

## Juvenis de peixes associados a macrófitas aquáticas em ambientes de várzea na Amazônia Central, Brasil

Suzana Carla da Silva Bittencourt<sup>1</sup>, Diego Maia Zacardi<sup>2</sup>, Thiago Monteiro<sup>3</sup>, Luiza Nakayama<sup>1</sup>, Helder Lima Queiroz<sup>4</sup>

1. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, nº 1, Belém-PA, Brasil.

✉ [suzy\\_bitt@yahoo.com.br](mailto:suzy_bitt@yahoo.com.br)

✉ [lunaka@ufpa.br](mailto:lunaka@ufpa.br)

✉ [dmzacardi@hotmail.com](mailto:dmzacardi@hotmail.com)

3. Universidade Federal do Rio Grande. Rua Av. Itália, km 8, Bairro Carreiros, s/n, Rio Grande-RS, Brasil.

✉ [thiagomonteiro.15@hotmail.com](mailto:thiagomonteiro.15@hotmail.com)

4. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMA). Estrada do Bexiga, nº 2584, Tefé-AM, Brasil.

✉ [helder@mamiraua.org.br](mailto:helder@mamiraua.org.br)

✉ <http://lattes.cnpq.br/2733502143762906>

✉ <http://lattes.cnpq.br/3771896759209007>

✉ <http://lattes.cnpq.br/8348319991578546>

✉ <http://lattes.cnpq.br/339134805580>

✉ <http://lattes.cnpq.br/3131281054700225>

✉ <http://orcid.org/0000-0002-8162-1399>

✉ <http://orcid.org/0000-0002-4579-2748>

✉ <http://orcid.org/0000-0002-2652-9477>

✉ <http://orcid.org/0000-0001-7643-0646>

✉ <http://orcid.org/0000-0002-4425-3208>

### RESUMO

O estudo objetivou analisar a composição e a diversidade das assembleias de juvenis de peixes associadas às macrófitas aquáticas em lagos e canais de várzea na Amazônia Central. As amostragens foram realizadas durante os anos de 2010 e 2011, no médio Solimões, com o uso de um peneirão retangular (1,5 x 1,0 m e malhagem de 500 µm). Foram capturados 2.412 exemplares, pertencentes à 8 ordens, 27 famílias e 77 gêneros, distribuídos em 117 espécies. O grupo dos Characiformes foi o mais representativo com, 38,27% dos indivíduos capturados, em todos os períodos de coleta. A abundância relativa foi maior nos canais, representando 66,54% do total coletado, com o registro de 55 espécies. Das espécies identificadas, 29 são consideradas de importância comercial e de subsistência para a região (88,49% dos indivíduos coletados). Seis dessas espécies frequentemente dominam os desembarques dos mercados locais: *Semaprochilodus insignis* Jardine & Schomburgk, *Cichla monoculus* Spix & Agassiz, *Mylossoma albiscopum* Cope, *Triporthus auritus* Günther, *Astronotus ocellatus* Agassiz e *Pygocentrus nattereri* Kner. Os indivíduos identificados em nível específico foram classificados em seis categorias tróficas: detritívoros, herbívoros, onívoros, piscívoros, carnívoros e iliófagos. A maior riqueza de espécies foi encontrada nas categorias onívora e carnívora, com 48 e 18 espécies, respectivamente. Estes resultados corroboram a hipótese de que a diversidade de espécies de peixes destes habitats está associada à complexidade estrutural, formada pelos caules e raízes das macrófitas.

**Palavras-chave:** peixes, vegetação flutuante, planície alagada, sazonalidade.

### Juveniles of fish associated with aquatic macrophytes in lowland environments in Central Amazonia, Brazil

### ABSTRACT

The study analyzes the diversity and composition of juvenile fish assemblages associated with aquatic macrophytes in lakes and floodplain channels in Central Amazonia. Samplings were carried out during the years 2010 and 2011, in the medium Solimões, with a rectangular sieve net (1.5 x 1.0 m and mesh of 500 µm) that resulted in the capture of 2,412 specimens belonging to 27 families and 117 species. The Characiformes group was the most representative with 38.27% of the individuals captured, in all sampling periods. Species Relative abundance was higher in the channels, representing 66.54% of the total collected, with 55 species recorded. According to the species identified, 29 are considered commercial important and subsistence for the region, representing 88.49% of the individuals collected. Six of these species often dominate the landings of local markets: *Semaprochilodus insignis*, *Cichla monoculus*, *Mylossoma albiscopum*, *Triporthus auritus*, *Astronotus ocellatus* and *Pygocentrus nattereri*. The individuals identified at a specific level were classified into six trophic categories, being: detritivores, herbivores, omnivores, piscivores, carnivores and iliothages. The highest species richness was found in the omnivorous and carnivorous categories, with 48 and 18 species, respectively. These results corroborate the hypothesis that the diversity of fish species of these habitats is associated with the structural complexity, formed by the stems and roots of the macrophytes.

**Keywords:** fish; floodplain; seasonality.

### Introdução

A bacia amazônica possui uma alta diversidade de peixes, que pode ser explicada pela multiplicidade de habitats (JUNK et al., 2007), causada pelas extensas áreas de várzea. Essas áreas são caracterizadas pela oscilação do nível da água dos rios ao longo do ano, que desempenha um papel importante na estruturação das comunidades bióticas (TOCKNER et al., 2000).

A oscilação do nível da água permite a ocorrência de diversos tipos de ambientes aquáticos, como lagos e canais (JUNK, 1980; AYRES, 1993). Esses ambientes possuem significativa diversidade íctica (HENDERSON; CRAMPTON, 1997) e têm as macrófitas aquáticas, frequentemente presentes em suas margens, como um importante habitat para a ictiofauna local (SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001).

Os caules e as raízes das macrófitas formam a parte submersa desse habitat, que é complexo e condicionam um número relevante de indivíduos, devido à presença de substratos para desova, aos recursos alimentares abundantes (HENDERSON; CRAMPTON, 1997; MAGALHÃES et al., 2015) e ao refúgio contra predadores (MEERHOFF et al., 2003; SÁNCHEZ-

BOTERO et al., 2007). Esses aspectos viabilizam o acesso e a permanência de diversas espécies de peixe em suas fases iniciais do ciclo de vida (PETR, 2000; GRENOUILLET; PONT, 2001; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001; PINHEIRO et al., 2016).

Os benefícios promovidos pela estruturação das macrófitas variam conforme a fase ontogenética, a espécie considerada e a estratégia de vida dos peixes (AGOSTINHO et al., 2003). Em geral, as assembleias associadas às macrófitas são formadas por peixes nas fases de larvas e juvenis de espécies de médio a grande porte (DIEHL; EKLOV, 1995; SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2007). Essas fases são críticas para o recrutamento de novos indivíduos aos estoques, devido aos predadores e, portanto, aos maiores riscos de mortalidade. Então, esse elevado risco de predação dos juvenis explica grande parte das complexas estratégias de vida adotadas pelas diferentes espécies de peixes, visando reduzir a mortalidade natural (GRENOUILLET; PONT, 2001; AGOSTINHO et al., 2003), maximizando a sobrevivência e, conseqüentemente, o recrutamento biológico de mais indivíduos.

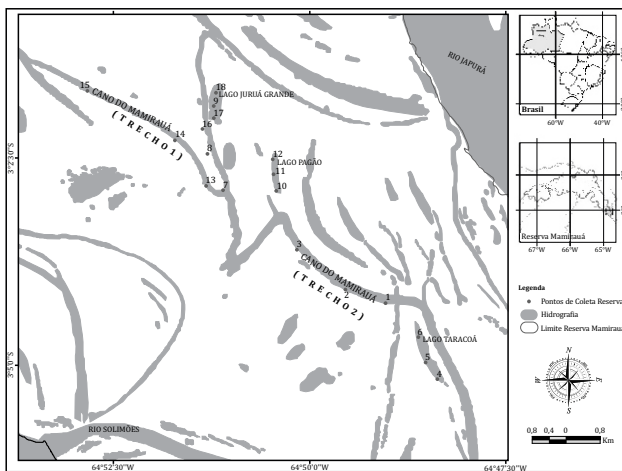
Diversos estudos já constataram a relação ecológica existente entre peixes nas formas de larvas, jovens e adultos, e os estandes de macrófitas aquáticas (SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2007; PELICICE et al., 2008; DIBBLE; PELICICE, 2010; GOMES et al., 2012; DUKOWSKA; GRZBKOWSKA, 2014; SOARES et al., 2014; MASSICOTTE et al., 2015; PINHEIRO et al., 2016). Estes estandes permitem a existência de nichos ecológicos, constituindo-se em um dos compartimentos mais complexos dos ecossistemas aquáticos continentais, sendo um micro-habitat de extrema importância para a ictiodiversidade, em regiões de várzea tropical.

Considerando que a utilização dos bancos de macrófitas aquáticas aumenta as chances de sobrevivência das espécies que os habitam, durante pelo menos alguma fase do seu ciclo de vida, foi avaliada a composição taxonômica, abundância e a diversidade das assembleias de juvenis de peixes associadas aos estandes de macrófitas aquáticas em lagos e canais de várzea na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), na Amazônia Central. Dessa forma, esperamos que os dados possam servir de subsídios para estratégias de conservação e manejo de ambientes aquáticos na região do médio Solimões, Amazonas.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A RDSM é uma unidade de conservação criada pelo Governo do Estado do Amazonas e situada na região Centro-Oeste desse estado. As principais fontes de água da RDSM são os rios Solimões e Japurá e o canal Auatí-Paraná (SOCIEDADE CIVIL MAMIRAUÁ, 2010). Nessa região prevalece um clima tropical úmido, com pluviosidade anual média de 2.373mm (AYRES, 1993), e uma temperatura média anual em torno de 27°C, sujeita a inundações periódicas. A geomorfologia permite a ocorrência de um grande número de ambientes aquáticos dentro da Reserva, como lagos e canais. As coletas foram realizadas durante dois anos consecutivos (2010 e 2011) em lagos (Pagão, Juruá Grande e Taracoá) e canais (Apara e trechos 1 e 2 do Mamirauá), no interior da RDSM (Figura 1), que está situada na confluência dos rios Solimões e Japurá (QUEIROZ, 2007; RAMALHO et al., 2009).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, destacando os locais de coleta na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) - Amazônia Central, Brasil. / **Figure 1.** Location of the study area, highlighting the collection sites in the Mamirauá Sustainable Development Reserve (RDSM) - Central Amazonia, Brazil.

### Amostragens

As amostragens ocorreram em habitat de macrófitas aquáticas, compostos por gramíneas: *Paspalum repens* P.J., Bergius e *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc, e por bancos flutuantes menores de *Eichornia crassipes* Mart. (Solms), *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia* spp. Os peixes juvenis foram coletados em período diurno, por meio de um apetrecho denominado “pene-

irão” (rede com malha de 500 µm, presa a um aro retangular de 1,5 x 1,0 m), o qual foi introduzido sob a vegetação e levantado rapidamente. Os indivíduos capturados foram submetidos à benzocaína (250 mg L<sup>-1</sup>) e acondicionados em frascos de polietileno devidamente etiquetados, contendo fixador (solução formalina a 10%). Em cada corpo de água mencionado foram realizadas três amostragens padronizadas com o mesmo esforço de coleta (três lances) em bancos mistos de macrófitas, de tamanhos e de formatos aleatórios, totalizando 36 coletas nos dois anos.

Na camada superficial da água, nesses bancos, as variáveis ambientais: temperatura superficial da água (°C), condutividade elétrica (µS cm<sup>-1</sup>), pH e oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>) foram registradas, por meio de potenciômetros digitais.

Os dados de precipitação pluviométrica e os dados fluviométricos foram fornecidos pela estação meteorológica localizada na RDSM, através do banco de dados de monitoramento (<http://www.mamiraua.org.br>), do IDSM.

### Análise de laboratório

Em laboratório, os peixes juvenis foram quantificados e identificados ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de chaves taxonômicas, bibliografias especializadas (SANTOS et al., 2004; BRITSKI et al., 2007; SOARES et al., 2011) e algumas identificações foram confirmadas por especialistas. Foram classificados como juvenis os indivíduos que já haviam concluído seu desenvolvimento larval, com completa formação dos raios das nadadeiras e surgimento das escamas (NAKATANI et al., 2001).

Após a identificação, os indivíduos foram lavados em água corrente e transferidos para álcool 70% para conservação. O hábito alimentar das espécies foi descrito baseado em informações obtidas em estudos específicos (HAHN et al., 1997; LOWE-McCONNELL, 1999; DURÃES et al., 2001; LUZ et al., 2001; PEREIRA; RESENDE, 2006; BOZZA; HAHN, 2010), bem como sua importância comercial (FERREIRA et al., 1998; SANTOS et al., 2006; SOARES et al., 2011).

### Análise de dados

Os dois anos de amostragem foram reunidos para investigar o uso do habitat pelos juvenis de peixes amazônicos identificados.

A riqueza foi definida como o número de espécies encontradas nos lagos e canais. Para caracterizar a diversidade de espécies foi empregado o índice de Shannon-Wiener e, com base nas abundâncias das espécies, foi calculada a equitabilidade de Pielou (J') (MAGURRAN, 2003). As diferenças de abundância relativa, diversidade e equitabilidade, entre os ambientes foram testadas com análise de variância (ANOVA; one way). Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram avaliados usando o teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando a ANOVA foi significativa, o teste de Tukey foi aplicado para determinar qual ambiente (fatores independentes) diferia. A mesma análise foi utilizada para testar a variação dos parâmetros abióticos na escala espacial.

Foi realizada Análise de Componentes Principais (ACP) com a finalidade de sintetizar os resultados referentes às variáveis hidrológicas (oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade elétrica, índice pluviométrico e índice fluviométrico) e à abundância de juvenis de peixes. Foram retidos para a interpretação os eixos com autovalores maiores que 1,0 critério de Kaiser-Guttman, (JACKSON, 1993). Fatores abióticos que apresentaram coeficiente maior que 0,4 foram considerados biologicamente importantes para a formação dos eixos da PCA. Os autovalores indicam a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de variáveis analisado (HAIR et al., 2006).

As análises foram realizadas usando o *software* Statistica 8.0. O Nível de significância estatístico adotado para todas as análises foi de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Nenhuma diferença significativa foi verificada entre os dois anos de amostragens para as variáveis estudadas (ANOVA,  $p > 0,05$ ). Foram capturados 2.412 juvenis de peixes associados aos bancos de macrófitas aquáticas de lagos e de canais da RDSM. Os indivíduos foram distribuídos em 8 ordens, 27 famílias e 77 gêneros e distribuídos em 117 espécies (Tabela 1). A ordem Characiformes foi a mais abundante, com 38,27% dos indivíduos capturados, seguido dos Gymnotiformes (26,53%), Perciformes (26,19%), Synbranchiformes (2,70%), Siluriformes (5,91%), Tetraodontiformes (0,16%), Clupeiformes (0,14%) e Cyprinodontiformes (0,08%). Embora o número de indivíduos e de espécies tenha variado bastante entre os grupos de peixes e os ambientes estudados, Characiformes foi o mais diverso, com 57 espécies (56,41%) representadas principalmente por indivíduos de pequeno porte.

Characidae foi a família mais representativa, seguida de Cichlidae (25,19%), Sternopygidae (18,36%), Lebiasinidae

(12,24%), Erythrinidae (5,08%), Aptereronotidae (3,62%), Hipopomidae (3,49%) e Loricariidae (3,20%). As demais famílias apresentaram uma menor abundância ( $< 3\%$ ) e diversidade. As espécies que se destacaram pelas maiores porcentagens de abundâncias foram: *Mesonauta insignis* (17,54%), *Nannostomus unifasciatus* (9,53%), *Rhabdolichops* sp. (8,70%), *Eigenmannia* sp. (5,51%), *Hoplias malabaricus* (5,01%), *Mylossoma albigolum* (3,48%), representando juntas metade dos indivíduos capturados (Tabela 1).

A abundância relativa foi duas vezes maior nos canais (1.605), representando 66,54% do total coletado. Nesse ambiente foram identificadas 55 espécies de juvenis de peixes das quais se destacaram *Rhabdolichops* sp., *N. unifasciatus*, *M. insignis*, *Eigenmannia* sp., perfazendo juntas um total de 45,12% das espécies coletadas. Nos lagos, a maior diversidade foi representada pela família Characidae (29 espécies, 43,11%), entretanto as espécies dominantes foram *M. insignis*, *H. malabaricus*, *N. unifasciatus*, *Brachyhypopomus brevirostris*, *Synbranchus marmoratus* e *M. albigolum*, responsáveis por 50% dos indivíduos capturados neste ambiente (Figura 2). Das espécies identificadas, 18 foram registradas apenas nos ambientes de lagos, entretanto a maior parte do total de espécies ocorreu em ambos os ambientes.

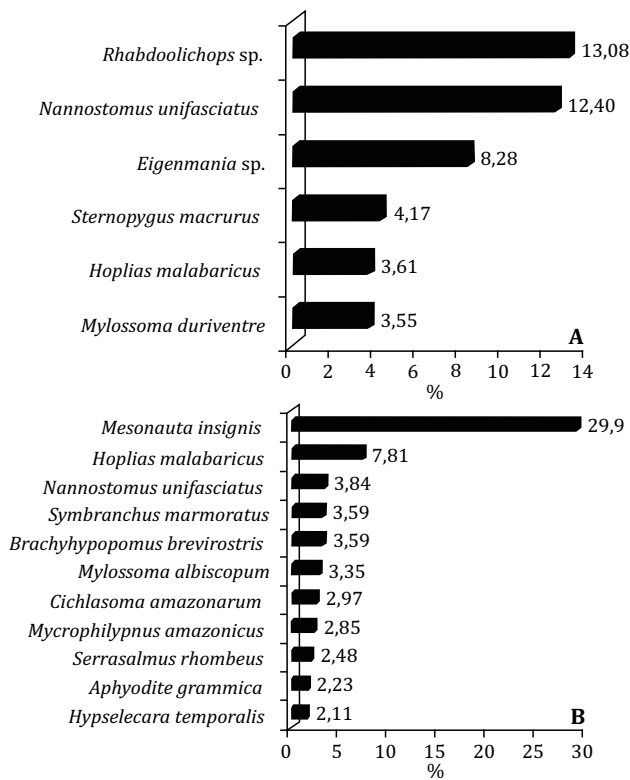
**Tabela 1.** Composição e abundância das espécies de peixes em estágio juvenil, identificadas em bancos de macrófitas aquáticas de lagos e canais da RDSM, Amazonas, Brasil. Enquadramento taxonômico segundo Reis et al. (2003). / **Table 1.** Composition and abundance of juvenile fish species identified in banks of aquatic macrophytes of lakes and channels of the RDSM, Amazonas, Brazil. Taxonomic framework according to Reis et al. (2003).

Ordem/Família/Espécie	Lagos		Canais		Categoria trófica	Interesse comercial
	N	Ar	N	Ar		
<b>CLUPEIFORMES</b>						
<b>Engraulidae</b>						
<i>Anchoviella jamesi</i> (Seale & Jordan, 1926)			3	0,19	Carnívoro	†
<b>CHARACIFORMES</b>						
<b>Anostomidae</b>						
<i>Abramites hypselonotus</i> (Günther, 1868)			3	0,19		
<i>Laemolyta</i> sp.	1	0,12	3	0,19	Onívoro	†
<i>Laemolyta taeniata</i> (Kner, 1858)	5	0,62	5	0,31	Onívoro	†
<i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)	3	0,37	12	0,75	Onívoro	†
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	4	0,50	4	0,25	Onívoro	†
<i>Leporinus</i> sp.			8	0,50		
<i>Pseudanos gracilis</i> (Kner, 1859)	2	0,25	2	0,12	Onívoro	†
<i>Schizodon fasciatus</i> (Agassiz, 1829)	4	0,50	10	0,62	Herbívoro	†
<i>Schizodon vittatus</i> (Valenciennes, 1894)			1	0,06	Herbívoro	
<b>Characidae</b>						
<i>Aphyodite grammica</i> (Eigenmann, 1912)	18	2,23			Onívoro	
<i>Bryconops</i> sp.	4	0,50				
<i>Ctenobrycon spilurus</i> (Valenciennes, 1849)	13	1,61	9	0,56	Onívoro	
<i>Hemigrammus belotii</i> (Steindachner, 1882)	10	1,24	1	0,06	Onívoro	
<i>Hemigrammus levis</i> (Durbín, 1908)	7	0,87			Onívoro	
<i>Hemigrammus ocellifer</i> (Steindachner, 1882)			1	0,06	Onívoro	
<i>Hemigrammus pulcher</i> (Ladiges, 1938)			1	0,06		
<i>Hyphessobrycon erythrostigma</i> (Fowler, 1943)			1	0,06	Herbívoro	
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	14	1,73	14	0,87		
<i>Moenkhausia dichoura</i> (Kner, 1858)	1	0,12	3	0,19	Onívoro	
<i>Moenkhausia hemigrammoides</i> (Géry, 1965)	5	0,62			Onívoro	
<i>Moenkhausia intermedia</i> (Eigenmann, 1908)	4	0,50	1	0,06	Onívoro	
<i>Moenkhausia lepdura</i> (Kner, 1858)	2	0,25	1	0,06	Onívoro	
<i>Moenkhausia naponis</i> (Böhlke, 1958)	3	0,37			Onívoro	
<i>Moenkhausia</i> sp.	1	0,12	15	0,93		
<i>Phenacogaster</i> sp.			3	0,19		
<i>Poptella</i> sp.			7	0,44		
<i>Serrapinnus cf. micropterus</i> (Eigenmann, 1907)			2	0,12	Onívoro	
<b>Ctenoluciidae</b>						
<i>Boulengerella maculata</i> (Valenciennes, 1849)	1	0,12	1	0,06	Carnívoro	
<i>Boulengerella</i> sp.	1	0,12	1	0,06		
<b>Cynodontidae</b>						
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Agassiz, 1829)			1	0,06	Piscívoro	†
<b>Curimatidae</b>						
<i>Curimatopsis</i> sp.			6	0,37		
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	3	0,37	9	0,56	Detritívoro	
<i>Steindachnerina</i> sp.	2	0,25				
<i>Psectrogaster amazonica</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	3	0,37	17	1,06	Detritívoro	†
<b>Erythrinidae</b>						
<i>Erythrinus erythrinus</i> (Schneider, 1801)			1	0,06	Onívoro	
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	63	7,81	58	3,61	Carnívoro	†
<b>Gasteropelecidae</b>						
<i>Thoracocharax stellatus</i> (Kner, 1858)			1	0,06	Onívoro	
<b>Lebiasinidae</b>						
<i>Copella</i> sp.			1	0,06		
<i>Nannostomus eques</i> (Steindachner, 1882)	16	1,98	21	1,31	Onívoro	
<i>Nannostomus unifasciatus</i> (Steindachner, 1876)	31	3,84	199	12,40	Onívoro	
<i>Pyrrhulina brevis</i> (Steindachner, 1876)	2	0,25	18	1,12	Onívoro	
<i>Pyrrhulina laeta</i> (Cope, 1872)			1	0,06	Onívoro	
<i>Pyrrhulina semifasciata</i> (Steindachner, 1876)	1	0,12	3	0,19	Onívoro	
<i>Pyrrhulina</i> sp.			1	0,06		
<b>Prochilodontidae</b>						
<i>Semaprochilodus insignis</i> (Jardine & Schomburgk, 1841)	1	0,12	3	0,19	Detritívoro	†
<b>Serrasalminidae</b>						
<i>Metynnis</i> sp.	1	0,12	1	0,06		

Cont.

**Tabela 1.** Composição e abundância das espécies de peixes em estágio Juvenil, identificadas em bancos de macrófitas aquáticas de lagos e canais da RDSM, Amazonas, Brasil. Enquadramento taxonômico segundo Reis et al. (2003). / **Table 1.** Composition and abundance of juvenile fish species identified in banks of aquatic macrophytes of lakes and channels of the RDSM, Amazonas, Brazil. Taxonomic framework according to Reis et al. (2003).

Ordem/Família/Espécie	Lagos		Canais		Categoria trófica	Interesse comercial
	N	Ar	N	Ar		
<i>Myleus</i> sp.			7	0,44		
<i>Mylossoma aureum</i> (Spix & Agassiz, 1829)			10	0,62	Onívoro	†
<i>Mylossoma albiscopum</i> (Cope, 1872)			57	3,55	Onívoro	†
<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	13	1,61	23	1,43	Piscívoro	†
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	20	2,48	28	1,74	Onívoro	†
<i>Serrasalmus</i> sp.	7	0,87	19	1,18		
<i>Serrasalmus spilopleura</i> (Kner, 1858)	1	0,12	8	0,50	Piscívoro	†
<b>Triporthetidae</b>						
<i>Triporthetus albus</i> (Cope, 1872)			1	0,06	Onívoro	†
<i>Triporthetus angulatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	2	0,25	17	1,06	Onívoro	†
<i>Triporthetus auritus</i> (Günther, 1864)			14	0,87	Onívoro	†
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>						
<b>Rivulidae</b>						
<i>Anablepsoides</i> sp.			2	0,12		
<b>GYMNOTIFORMES</b>						
<b>Apteronotidae</b>						
<i>Adontosternarchus balaenops</i> (Cope, 1878)	1	0,12	44	2,74	Carnívoro	
<i>Adontosternarchus cf. clarkae</i> (Mago-Leccia et al., 1985)	1	0,12			Carnívoro	
<i>Adontosternarchus</i> sp.			13	0,81		
<i>Apteronotus bonapartii</i> (Castelnau, 1855)			2	0,12	Carnívoro	
<i>Parapteronotus hasemani</i> (Ellis, 1913)	6	0,74	1	0,06	Carnívoro	
<i>Sternarchogiton</i> sp.			19	1,18		
<b>Gymnotidae</b>						
<i>Gymnotus anguillaris</i> (Hoedeman, 1962)			9	0,56	Carnívoro	
<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)			5	0,31	Carnívoro	
<i>Gymnotus</i> sp.	5	0,62	6	0,37		
<b>Hypopomidae</b>						
<i>Brachyhypopomus brevisrostris</i> (Steindachner, 1868)	29	3,59	28	1,74	Carnívoro	
<i>Brachyhypopomus pinnicaudatus</i> (Hopkins, 1991)	4	0,50			Carnívoro	
<i>Steatogenys elegans</i> (Steindachner, 1880)	8	0,99	15	0,93		
<b>Sternopygidae</b>						
<i>Eigenmannia limbata</i> (Schreiner & Miranda-Ribeiro, 1903)	8	0,99			Carnívoro	
<i>Eigenmannia</i> sp.			133	8,29		
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes, 1847)	1	0,12	21	1,31	Carnívoro	
<i>Rhabdolichops</i> sp.			210	13,08		
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)			67	4,17	Carnívoro	
<i>Sternopygus</i> sp.	1	0,12				
<b>CICHLIFORMES</b>						
<b>Cichlidae</b>						
<i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)	9	1,12	2	0,12	Carnívoro	
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	8	0,99	13	0,81	Onívoro	†
<i>Apistogramma agassizii</i> (Steindachner, 1875)	11	1,36	7	0,44	Onívoro	
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	3	0,37	3	0,19	Onívoro	†
<i>Cichla monoculus</i> (Spix & Agassiz, 1831)	2	0,25	2	0,12	Piscívoro	†
<i>Cichlasoma amazonarum</i> (Kullander, 1983)	24	2,97	16	1,00	Piscívoro	†
<i>Crenicichla</i> sp.	2	0,25				
<i>Crenicichla vittata</i> (Heckel, 1840)	14	1,73	7	0,44	Carnívoro	
<i>Heros appendiculatus</i> (Castelnau, 1855)	4	0,50	2	0,12	Onívoro	†
<i>Heros efasciatus</i> (Heckel, 1840)	5	0,62	6	0,37	Onívoro	†
<i>Hypselecar temporalis</i> (Günther, 1862)	17	2,11	2	0,12	Carnívoro	
<i>Mesonauta insignis</i> (Heckel, 1840)	241	29,86	182	11,34	Herbívoro	†
<i>Pterophyllum leapoldi</i> (Gosse, 1963)	3	0,37			Onívoro	
<i>Pterophyllum scalare</i> (Schultze, 1823)	2	0,25	12	0,75	Onívoro	
<i>Pterophyllum</i> sp.	5	0,62				
<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	1	0,12			Onívoro	†
<b>Eleotridae</b>						
<i>Mycrophilypnus amazonicus</i> (Myers, 1927)	23	2,85	1	0,06	Onívoro	
<b>SILURIFORMES</b>						
<b>Auchenipteridae</b>						
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	8	0,99	14	0,87	Carnívoro	
<b>Aspredinidae</b>						
<i>Bunocephalus coracoideus</i> (Cope, 1874)	1	0,12				
<b>Callichthyidae</b>						
<i>Dianema longibarbis</i> (Cope, 1870)	1	0,12	4	0,25	Onívoro	
<i>Lepthoplosternum beni</i> (Reis, 1997)			2	0,12	Onívoro	
<i>Megalechis personata</i> (Ranzani, 1841)	1	0,12	1	0,06	Onívoro	
<i>Megalechis picta</i> (Müller & Troschel, 1849)	1	0,12			Onívoro	
<i>Megalechis</i> sp.			1	0,06		
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)			2	0,12	Onívoro	
<b>Doradidae</b>						
<i>Anadoras grypus</i> (Cope, 1872)			1	0,06	Onívoro	
<i>Doras punctatus</i> (Kner, 1853)			1	0,06	Onívoro	
<i>Pterodoras granulatus</i> (Valenciennes, 1821)	5	0,62	8	0,50	Onívoro	
<i>Rhyncodoras xingui</i> Klausewitz, (Rossel, 1961)			2	0,12	Onívoro	
<b>Loricariidae</b>						
<i>Dekeyseria amazonica</i> (Rapp Py-Daniel, 1985)			14	0,87	Detritívoro	
<i>Farlowella</i> sp.	5	0,62	1	0,06		
<i>Hypoptopoma gulare</i> (Cope, 1888)			11	0,69	Onívoro	
<i>Oxyropsis cf. acutirostris</i> (Miranda Ribeiro, 1951)	4	0,50	1	0,06	Detritívoro	
<i>Loricaria cf. nickeriensis</i> (Isbrücker, 1979)	1	0,12			Detritívoro	
<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castelnau, 1855)	10	1,24	25	1,56	Ilíofago	†
<i>Rineloricaria</i> sp.	3	0,37	2	0,12		
<b>Pimelodidae</b>						
<i>Pimelodus blochii</i> (Valenciennes, 1840)			10	0,62	Onívoro	†
<i>Pimelodus</i> sp.			2	0,12		
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>						
<b>Synbranchidae</b>						
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	29	3,59	27	1,68	Piscívoro	
<i>Synbranchus</i> sp.	4	3,59	5	1,68		
<b>TETRAODONTIFORMES</b>						
<b>Tetraodontidae</b>						
<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel, 1848)			4	0,25	Carnívoro	
Total			807	1605		



**Figura 2.** Composição das espécies de juvenis de peixes mais abundantes (%) coletadas nos bancos de macrófitas aquáticas em canais (a) e lagos (b) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazônia Central, AM. / **Figure 2.** Composition of the most abundant fish juveniles (%) collected in the aquatic macrophyte banks in channels (a) and lakes (b) in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, AM.

Apesar da riqueza de espécies ter sido maior nos canais (55 espécies) do que nos lagos (44), não foram observadas grandes diferenças na equitabilidade ( $0,77 \pm 0,12$ ) e na diversidade de Shannon-Wiener ( $2,34 \pm 0,78$ ) dos canais em relação a equitabilidade ( $0,70 \pm 0,10$ ) e diversidade ( $2,20 \pm 0,73$ ) dos lago, indicando um número razoável de espécies em comum nos ambientes (Tabela 2). Em geral, não houve diferenças significativas entre lagos e canais ( $p > 0,05$ ) suficientes para separar espacialmente os resultados, embora a riqueza e abundância das assembleias de juvenis de peixes tenham sido superior nos canais (Tabela 3).

Das espécies capturadas, 29 são consideradas de importância comercial e de subsistência para a região, representando 88,49% dos indivíduos coletados. Seis dessas espécies frequentemente dominam os desembarques dos mercados locais. São elas: *Semaprochilodus insignis*, *Cichla monoculus*, *M. albiscopum*, *Triportheus auritus*, *Astronotus ocellatus* e *Pygocentrus nattereri*.

**Tabela 2.** Número de espécies (S), número de indivíduos (N), índice de equitabilidade (J') e diversidade (H') em lagos e canais de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazônia Central, AM. / **Table 2.** Numbers of species (S) and individuals (N), equitability index (J') and diversity (H') in floodplain lakes and channels of the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, AM.

Ambientes	S	N	J'	H'
Lagos	44	561	0,70	2,20
Canais	55	1,262	0,77	2,34

**Tabela 3.** Análise de variância (ANOVA) dos índices ecológicos para as assembleias de juvenis de peixes associadas às macrófitas aquáticas em lagos e canais de várzea, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazônia Central, AM. / **Table 3.** Analysis of variance (ANOVA) of the ecological indexes for fish juvenile assemblages associated with aquatic macrophytes in floodplain lakes and channels, in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, AM.

Variável	SS	GL	MS	F	P
Número de indivíduos (N)	95761	1	95760	1,31	0,26 ns
Número de espécie (S)	80,667	1	80,667	0,35	0,55 ns
Equitabilidade de Pielou (J')	0,0016	1	0,0016	0,08	0,77 ns
Diversidade de Shannon (H')	0,0544	1	0,05447	0,07	0,78 ns

GL - Grau de Liberdade; ns - não significativo

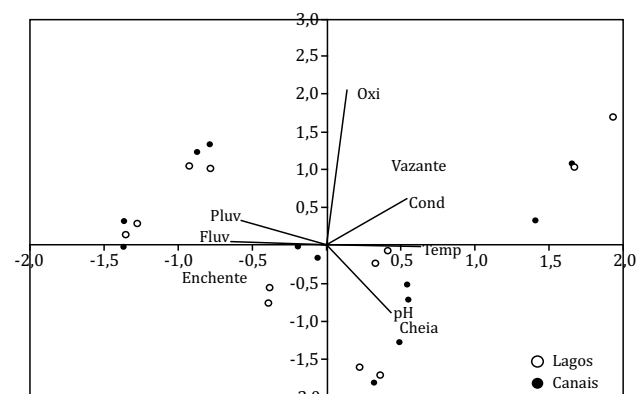
As formas jovens de espécies migradoras como *Mylossoma aureum*, *M. albiscopum*, *Triportheus albus*, *Triportheus angulatus*, *T. auritus* e *Semaprochilodus insignis*, comuns nos bancos de macrófitas, foram capturadas tanto nos lagos quanto nos canais de várzea da RDSM. Vale ressaltar que *Colossoma macropomum*, espécie comum em ambientes de várzea e habitat de macrófitas aquáticas (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1999; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001), não foi registrada neste estudo.

Os indivíduos identificados a nível específico foram classificados em seis categorias tróficas, sendo elas: detritívoros, herbívoros, onívoros, piscívoros, carnívoros e iliofagos. A maior riqueza de espécies foi encontrada nas categorias onívora e carnívora, com 48 e 18 espécies, respectivamente (Tabela 1). Juntas, essas categorias representam, no total das amostras, cerca de 47% dos indivíduos e 54,5% da riqueza de espécies coletadas sob os bancos de macrófitas. Entretanto, o número de indivíduos pertencentes à categoria herbívora foi maior do que na carnívora. O número de categorias tróficas variou em cada ambiente, de dois a nove, sendo que a predominância foi de onívoros em ambos os ambientes.

Os dois primeiros eixos da PCA juntos explicaram 80,17% da variabilidade dos dados. PC1 apresentou um autovalor de 3,70 e explicou 51,69% da variabilidade e o PC2 teve um autovalor de 1,11 e explicou 18,58% da variabilidade dos dados (Tabela 4). A partir do ordenamento dos dados percebem-se diferenças entre as variáveis hidrológicas com relação aos locais de coleta. A variável que mais influenciou foi a condutividade elétrica para a formação do primeiro eixo (PC1), enquanto a variável que mais contribuiu negativamente foi o nível fluviométrico. A variável oxigênio dissolvido contribuiu positivamente enquanto pH contribuiu negativamente à formação do segundo eixo PC2 (Figura 3).

**Tabela 4.** Resultados da Análise de Componentes Principais aplicada para resumir as variáveis ambientais, obtidas nas estações de coleta em lagos e canais de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazônia Central, AM. / **Table 4.** Results of Principal Component Analysis applied to summarize the environmental variables obtained at the sampling stations in floodplain lakes and channels of the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, AM.

	PC 1	PC 2
Oxigênio Dissolvido	0,10	0,88
pH	0,33	-0,38
Temperatura	0,49	0,00
Condutividade Elétrica	0,42	0,26
Nível Fluviométrico	-0,51	0,02
Índice Pluviométrico	-0,45	0,14
Autovalores (?)	3,70	1,11
Variabilidade (%)	51,69	18,58



**Figura 3.** Análises de PCA entre as variáveis ambientais e os locais de coleta em lagos e canais de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazônia Central, AM. / **Figure 3.** PCA analyzes between the environmental variables and the sampling sites in floodplain lakes and channels of the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazonia, AM.

## Discussão

Demonstramos aqui que as macrófitas aquáticas, presentes nas margens de lagos e canais de várzea tropical, são habitats adequados para criação, proteção e desenvolvimento da ictiofauna, reforçando sua importância para o recrutamento dos peixes nesse ecossistema. Essa relevância é caracterizada pela elevada abundância de espécimes de peixes em estágio juvenil (gônadas imaturas), de pequeno e médio porte, registrada nesses habitats, no interior da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), localizada na Amazônia Central brasileira. Além disso, a importância desses habitats como refúgio e criadouro de uma variedade de espécies de peixes é reforçada aqui pela presença de indivíduos de espécies tanto diurnas (Characiformes e Cichlidae) quanto essencialmente noturnas (Gymnotiformes, Siluriformes, Symbranchidae).

Resultados semelhantes foram registrados em estudos no rio Orinoco (MACHADO-ALLINSON, 1987) e na bacia do rio Paraná (MESCHIATTI et al., 2000), onde as raízes das macrófitas são colonizadas por estágios juvenis de muitas espécies migradoras e de interesse econômico. Embora a importância das macrófitas para as fases juvenis dos peixes seja reportada em diversos estudos (CONROW et al., 1990; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001; CASATTI et al., 2003; PELICICE et al., 2005; PELICICE; AGOSTINHO, 2006; PINHEIRO et al., 2016), a relação desses indivíduos, nas fases iniciais de vida, com esse habitat ainda é pouco compreendida na região tropical, especialmente a amazônica.

As fases iniciais de desenvolvimento dos peixes, como o estágio juvenil, são períodos críticos no ciclo de vida desses organismos, devido ao elevado índice de mortalidade por predação. Isso explica sua associação às macrófitas, uma vez que as partes submersas dessas vegetações formam um habitat ideal para proteção (FORSBERG et al., 1993; PIEDADE et al., 1994; JUNK et al., 2000; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001). A procura por esses locais deve-se à capacidade visual dos peixes em detectar predadores, levando as espécies a procurar ambientes mais protegidos como a parte submersa das macrófitas (MASSICOTTE, et al. 2015).

A alta diversidade de espécies de peixes, habitando as raízes das macrófitas aquáticas em lagos e canais de várzeas da RDSM, citada no presente trabalho, é semelhante à observada por Sánchez-Botero e Araújo-Lima (2001) e Petry et al. (2003), em lagos na Amazônia Central. Entretanto, o estudo feito por Henderson e Hamilton (1995), para a própria Reserva Mamirauá, registrou um número consideravelmente menor de espécies (79). Outros trabalhos relacionados a macrófitas na região amazônica, como o médio rio Solimões (SOARES et al., 2014; PRADO et al., 2010) e o baixo Amazonas (PINHEIRO et al., 2016), também atestaram menor riqueza de espécies, quando comparados com os dados aqui apresentados. Essa diferença pode estar relacionada às distintas metodologias, especialmente à utilizada no presente estudo, que é específica para a coleta dos estágios juvenis de peixes, por ser constituída por uma malha de tamanho reduzido (500µm), enquanto que na maioria dos trabalhos realizados em macrófitas aquáticas, as coletas são realizadas com rede de arrasto constituídas com malhas de aberturas entre nós muito grande (em média 6mm), impedindo a captura de espécimes de menor tamanho. Isso revela que a diversidade de peixes nas macrófitas, em ambientes de várzea, deve ser ainda maior do que a reportada na literatura, dependendo da fase ontogenética capturada.

A dominância dos Characiformes, associados a macrófi-

tas, tanto em número de espécies quanto de indivíduos, é característica da ictiofauna Amazônica (ARAÚJO-LIMA et al., 1986; LOWE-McCONNELL, 1999; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001; SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2003) e já foi observada em diferentes espécies de vegetação flutuante de outras regiões neotropicais (DELARIVA et al., 1994; MESCHIATTI et al., 2000). A principal explicação para a predominância dessa ordem em bancos de macrófitas aquáticas, principalmente juvenis e peixes pequenos parece estar relacionada a condições ambientais como refúgio, oxigênio dissolvido e disponibilidade de alimento (DELARIVA et al., 1994), assim como a capacidade visual dessas espécies em detectar predadores (SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2003).

A presença e a relativa abundância da ordem Gymnotiformes devem estar associadas a um conjunto de fatores que a torna adaptada ao habitat de macrófitas aquáticas. Fatores como comportamento sedentário, tolerância a baixos níveis de oxigênio, formato e coloração do corpo, alimentação e estratégias reprodutivas (MACHADO-ALLISON, 1990; HENDERSON; HAMILTON, 1995; CRAMPTON, 1998). Além disso, espécies desse grupo possuem especializações morfológicas que facilitam as atividades em luz limitada, localizando suas presas por órgãos eletrossensoriais (MACIVER et al., 2001).

Por outro lado, a baixa participação dos Clupeiformes pode ser explicada por eles serem peixes pelágicos, característicos de águas abertas, regiões limnéticas dos rios, braços, paranás, canais (ou canos) e lagos, que geralmente possuem altas temperaturas durante o dia. Nessas regiões de várzea, o principal ambiente de águas abertas são os próprios rios e as formações florestadas sazonalmente alagadas (CRAMPTON, 1999). Isso revela que esses indivíduos não devem utilizar as macrófitas como berçário (SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001). Embora os Siluriformes sejam frequentes, sua baixa representatividade pode estar relacionada ao comportamento ativo noturnamente, refugiam-se durante o dia, evitando serem predados (LOWE-McCONNELL, 1999).

Foi observada uma alta similaridade tanto na composição de indivíduos quanto nos índices ecológicos analisados, mesmo com a maior abundância relativa desses espécimes ocorrendo nos canais. Essa semelhança deve ser proporcionada principalmente pela conexão entre os lagos e os canais, e deles com o rio principal. Essa conexão favorece a influência de outros fatores, como a velocidade de correntes, o volume e o tempo de residência da água (HENDERSON, 1999) e a complexidade dos habitats presentes (MESCHIATTI et al., 2000; PELICICE; AGOSTINHO, 2006). Portanto, os lagos e os canais são igualmente importantes para o sucesso reprodutivo de diversas espécies de peixes, em regiões de várzea tropical.

Os bancos de macrófitas aquáticas da várzea de Mamirauá servem de berçário para várias espécies de peixes de interesse comercial na região, como *S. insignis*, *C. monoculus*, *M. abiscopum*, *T. auritus*, *A. ocellatus* e *P. nattereri*, as quais, de acordo com Ferraz; Lima; Amaral (2012), apresentam as mais altas taxas de desembarque nos mercados da região do médio Solimões, com destaque para a espécie *M. duriventre*, que chega a alcançar as maiores taxas na produção pesqueira em toda a região Amazônica (VIANA, 2004; SANTOS et al., 2006; BATISTA et al., 2004). As macrófitas também são amplamente utilizadas por espécies migradoras (*M. aurem*, *M. albiscopum*, *T. albus*, *T. angulatus*, *T. auritus* e *S. insignis*), que realizam deslocamentos periódicos entre as áreas de várzea e o rio (FERNANDES, 1997; WINEMILLER; JEPSEN, 1998).

Em regiões tropicais, a maioria das espécies de peixes apresenta amplo espectro alimentar, devido à grande diversidade de alimentos (HAHN et al., 1997; LOWE-McCONNELL, 1999; WOOTTON, 1990). Assim, se constitui uma interação entre a qualidade/quantidade do alimento disponível no ambiente e o grau das restrições morfológico-comportamentais exibidas pelas espécies, que é passível de variações ontogenéticas (LUZ et al., 2001), como as espécies registradas aqui. Desta maneira, os peixes onívoros apresentam uma grande plasticidade em sua dieta, sem predomínio de recursos em particular. Logo, eles consomem indistintamente, desde algas até vegetais superiores e de invertebrados até peixes (LUZ et al., 2001). Então, a predominância de peixes onívoros nos bancos de macrófitas da RDSM é devido às partes submersas dessa vegetação (talos, folhas e raízes), que são utilizadas na alimentação de espécies, por exemplo, de ciclídeos (MACHADO, 2003). Além disso, elas são colonizadas por insetos e invertebrados aquáticos que podem servir de alimento para a maioria das espécies de peixes no estágio juvenil (POI De NEIFF; CARIGNAN, 1997; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001).

As espécies carnívoras ingerem vários itens alimentares de origem animal, como insetos aquáticos (Hemiptera e Odonata) (SANTOS et al., 2009; MAGALHÃES et al., 2015) ou outros peixes (LUZ et al., 2001), assim essa categoria se destaca em número de espécies no presente trabalho porque os organismos encontram, no emaranhado de raízes das plantas aquáticas, um substrato que abriga uma rica fauna de animais aquáticos, semi-aquáticos e terrestres (JUNK, 1973), que são utilizados na alimentação.

Apesar do baixo número de espécies herbívoras, destacamos uma elevada representatividade da espécie *M. insignis*, a qual ingere predominantemente partes de vegetais como folhas, talos, sementes e frutos, ou algas filamentosas (LUZ, et., al 2001). Portanto, essa espécie encontra nas partes submersas das macrófitas aquáticas um local com fonte direta de alimento (MACHADO, 2003; SANTOS et al., 2009), indicando que há outros fatores favoráveis à permanência desse grupo nas macrófitas aquáticas ou que eles dificultam a presença de outras espécies herbívoras.

As variáveis limnológicas não apresentaram grandes variações entre os lagos e canais estudados e nenhuma exibiu valores para restringir a distribuição dos juvenis de peixes. Esperava-se que essas variáveis influenciassem as assembleias, já que alguns estudos demonstram relação entre esses parâmetros e a distribuição de peixes em várzeas (ESCALERA-VÁZQUEZ; ZAMBRANO, 2010), assim como seu desenvolvimento inicial em macrófitas aquáticas (DELARIVA et al., 1994; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001; NAKATANI et al., 2001). Essa relação entre fatores ambientais e a distribuição e reprodução dos peixes já tem sido observada em regiões temperadas (NASCIMENTO; NAKATANI, 2006; RIBEIRO; MOREIRA, 2012), onde as variáveis influenciam mais do que nas tropicais (CRAMPTON, 1999; ZACARDI; PONTE, 2016). De fato, observamos aqui que, quando associadas às macrófitas aquáticas de regiões tropicais, as variáveis limnológicas testadas não exercem influência considerável na composição e na distribuição dos juvenis de peixes.

Em geral, as assembleias de peixes estão diretamente relacionadas à presença dos bancos de macrófitas aquáticas, que abrigam uma grande diversidade de peixes. Assim, a conservação desse habitat é essencial para garantir o recrutamento biológico, sendo, portanto, de extrema importância a introdução deles na gestão e manejo sustentável

dos recursos naturais, em regiões de várzea tropical como a Amazônia. A diminuição das macrófitas nesse ambiente certamente causará impactos negativos sobre as assembleias de peixes associadas, levando a possível perda de biodiversidade.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) pelo suporte financeiro e ao Laboratório de Biologia e Organismos Aquáticos (LABIO-UFPA) pelo apoio técnico. Ao Dr. Jansen S. Zuanon e ao Dr. Jaime R. Carvalho Júnior pelo auxílio na identificação dos juvenis de peixes. Agradecemos ainda aos assistentes de campo Jonas Oliveira Martins e Franciney Martins pelo apoio durante as coletas, e aos funcionários do setor de operações e logística do IDSM, os quais possibilitaram as coletas dos dados, no período de estudo.

### Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; L. C. GOMES; H. I. SUZUKI; H. F. JÚLIO-JR. Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil. In: CAROLSFELD, J.; J. HARVEY; C. ROSS; A. BAER (eds.). **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Victoria, Canada: International Development Research Centre and The World Bank, 2003. p. 19-98.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; PORTUGAL, L. P. S.; FERREIRA, E. G. Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas archipelago, a black water system in the Central Amazon. **Journal of Fish Biology**, v. 29, p. 1-11, 1986.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. 1999. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Sociedade Civil Mamirauá/CNPq/Rainforest Alliance. Brasília, DF. 186p.
- AYRES, J. M. **As matas de várzea do Mamirauá, médio rio Solimões**. Rio de Janeiro, RJ: CNPq/PTU, SCM, 1993. 123 p.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. Manaus: Ibama/Provárzea. 2004. p. 63-151
- BOZZA, A. N.; HAHN, N. S. Uso de recursos alimentares por peixes imaturos e adultos de espécies piscívoras em uma planície de inundação neotropical. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 217-226, 2010.
- BRITSKI, B. H.; SILIMONK A.; LOPES, Z. S. **Peixes do Pantanal, Manual de identificação**. Embrapa-CPAP, Corumbá, Embrapa-SPI, Brasília, 2007. 184 p.
- CASATTI, L.; MENDES, H. F.; FERREIRA, K. M. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana reservoir, Paranapanema river, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 213-222. 2003.
- CONROW, R.; ZALE, A. V.; GREGORY, R. W. Distributions and abundances of early life stages of fishes in a Florida lake dominated by aquatic macrophytes. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 119, p. 521-528. 1990.
- CRAMPTON, W. G. R. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gimnotiform fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 307-331, 1998.
- CRAMPTON, W. G. R. Os peixes da Reserva Mamirauá: diversidade e história natural da planície alagável da Amazônia. In: QUEIROZ, H. L.; CRAMPTON, W. G. (Eds). **Estratégia para manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá**. Brasília: SCM/MCT- CNPq. 1999. v. 36, 10 p.
- DELARIVA, R. L.; AGOSTINHO, A. A.; NAKATANI, K. BAUMGARTNER, G. Ichthyofauna associated to aquatic macrophytes in the upper Parana River floodplain. **Revista Unimar**, v. 16, p. 41-60, 1994.
- DIBBLE, E. D.; PELICICE, F. M. Influence of aquatic plant-specific habitat on assemblage of small neotropical floodplain fishes. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 19, p. 381-389, 2010.
- DIEHL, S.; EKLOV, P. **Effects of piscivore-mediate habitat use on resources, diet and comparative zoology**. Harvard College, Cambridge, USA. 1995. 101pp.
- DUKOWSKA, M.; GRZBKOWSKA, M. Coexistence of Fish Species in a Large Lowland River: Food Niche Partitioning between Small-Sized Percids, Cyprinids and Sticklebacks in Submersed Macrophytes. **PLoS ONE**, v. 9, 2014.
- DURÃES, R.; POMPEU, P. S.; GODINHO, A. A. L. Alimentação de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) durante a formação de um reservatório no sudeste do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 90, p. 183-191, 2001.

- ESCALERA-VÁZQUEZ, L. H.; ZAMBRANO, L. The effect of seasonal variation in abiotic factors on fish community structure in temporary and permanent pools in a tropical wetland. *Freshwater Biology*, v. 55, p. 2557-2569, 2010.
- FERNANDES, C. C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 6, p. 36-44, 1997.
- FERRAZ, P.; LIMA, D.; AMARAL, E. **Principais espécies desembarcadas em Tefé**. In: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (Série Desembarque Pesqueiro, 1) Estatística do Monitoramento do desembarque pesqueiro na região de Tefé-Médio Solimões: Os primeiros 16 anos (1992-2007), 2012. 179 p.
- FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S.; SANTOS, G. M. 1998. **Peixes comerciais do Médio Amazonas**: região de Santarém, Pará. Edições IBAMA. 214p.
- FORSBERG, B. R.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the central Amazon. *Ecology*, v. 74, p. 507-515, 1993.
- GOMES, L. C.; BULLA, C. K.; AGOSTINHO, A. A.; VASCONCELOS, L. P.; MIRANDA, L. E. Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. *Hydrobiologia*, v. 685, p. 97-107, 2012.
- GRENOUILLET, G.; PONT, D. Juvenile fishes in macrophyte beds: influence of food resources, habitat structure and body size. *Journal of Fish Biology*, v. 59, p. 939-959, 2001.
- HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOITEIN, R. Feeding ecology of curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu Reservoir and Porto Rico floodplain. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 9, p. 11-22, 1997.
- HAIR, Jr.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. 2006. **Multivariate Data Analysis**. 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- HENDERSON, P. A. O ambiente aquático da Reserva Mamirauá. In: QUEIROZ, H. L.; CRAMPTON, W. G. R. (Eds). **Estratégias de Manejo de recursos Pesqueiros em Mamirauá**. Brasília: SCM/MCT-CNPq, 1999, v. 1, 1-9 p.
- HENDERSON, P. A.; CRAMPTON, W. G. R. A comparison of fish diversity and abundance between nutrient-rich and nutrient-poor lakes in the Upper Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, v. 13, p. 173-198, 1997.
- HENDERSON, P. A.; HAMILTON, H. F. Standing crop and distribution of fish in drifting and attached floating meadow within and Upper Amazonian várzea lake. *Journal of Fish Biology*, v. 47, p. 266-276, 1995.
- JACKSON, D. A. 1993. **Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches**. *Ecology* 74: p. 2204-2214.
- JUNK, W. J. Áreas inundáveis: um desafio para a Limnologia. *Acta Amazonica*, v. 10, p. 775-795, 1980.
- JUNK, W. J. Investigations on the ecology and production biology of the floating meadows (Paspalum-Echinochloa) on the middle Amazon. Parte II: The aquatic fauna in the root zone of the floating vegetation. *Amazoniana*, Kiel, v. 4, p. 9-102, 1973.
- JUNK, W. J.; IHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F.; SOARES, M. G. M. The Central Amazon floodplain: actual and options for a sustainable management. In: JUNK, W. J.; IHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F.; SOARES, M. G. M. (Eds). **Actual use and options for the sustainable management of the Central Amazon floodplain: Discussion and Conclusions**. Leiden: Backhuys Publishers, p. 535-580, 2000.
- JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 10, p. 153-173, 2007.
- LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999, 534p.
- LUZ, K. D. G.; ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Caracterização trófica da ictiofauna de três lagos da planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 23, p. 401-407, 2001.
- MACHADO, H. M. **Determinação da biomassa da cana-de-açúcar considerando a variação espacial de dados espectrais do satélite Landsat7 ETM+**. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.
- MACHADO-ALLISON A. **Los Peces de los Llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural**. Universidad Central de Venezuela, CDCH, Caracas. 1987.
- MACHADO-ALLISON, A. Ecology of fish from the floodplains of Venezuela. *Interciencia*, v. 15, p. 411-423, 1990.
- MACIVER, M. A.; SHARABASH, N. M.; NELSON, M. E. Prey-capture behavior in gymnotid electric fish: motion analysis and effects of water conductivity. *Journal of Experimental Biology*, v. 204, p. 543-557, 2001.
- MAGALHÃES, E. R. S.; YAMAMOTO, K. C.; ANJOS, H. D. B.; LOEBENS, S. C.; SOARES, M. G. M. Bancos de macrófitas aquáticas em lago de várzea: alimentação de duas espécies de peixes na região de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, v. 3, n., p. 25-40, 2015.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Press, 2003, 255 p.
- MASSICOTTE, P.; BERTOLO, A.; BRODEUR, P.; HUDON, C.; MINGELBIER, M.; MAGNAN, P. Influence of the aquatic vegetation landscape on larval fish abundance. *Journal of Great Lakes Research*, v. 41, p. 873-880, 2015.
- MEERHOFF, M.; MAZZEO, N.; MOSS, B.; RODRÍGUEZ-GALLEGO, L. The structuring role of free-floating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. *Aquatic Ecology*, v. 37, p. 377-391, 2003.
- MESCHIATTI, J.; ARCIFA, M. S.; FENERICH-VERANI, N. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. *Environmental Biology of Fishes*, v. 58, p. 133-143, 2000.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce**: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001, 378p.
- NASCIMENTO, F. L.; NAKATANI, K. Relações entre fatores ambientais e a distribuição de ovos e larvas de peixes na sub-bacia do rio Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 28, p. 117-122, 2006.
- PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp. patches in a tropical reservoir, Brazil. *Ecol Freshw Fish*, v. 15, p. 10-19, 2006.
- PELICICE, F. M., AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. *Acta Oecologica*, v. 27, p. 9-16, 2005.
- PELICICE, F. M.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. Simple relationships to predict attributes of fish assemblages in patches of submerged macrophytes. *Neotropical Ichthyology*, v. 6, p. 543-550, 2008.
- PEREIRA, R. A. C.; RESENDE, E. K. **Alimentação de *Gymnotus cf. carapo* (Pisces: Gymnotidae) e suas relações com a Fauna Associada às Macrófitas Aquáticas no Pantanal, Brasil**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006, 51p.
- PETR, T. Interactions between fish and aquatic macrophytes in inland waters: a review. In: **FAO Fisheries Technical Paper**, 2000, v. 396, 185p.
- PETRY, P.; BAYLEY, P. B.; MARKLE, D. F. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River Floodplain. *Journal of Fish Biology*, v. 63, p. 547-579, 2003.
- PIEDEDE, M. T. F.; LONG, S. P.; JUNK, W. J. Leaf and canopy CO<sub>2</sub> uptake of a stand of *Echinochloa polystachya* on the Central Amazon floodplain. *Oecologia*, v. 97, p. 159-174, 1994.
- PINHEIRO, D. T.; CORRÊA, J. M. S.; CHAVES, C. S.; CAMPOS, D. P. F.; PONTE, S. C. S.; ZACARDI, D. M. Diversidade e distribuição da ictiofauna associada a bancos de macrófitas aquáticas de um lago de inundação amazônico, estado do Pará, Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Research*, v. 4, p. 59-70, 2016.
- POI DE NEIFF, A. S. G.; CARIGNAN, R. Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná River floodplain. *Hydrobiologia*, v. 345, p. 185-196, 1997.
- PRADO, K. L. L.; FREITAS, C. E. C.; SOARES, M. G. M. Assembleias de peixes associadas às macrófitas aquáticas em lagos de várzea do baixo rio Solimões. *Biomas*, v. 23, p.131-142, 2010.
- QUEIROZ, H. L. Classification of water bodies based on biotic and abiotic parameters at the varzeas of Mamirauá Reserve, Central Amazon. *Uakari*, v. 3, p. 19-34, 2007.
- RAMALHO, E. E.; MACEDO, J.; VIEIRA, T. M.; VALSECCHI, J.; CALVIMONTES, J.; MARMONTEL, M.; QUEIROZ, H. L. Ciclo hidrológico nos ambientes de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá- Médio Solimões, período de 1990 a 2008. *Uakari*, v. 5, p. 61-87, 2009.
- RIBEIRO, C. S.; MOREIRA, R. G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia*, v. 8, p. 58-61, 2012.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J. I. S.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. As macrófitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas. *Acta Amazonica*, v. 31, p. 437-448, 2001.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J. I. S.; FARIAS, M. L.; PIEDADE, M. T. Ictiofauna associada às macrófitas aquáticas *Eichhornia azurea* (SW) Kunth. e *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. no lago Camaleão, Amazônia Central, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, v. 25, p. 369-375, 2003.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; LEITÃO, R. P.; CARAMASCHI, E. P.; GARCEZ, D. S. The aquatic macrophytes as refuge, nursery and feeding habitats for freshwater fish Cabiúnas Lagoon, Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 19, p. 143-153, 2007.
- SANTOS, C. L.; SANTOS, A. I.; SILVA, C. J. Ecologia trófica de peixes ocorrentes em bancos de macrófitas aquáticas na baía Caiçara, Pantanal Mato-Grossense. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 7, p. 473-476, 2009.
- SANTOS, G. M.; MERONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. **Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí / Brasília: Eletronorte**. 2004.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, A. S. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: Ibama/AM, Pro-Várzea, 2006, 144p.
- SOARES, M. G. M.; COSTA, E. L.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; ANJOS, H. D. B.; YAMAMOTO, K. C. **Peixes de Lagos do Médio Rio Solimões**. Rego Edições, 2011, 160p.
- SOARES, M. G. M.; FREITAS, C. E. C.; OLIVEIRA, A. C. B. Assembleias de peixes associadas aos bancos de macrófitas aquáticas em lagos manejados da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 44, p. 143-152, 2014.
- SOCIEDADE CIVIL MAMIRAUÁ. **Mamirauá management plan**. Brasília: CNPq/MCT; SCM, 2010.
- TOCKNER, K.; MALARD, F.; WARD, J. V. An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Processes*, v. 14, p. 2861-2883, 2000.
- VIANA, J. P. A pesca no Médio Solimões. p. 245-268. In: RUFFINO, M. L. (coord.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Ibama/ProVárzea, Manaus, Brasil, 2004, 268 pp.
- WINEMILLER, K. O.; JEPSEN, D. B. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, v. 53, p. 267-296, 1998.
- WOOTTON, R. J. 1990. **Ecology of teleost fishes**. Chapman and Hall, London. 1990.
- ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio rio Xingu, Bacia Amazônica, Brasil. *Revista de Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 9, p. 949-972, 2016.