidade, na várzea na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.

Grupos	Similaridade Média			
	Superfície		Profundidade	
	Sim/SD	Contrib. (%)	Sim/SD	Contrib. (%)
<i>Microphilypnus amazonicus</i>	0,10	20,48		
<i>Psectrogaster amazonica</i>	0,11	15,20		
<i>Triportheus</i> sp.	0,08	14,56		
<i>Potamorhina altamazonica</i>	0,07	7,43		
<i>Anchoviella</i> sp.			0,07	48,24
<i>Pygocentrus nattereri</i>			0,07	41,02
<i>Auchenipterus</i> sp.			0,03	10,74
Contribuição Total		57,67		100

Apesar do número de amostras terem divergido em relação ao momento do ciclo hidrológico (vazante e seca), observa-se claramente um padrão de variação vertical para alguns taxa, como as famílias: Engraulidae, Anostomidae, Characidae, Curimatidae e Hemiodontidae, cuja abundâncias sempre foram maior na superfície do que em profundidade mesmo em momentos em que o número de amostragens se igualaram (Apêndice 2).

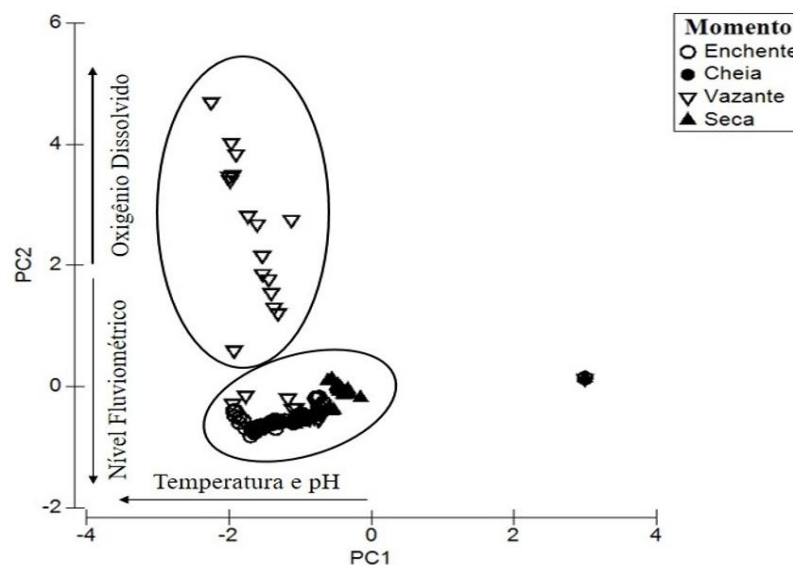
4.4 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Em geral, durante o período de estudo, não houve variações dos valores abióticos coletados em relação: coluna d'água (superfície e profundidade), ciclo diário (diurno e noturno) e ambientes (lago e canal).

A análise dos componentes principais, efetuada com os dados de densidades dos táxons e com os valores médios das variáveis ambientais, permitiu explicar 87% da variabilidade dos dados, através dos dois primeiros eixos. O primeiro eixo apresentou autovalor de 3,43 e correspondeu a 68% da variação, enquanto que o segundo apresentou um autovalor de 0,93, representando 87%.

Foi registrada uma relação inversa entre os momentos de enchente, cheia e seca com as variáveis ambientais, enquanto que a vazante esteve mais bem associada a maiores valores de oxigênio dissolvido (Figura 8).

Figura 8: Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis abióticas nos momentos do ciclo hidrológico na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.



Todas as variáveis do primeiro eixo (PC1) estiveram associadas negativamente, com maiores contribuições de temperatura da água e de pH. No segundo eixo (PC2), o oxigênio dissolvido contribuiu positivamente, enquanto o nível fluviométrico contribuiu negativamente (Tabela 3).

Tabela 3: Resultado da Análise de Componentes Principais aplicada para resumir as variáveis abióticas obtidas durante os momentos do ciclo hidrológico na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.

Variáveis	PC1	PC2
Temperatura	-0,53	-0,01
Condutividade	-0,39	-0,16
pH	-0,53	-0,03
Oxigênio Dissolvido	-0,18	0,97
Nível Fluviométrico	-0,51	-0,19
Autovalores (λ)	3,43	0,94
% de explicação	68,60	87,40

A condutividade e o oxigênio dissolvido foram as variáveis que melhor explicaram as diferenças na abundância de larvas entre os períodos de coleta (BIOENV, $r = 0,236$, $p < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES

A predominância de Characiformes registrada nesse estudo, já foi observada por diversos autores na calha do rio Solimões/Amazonas, tanto em número de espécies quanto de indivíduos (Araújo-Lima *et al.*, 1986; Araújo-Lima & Oliveira, 1998; Lowe-McConnell, 1999) abrangendo espécimes de vários tamanhos, tais como os gêneros *Mylossoma*, *Colossoma*, *Anodus*, *Triportheus*, *Semaprochilodus*, *Prochilodus* e *Brycon* (Bittencourt e Cox-Fernandes, 1990; Cerdeira *et al.*, 2000). A principal explicação para a predominância dessa ordem é a facilidade que os indivíduos têm em obter oxigênio das camadas superiores da coluna d'água (Súarez *et al.*, 2001).

Os resultados do presente estudo fortalecem a hipótese de migração diária nos ambientes de várzea da RDSM, com o maior número de larvas e de taxa registrados no período noturno em superfície, como demonstrado também por Bialetzki *et al.* (1999) em canais do rio Paraná; Oliveira e Ferreira (2008), no rio Negro para larvas de Characiformes; Mendonça *et al.* (2015) no rio Paraná. 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 (Petry, 1989; Araújo-Lima *et al.*, 2001), nos quais não foram evidenciadas diferenças significativas na abundância de larvas no ciclo diário.

5.2 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL

O alto número de larvas capturadas no momento da enchente demonstra que a maior atividade reprodutiva ocorre no início de subida do nível das águas (Araújo-Lima, 1994; Lima e Araújo-Lima, 2004). Deste modo, considera-se que o fator ambiental determinante para a reprodução de várias espécies de peixes, na região amazônica, é o ciclo hidrológico, sendo o período de enchente o principal regulador das desovas (Vazzoler, 1996; Lowe-McConnell, 1999; Oliveira, 2000).

Apesar dos lagos e dos canais de várzea apresentarem características limnológicas distintas (Junk, 1980; Henderson, 1999; Queiroz, 2007), não foram observadas diferenças significativas em relação à densidade e aos taxa entre os ambientes. Portanto, este estudo indica que esses ambientes são igualmente importantes para o sucesso reprodutivo de diversas espécies de peixes, em regiões de várzea.

As variações de densidade entre os momentos do ciclo hidrológico e os ambientes estudados podem estar relacionadas com dois fatores: a direção das correntes e o pulso de inundação (Junk *et al.*, 1989).

Com o aumento do volume de água na enchente e na cheia, são restabelecidas as conexões que permitem a passagem direta do rio Solimões e do rio Japurá, para os ambientes aquáticos de várzea da RDSM, contrastando com o período de águas baixas (vazante e seca), quando há um isolamento entre os rios, canais e lagos. Deste modo, quando o nível das águas sobe, os organismos aquáticos se dispersam pelos habitats recém-formados na várzea, incluindo amplas áreas de floresta alagada que apresentam grande heterogeneidade espacial (Ariston *et al.*, 2005), explicando o baixo número de indivíduos capturados na cheia.

O menor número de larvas capturadas, em profundidade, pode ter sido influenciado pela baixo número de coletas realizadas nesse estrato nos momentos de vazante e seca, devido a redução do nível da água nesses ambientes, o que impossibilitou as coletas. Entretanto, mesmo nos momentos de enchente e cheia (com todas as capturas em profundidade) o número de larvas se mostrou menor em relação às coletas de superfície, e com pouca variação entre o período diurno e noturno, havendo contraste com outros estudos, que demonstram altas densidades em profundidade no período diurno (Scheuerell & Schindler, 2003; Mendonça *et al.*, 2015; Picapedra *et al.*, 2015).

5.3 ESTRUTURA: PADRÕES SAZONAIS E VERTICAIS DAS LARVAS DE PEIXES

Os resultados demonstram que as larvas de peixes realizam movimentos verticais na coluna d'água em ciclos diários, sendo mais abundantes em superfície no período noturno, corroborando com estudos desenvolvidos por Hergenrader *et al.* (1982); Crisp (1991); Baumgartner *et al.* (1997); Gadomski & Barfoot, (1998) e Bialetzki *et al.* (2004) em regiões tropicais e subtropicais.

Diversas hipóteses têm sido propostas para explicar o movimento vertical diário das assembleias de peixes. Segundo Busch & Mehner (2009), esse fenômeno está relacionado diretamente a fatores abióticos e bióticos, como: otimização de obtenção de recursos, vantagens metabólicas, adaptações anti-predatórias e intensidade da luminosidade.

A hipótese mais aceita para explicação do comportamento DVM em peixes de água doce é o ciclo de luz, compreendendo o período diurno e noturno (Mehner, 2012; Mendonça *et al.*, 2015). Nesse sentido, existe um amplo consenso que para vários gêneros de peixes, a diminuição da luz estimula a subida desses indivíduos para camadas superiores, enquanto que

o aumento induz a descida para zonas mais profundas (Scheuerell e Schindler, 2003; Busch e Mehner, 2009; Probst & Eckmann, 2009; Mendonça *et al.*, 2015; Picapedra *et al.*, 2015).

Assim, evitando predadores visuais durante o dia, período em que o risco de predação e o estresse térmico próximo a superfície é maior. Enquanto que o período noturno oferece maiores oportunidade de alimentação e de condições térmicas mais favoráveis (Armstrong & Brown, 1983).

Esse padrão de migração vertical também pode estar relacionado à migração vertical do zooplâncton (Zaret, 1984) pois eles representam a principal fonte de alimento para larvas e juvenis de peixes (Leite, 2004). Deste modo, a migração noturna poderia representar uma estratégia adaptativa alimentar.

No entanto, essa hipótese não parece responder sozinha ao movimento DVM do ictioplâncton, devido ao fato que o comportamento DVM do zooplâncton tem sido visto como mecanismo para evitar predadores, realizando migração inversa ao do ictioplâncton (Mendonça *et al.*, 2015; Picapedra *et al.*, 2015), ou seja, se os peixes zooplancívoros e zooplâncton migrassem juntos, a vantagem seletiva da DVM zooplancívoros não teria sentido (Eggers, 1978).

Mehner (2012) destaca que devido à complexidade dos vários fatores que podem causar e/ou influenciar a DVM, o seu estudo não pode ser visto como resultado de um único fator, mas sim como a interação complexa de diferentes fatores, entre eles, de acordo com Clark e Levy (1988) a “Janela de Antipredação”.

De modo geral, muitas espécies de peixes adquiriram durante sua evolução, principalmente em estágios mais avançados de desenvolvimento, mecanismos de migração vertical na coluna d’água, que lhe conferem um importante papel na sua sobrevivência, permitindo assim, que ocupem áreas favoráveis ao seu desenvolvimento, com menor risco de predação e maior disponibilidade de alimentos (Aceves-Medina *et al.*, 2008; Tamaki *et al.*, 2010).

5.4 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

A composição físico-química das águas de várzeas amazônicas é fortemente influenciada pelos rios principais (Junk, 1980), fato claramente observado nos corpos d’água da RDSM, como mencionado por Henderson (1999) que afirma que este ambiente é influenciado em sua composição química pelos rios Solimões e Japurá, embora alguns dos lagos

internos apresentem características químicas distintas daquelas dos grandes rios (Henderson, 1999; Afonso *et al.*, 2011).

A influência dos rios principais sobre a planície de inundação também já foi observada para outras regiões alagáveis, como mencionado por Pagioro *et al.* (1994), que indicam que a influência dos níveis fluviométricos, dentre outros fatores, do grau de conectividade entre o rio com suas lagoas.

Segundo alguns autores, outro fator que pode ser determinante na composição físico-química da água desses ambientes aquáticos de várzea é a quantidade de detritos provenientes da decomposição das macrófitas aquáticas (Pagioro e Thomaz, 1999).

Embora as variáveis abióticas apresente relação com a distribuição das larvas de peixes (Nakatani *et al.*, 2001), e a variação diária está relacionada às condições físico-químicas da água (Brandorff, 1977; Brandorff & Andrade, 1978), o presente trabalho não demonstrou relação entre as densidades de larvas e os dados abióticos, possivelmente devido tais dados não apresentarem grandes variações nas coletas diurnas e noturnas e entre superfície e profundidade nos ambientes amostrados.

6 CONCLUSÃO

A migração vertical das larvas ocorre tanto no ambiente de lagos como de canais, independente do momento do ciclo hidrológico. Com as maiores densidades sendo registradas sempre nos ambientes de lagos no período noturno em superfície. Enquanto que em profundidade, as densidades larvais se mostraram mais homogêneas, não apresentando grandes diferenças entre o período do ciclo diário.

Embora o número de indivíduos e de táxons tenha variado ao longo do momento do ciclo hidrológico, não foram observadas diferenças nos padrões de migração vertical diária, portanto, considera-se que o movimento DVM ocorre independente do momento do ciclo.

De modo geral, a migração vertical observada na várzea da reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá foi vista como padrão, onde os indivíduos se concentram nas camadas mais profundas durante o dia e próximo a superfície durante a noite, resultado que ainda não havia sido observado em regiões próximas a reserva.

As maiores densidades e *taxa* de ictioplâncton foram observados no período noturno em superfície, quando comparada ao diurno, o que demonstra um claro padrão de migração vertical diária, sugerindo que as amostragens diurnas subestimam os parâmetros ictioplantônicos para diversas espécies, e que o esforço de amostragem deve sempre contemplar coletas noturnas.

Os resultados apresentados aqui são de grande importância para definir estratégias sazonais de proteção de ambientes de várzea, cruciais para a manutenção da diversidade íctica de toda a região do médio Solimões e para a conservação de importantes estoques pesqueiros, explorados comercialmente nesta parte da Amazônia Brasileira.

REFERÊNCIAS

- Aceves-Medina G., Saldierna-Martínez R., Hinojosa-Medina A., Jiménez-Rosenberg P.A., Hernández-Rivas M.E., Morales-Ávila 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** (4):889-901.
- Affonso A.G., Queiroz H.L., Novo E.M.L.M. 2011. Limnological characterization of floodplain lakes in Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazon (Amazonas State, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, **23** (1):95-108.
- Araújo-Lima C.A.R.M., Portugal L.P.S., Ferreira, E.G. 1986. Fish–macrophyte relationship in the Anavilhanas archipelago, a black water system in the Central. Amazon. *Journal of Fish Biology*, **29** (1):1-11.
- Araújo-Lima C.A.R.M. Donald E. 1988. Número de vértebras de Characiformes e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazônica*, **18** (1-2):351-358.
- Araújo-Lima 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** (4):591-600.
- Araújo-Lima C.A.R.M. 1994. Egg size and larval development in Central Amazonian fish. *Journal of fish biology*, **44** (3):371-389
- Araújo-Lima C.A.R.M. Oliveira, E.C. 1998. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of fish Biology*, **53** (sA):297-306.
- Araújo-Lima 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 river Negro. *Brazilian Journal of Biology*, **61** (3):357-362.
- Armstrong M.L., Brown A.V. 1983. Diel drift and feeding of channel catfish alevins in the Illinois River, Arkansas. *Transactions of the American Fisheries Society*, **112** (2B):302-307.
- Arrington D.A., Winemiller K.O., Layman, C.A. 2005. Community assembly at the patch scale in a species rich tropical river. *Oecologia*, **144** (1): 157-167.
- Baumgartner G., Nakatani, K., Cavicchioli, M., Baumgartner, M.D.S.T. 1997. Some aspects of the ecology of fish larvae in the floodplain of the high Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **14** (3):551-563.
- Bialetzki A., Sanches P.V., Cavicchioli M., Baumgartner G., Ribeiro R.P., Nakatani K. 1999. Drift of ichthyoplankton in two channels of the Paraná, between Paraná and Mato grosso do Sul states, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **42** (1):53-60.
- Bialetzki A., Nakatani K., Sanches P.V., Baumgartner, G. 2004. Eggs and larvae of the ‘curvina’ *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Baía River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Journal of Plankton Research*, **26** (11):1327-1336.
- 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*, **73** (1):37-47.

- Bittencourt M.M. Cox-Fernandes C. 1990. Pesca comercial na Amazônia Central: uma atividade sustentada por peixes migradores. *Ciência Hoje*, **11** (64):20-24.
- Brandorff G.O. 1977. Untersuchungen zur Populations-Dynamik des Crustace en planktons im tropischen Lago Castanho, Amazonas, Brasilien. Unpublished Ph.D. Dissertation, Universität Kiel, Germany. p. 40.
- Brandorff G.O., & Andrade E.R. 1978. The relationship between the water level of the Amazon River and the fate of the zooplankton population in lago Jacaretinga. A Várzea Lake in the Central Amazon*. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **13** (2):63-70.
- Busch S. Mehner T. 2009. Hydroacoustic estimates of fish population depths and densities at increasingly longer time scales. *International Review of Hydrobiology*, **94** (1):91-102.
- Cerdeira R.G.P., Isaac V.J., Ruffino M.L. 2000. Captura de Pescado nas comunidades ribeirinhas de Lago Grande de Monte Alegre-PA. Brasil. IBAMA. *Coleção Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca*, (22):281-316.
- Clark C.W. & Levy D.A. 1988. Diel vertical migrations by juvenile sockeye salmon and the antipredation window. *American Naturalist*, **131**:271-290.
- Clarke, K. R. Gorley, R. N. 2005. PRIMER: Getting started with v6. *PRIMER-E Ltd, Plymouth*.
- Crisp D.T. 1991. Stream channel experiments on downstream movement of recently emerged trout, *Salmo trutta* L., and salmon, *S. salar* L. Effects of developmental stage and day and night upon dispersal. *Journal of fish biology*, **39** (3):371-381.
- Eggers D.M. 1978. Limnetic feeding behavior of juvenile sockeye salmon in Lake Washington and predator avoidance. *Limnology and Oceanography*, **23** (6):1114-1125.
- 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** (4):353-368.
- Gehrke P.C. 1992. Diel abundance, migration and feeding of fish larvae (Eleotridae) in a floodplain billabong. *Journal of Fish Biology*, **40** (5):695-707.
- Henderson P.A. 1999. O ambiente aquático da Reserva Mamirauá. *Estratégias para Manejo de Recursos Pesqueiros de Mamirauá*. Brasília: Soc. Civil Mamirauá, CNPq, p. 1-9.
- Henderson P.A. & Crampton W.G. 1997. A comparison of fish diversity and abundance between nutrient-rich and nutrient-poor lakes in the Upper Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, **13** (02):175-198.
- Hergenrader G.L., Harrow L. G., King R.G., Cada G. F., Schlesinger A.B. 1982. Larval fishes in the Missouri River and the effects of entrainment. *The Middle Missouri River. The Missouri River Study Group, Norfolk*, p. 185-223.
- 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.
- Junk W. J. Áreas inundáveis - Um desafio para limnologia 1980. *Acta Amazônica*, **10**:775-795.

- 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 sciences*, **106** (1):110-127.
- Leite R.G. Araujo-Lima C.A. 2002. Feeding of the *Brycon cephalus*, *Triportheus elongatus* and *Semaprochilodus insignis* (osteichthyes, characiformes) larvae in Solimões/Amazonas River and floodplain areas. *Acta Amazonica*, **32** (3):499-499.
- Leite R.G. 2004. A alimentação de juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicum* (Pisces, Characidae), em áreas inundadas da Ilha de Marchantaria, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, **34** (4):661-4.
- Leite R.G., Cañas C., Forsberg B., Barthem R., Goulding M. 2007. Larvas dos grandes bagres migradores. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica-ACCA. Gráfica Biblos*.
- Lima Á.C. Araujo-Lima C.A.R.M (2004). The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology*, **49** (6):787-800.
- Lopes R.M., Katsuragawa M., Dias, J.F., Montú M.A., Muelbert J.H., Gorri C., Brandini, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina*, **70** (2):189-202.
- Lowe-McConnell R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. In *Coleção Base*. Edusp, p. 534.
- Mehner T. 2012. Diel vertical migration of freshwater fishes—proximate triggers, ultimate causes and research perspectives. *Freshwater Biology*, **57** (7):1342-1359.
- Mendonça M.M., Picapedra P.H.D.S., Ferronato M.C., Sanches, P.V. 2015. Diel vertical migration of predators (planktivorous fish larvae) and prey (zooplankton) in a tropical lagoon. *Iheringia. Série Zoologia*, **105** (2):174-183.
- Nakatani K., Agostinho A.A., Baumgartner G., Bialecki 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*, p. 378.
- Nakatani K., Bialecki A., Galuch A. V., Santin M., Borges R. Z., Kipper D., Thomaz S. M. 2003. Monitoramento do ictioplâncton na planície de inundação do alto rio Paraná e utilização do rio Ivinheima (MS) como área de desova e criadouro natural de peixes. In *A planície alagável do rio Paraná: estrutura e processos ambientais: componentes bióticos* (AA Agostinho, SM Thomaz, L. Rodrigues & LC Gomes, coords.). Programa PELD/CNPq, Maringá, p. 1-3.
- Nascimento F.L., Araújo-Lima, C.A.R.M. 1993. Descrição de larvas de *Psectrogaster amazonica* e *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) da Amazonia Central. *Acta Amazonica*, **23** (4):457-472.
- Nascimento F.L. & Araújo-Lima C.A.R.M. 2000. Descrição de larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca no Pantanal. Corumbá. Embrapa Pantanal. *Boletim de pesquisa*, (19), 25.
- Oliveira E.D. & Araujo-Lima C.A.R.M. 1998. Distribuição das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (PISCES: SERRASALMIDAE) nas margens do rio Solimões, AM. *Brazilian Journal of Biology*, **58** :349-358

- Oliveira, E.D. 2000. Distribuição sazonal das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* (Osteichthyes: Serrasalminae) na costa do Catalão, rio Amazonas, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, **30** (1):155-166.
- Oliveira E.C., Bialecki A., Assakawa L.F. 2008. Morphological development of *Hypophthalmus fimbriatus* and *H. marginatus* post-yolk-sac larvae (Siluriformes: Pimelodidae). *Zootaxa*, **1707** (1):37-48.
- Oliveira E.C.D. Ferreira E.J. 2008. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, **6** (4):559-566.
- Pagioro T.A., Roberto M.C., Lansac-Tôha F.A., Veríssimo S. 1994. Caracterização limnológica de uma lagoa (lagoa Figueira) da planície de inundação do alto rio Paraná. *Revista Unimar*, **16** (3):203-215.
- Pagioro T.A. & Thomaz S.M. 1999. Influence of the decomposition of *Eichhornia azurea* on the limnological characteristics of different environments of the floodplain of the high Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **11** (2):157-171.
- Pavlov S.D. 1994. The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. *Folia Zoologica-UZPI (Czech Republic)*, **43** :193-208.
- Petry P. 1989. Deriva de ictioplâncton no Paraná do Rei, várzea do Careiro, Amazônia Central, Brasil. *Unpublished MSc. Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus*, p. 68.
- Picapedra P.H.S., Lansac-Tôha F.A., Bialecki A. 2015. Diel vertical migration and spatial overlap between fish larvae and zooplankton in two tropical lakes, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **75** (2):352-361.
- Power J.H. 1984. Advection, diffusion, and drift migrations of larval fish. In *Mechanisms of Migration in Fishes*. Springer US, p. 27-37.
- Probst W.N. Eckmann R. 2009. The influence of light on the diel vertical migration of young-of-the-year burbot *Lota lota* in Lake Constance. *Journal of Fish Biology*, **74** (1):150–166.
- Queiroz H.L. 2005. A reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá. *Estudos avançados*, **19** (54):183-203.
- Queiroz H.L. 2007. Classification of water bodies based on biotic and abiotic parameters at the varzeas of Mamirauá Reserve, Central Amazon. *Uakari*, **3** (2):19-34.
- Ramalho E.E., Macedo J., Vieira T.M., Valsecchi J., Calvimontes J., Marmontel M., Queiroz H.L. 2009. Ciclo hidrológico nos ambientes de várzea da reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá – médio rio Solimões, período de 1990 a 2008. *Uakari* **5** (1):61-87.
- Scheuerell M.D. & Schindler D.E. 2004. Changes in the spatial distribution of fishes in lakes along a residential development gradient. *Ecosystems*, **7** (1):98-106.
- Scheuerell M. D., & Schindler, D. E. 2003. Diel vertical migration by juvenile sockeye salmon: empirical evidence for the antipredation window. *Ecology*, **84** (7):1713-1720.

- Suárez Y.R., Petrere Jr M., Catella A.C. 2001. Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS, Brazil). *Fisheries Management and Ecology*, **8** (2):173-186.
- Tamaki A., Mandal S., Agata Y., Aoki I., Suzuki T., Kanehara, H., Yanagi, T. 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** (1):125-136.
- Tanaka S. 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Paper*, **122**:33-51.
- Underwood A.J. 1997. *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press.
- Vazzoler A.E.A.M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringa, Universidade Estadual de Maringa. 169p.
- Zar J.H. 1996. Biostatistical analysis 3ed edn. *Practice Hall*, New Jersey, p. 25.
- Zaret T.M. 1984. Fish/zooplankton interactions in Amazon floodplain lakes. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, Verhandlungen*, **22**:1305-1309.

APÊNDICES

<i>Serrasalmus</i> sp.	57						2	
<i>Triportheus auritus</i> (GÜNTHER, 1864)					11	1		13
<i>Triportheus</i> sp.	22		10		2	3		2
Curimatidae**	174	1						
<i>Curimatopsis macrolepis</i> (STEINDACHNER, 1876)						14		123
<i>Curimatopsis</i> cf. <i>evelynae</i> GÉRY, 1964								40
<i>Potamorhina altamazonica</i> (COPE, 1878)	51				1	3		
<i>Potamorhina</i> sp.	11							
<i>Potamorhina latior</i> (SPIX; AGASSIZ, 1829)	81		16	1				
<i>Psectrogaster amazonica</i> EIGENMANN; EIGENMANN, 1889	96		1					6
<i>Psectrogaster</i> sp.	3		5					1
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (KNER, 1858)	4							
Hemiodontidae**	6		8					22
<i>Anodus</i> sp.			8					
<i>Anodus elongatus</i> AGASSIZ, 1829	76					17		
<i>Hemiodus</i> sp.			1					
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (BLOCH, 1794)			1					
Hipopomidae								
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (STEINDACHNER, 1868)			1					
Pristigasteridae**						1		
Prochilodontidae**								
<i>Prochilodus nigricans</i> SPIX; AGASSIZ, 1829	7		2			2		
<i>Semaprochilodus insignis</i> (JARDINE, 1841)	11					12		
<i>Semaprochilodus taeniurus</i> (VALENCIENNES, 1821)	4					6		
Serrasalmidae**								
<i>Piaractus</i> sp.	1					1		
Triportheidae								
<i>Triportheus albus</i> COPE, 1872						4		

Siluriforme*	52		5		5	10	
Auchenipteridae**	27		3				
<i>Ageneiosus</i> sp.			1				
<i>Auchenipterus</i> sp.				1		1	
<i>Parauchenipterus</i> sp.			2	1			
Doradidae**					2		
<i>Amblydoras</i>		1					
Loricariidae**	1						
<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (CASTELNAU, 1855)	7						
Pimelodidae**	4						
<i>Pimelodus blochii</i> VALENCIENNES, 1840			6				
Perciformes*					1		1
Eleotridae							
<i>Microphilypnus amazonicus</i> MYERS, 1927	129		15		5	2	20
Sciaenidae**	1						
<i>Plagioscion</i> sp.							1
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (HECKEL, 1840)	6						4
Não identificado	1	20					
Danificada	1				2		

Larvas identificadas até o nível de ordem *.

Larvas identificadas até o nível de família *

Fonte: Do autor

<i>Serrasalmus</i> sp.	4,58						2,74
<i>Triportheus auritus</i> (GÜNTHER, 1864)					30,56	0,12	2,62
<i>Triportheus</i> sp.	1,77		10,75		5,56	0,35	0,40
Curimatidae**	13,99	7,14					
<i>Curimatopsis macrolepis</i> (STEINDACHNER, 1876)						1,65	24,75
<i>Curimatopsis</i> cf. <i>evelynae</i> GÉRY, 1964							8,05
<i>Potamorhina altamazonica</i> (COPE, 1878)	4,10				2,78	0,35	
<i>Potamorhina</i> sp.	0,88						
<i>Potamorhina latior</i> (SPIX; AGASSIZ, 1829)	6,51		17,20	33,33			
<i>Psectrogaster amazonica</i> EIGENMANN; EIGENMANN, 1889	7,72		1,08				1,21
<i>Psectrogaster</i> sp.	0,24		5,38				0,20
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (KNER, 1858)	0,32						
Hemiodontidae**	0,48		8,60				4,43
<i>Anodus</i> sp.			8,60				
<i>Anodus elongatus</i> AGASSIZ, 1829	6,11					2,00	
<i>Hemiodus</i> sp.		6,25					
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (BLOCH, 1794)			1,08				
Hipopomidae							
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (STEINDACHNER, 1868)			1,08				
Pristigasteridae**						0,12	
Prochilodontidae**							
<i>Prochilodus nigricans</i> SPIX; AGASSIZ, 1829	0,56	12,5				0,24	
<i>Semaprochilodus insignis</i> (JARDINE, 1841)	0,88					1,42	
<i>Semaprochilodus taeniurus</i> (VALENCIENNES, 1821)	0,32					0,71	
Serrasalminidae**							
<i>Piaractus</i> sp.	0,08					0,12	
Triportheidae							
<i>Triportheus albus</i> COPE, 1872						0,47	

Siluriforme*	4,18		5,38		0,59	83,33	
Auchenipteridae**	2,17		3,23				
<i>Ageneiosus</i> sp.			1,08				
<i>Auchenipterus</i> sp.				33,33		8,33	
<i>Parauchenipterus</i> sp.			2,15	33,33			
Doradidae**					0,24		
<i>Amblydoras</i>		6,25					
Loricariidae**	0,08						
<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (CASTELNAU, 1855)	0,56						
Pimelodidae**	0,32						
<i>Pimelodus blochii</i> VALENCIENNES, 1840			6,45				
Perciformes*					0,12		0,20
Eleotridae							
<i>Microphilypnus amazonicus</i> MYERS, 1927	10,37		16,13		13,89	0,24	4,02
Sciaenidae**	0,08						
<i>Plagioscion</i> sp.							0,20
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (HECKEL, 1840)	0,48						0,80
Não identificado	9,09	1,61					
Danificada	0,08				5,56		

Larvas identificadas até o nível de ordem *.

Larvas identificadas até o nível de família **

Fonte: Do Autor

APÊNDICE C - COMPOSIÇÃO E DENSIDADE (LARVAS.10M⁻³)

Apêndice 3: Composição e densidade (larvas.10m⁻³) das assembleias de larvas de peixes na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá-AM.

(continuação)

Ordem/Família/Espécie	Enchente				Cheia				Vazante				Seca			
	Superfície		Profundidade		Superfície		Profundidade		Superfície		Profundidade		Superfície		Profundidade	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
Clupeiformes*		0,07	0,06		< 0,01								0,04	0,05		0,07
Engraulidae**	0,02	0,13		0,02	< 0,01				0,01				< 0,01			
<i>Anchoviella</i> sp.		< 0,01		< 0,01												
<i>Lycengraulis batesii</i> (GÜNTHER, 1868)		0,01														
Pristigasteridae																
<i>Pellona</i> sp.			0,01		< 0,01									0,01		
Characiformes*	0,01	0,06			0,01				0,01		< 0,01		0,11	0,11		
Anostomidae**		0,52			< 0,01											
<i>Leporinus</i> sp.		0,15														
Characidae**		0,05		0,02	< 0,01	< 0,01			0,10				0,03	0,12		
<i>Charax</i> cf. <i>gibbosus</i> (LINNAEUS, 1758)					< 0,01				0,05							
<i>Ctenobrycon</i> cf. <i>spilurus</i> (VALENCIENNES, 1850)									1,55					0,03		
<i>Hemigrammus</i> sp.									0,04	6,14				0,03		
<i>Hemigrammus belotii</i> (STEINDACHNER, 1882)									< 0,01	8,34						
<i>Hemigrammus</i> cf. <i>Levis</i> DURBIN, 1908										41,05				< 0,01		
<i>Hyphessobrycon copelandi</i> DURBIN, 1908														< 0,01		
<i>Hyphessobrycon</i> sp.		0,02							< 0,01	1,22				0,03		
<i>Moenkhausia</i> cf. <i>lepidura</i> (KNER, 1858)										0,32						
<i>Mylossoma aureum</i> (SPIX; AGASSIZ, 1829)		< 0,01												< 0,01		
<i>Mylossoma duriventre</i> (CUVIER, 1817)		0,19												< 0,01		
<i>Petitella georgiae</i> GÉRY; BOUTIÈRE, (1964)		< 0,01			< 0,01				0,80							
<i>Pygocentrus nattereri</i> KNER (1858)		0,04		0,10					< 0,01					< 0,01		
<i>Roeboides affinis</i> (GÜNTHER, 1868)														< 0,01		
<i>Serrasalmus</i> sp.		0,05											0,01			

<i>Triportheus auritus</i> (GÜNTHER, 1864)				0,02	0,27		0,01
<i>Triportheus</i> sp.	0,20		0,01	< 0,01	0,29		< 0,01
Curimatidae**	1,47	0,02					
<i>Curimatopsis macrolepis</i> (STEINDACHNER, 1876)					0,82		0,17
<i>Curimatopsis</i> cf. <i>evelynae</i> GÉRY, 1964							0,04
<i>Potamorhina altamazonica</i> (COPE, 1878)	0,48			< 0,01	0,02		
<i>Potamorhina</i> sp.	0,02						
<i>Potamorhina latior</i> (SPIX; AGASSIZ, 1829)	0,71		0,01	< 0,01			
<i>Psectrogaster amazonica</i> EIGENMANN; EIGENMANN, 1889	0,74		< 0,01				0,01
<i>Psectrogaster</i> sp.	0,02		< 0,01				< 0,01
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (KNER, 1858)	0,02						
Hemiodontidae**	0,04		0,01				0,02
<i>Anodus</i> sp.			0,01				
<i>Anodus elongatus</i> AGASSIZ, 1829	0,37				0,26		
<i>Hemiodus</i> sp.		< 0,01					
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (BLOCH, 1794)			< 0,01				
Hipopomidae							
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (STEINDACHNER, 1868)			< 0,01				
Pristigasteridae**					0,09		
Prochilodontidae**							
<i>Prochilodus nigricans</i> SPIX; AGASSIZ, 1829	0,02	< 0,01			0,02		
<i>Semaprochilodus insignis</i> (JARDINE, 1841)	0,01				0,13		
<i>Semaprochilodus taeniurus</i> (VALENCIENNES, 1821)	< 0,01				0,00		
Serrasalminidae**							
<i>Piaractus</i> sp.	< 0,01				0,01		
Triportheidae							
<i>Triportheus albus</i> COPE, 1872					0,16		
Siluriforme*	0,49		< 0,01		0,05	0,03	

Auchenipteridae**	0,24		< 0,01				
<i>Ageneiosus</i> sp.			< 0,01				
<i>Auchenipterus</i> sp.				< 0,01		< 0,01	
<i>Parauchenipterus</i> sp.			< 0,01	< 0,01			
Doradidae**					0,02		
<i>Amblydoras</i>		< 0,01					
Loricariidae**	0,02						
<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (CASTELNAU, 1855)	0,06						
Pimelodidae**	0,03						
<i>Pimelodus blochii</i> VALENCIENNES, 1840		0,01					
Perciformes*					0,01		< 0,01
Eleotridae							
<i>Microphilypnus amazonicus</i> MYERS, 1927	0,27	0,01		0,01	0,02		0,25
Sciaenidae**	0,02						
<i>Plagioscion</i> sp.							0,01
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (HECKEL, 1840)	0,04						0,04
Não identificado	< 0,01	0,04					
Danificada	0,01			< 0,01			

Larvas identificadas até o nível de ordem *.

Larvas identificadas até o nível de família **

Fonte: Do Autor

