

Ictiofauna associada às macrófitas aquáticas *Eichhornia azurea* (SW.) Kunth. e *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. no lago Camaleão, Amazônia Central, Brasil

Jorge Iván Sánchez-Botero^{*1}, Maristela Lima de Farias², Maria Teresa Piedade² e Danielle Sequeira Garcez¹

¹Rua General Bandeira de Melo, 62, Ap. 101, Jardim Guanabara, Ilha do Governador, 21940-430, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. ²Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Max-Planck, Av. André Araújo, 1756, 69011-970, Manaus, Amazonas, Brasil. * Autor para correspondência. e-mail: jjsbar1@hotmail.com

RESUMO. Este estudo descreve a influência das características bióticas e abióticas na estrutura da ictiofauna que habita estandes das macrófitas aquáticas *Eichhornia azurea* e *Eichhornia crassipes*. Foram coletados 182 indivíduos de 27 espécies de peixes, no lago Camaleão, Amazônia Central. Valores de oxigênio dissolvido e temperatura da água variaram de 2,11 a 4,02mgL⁻¹ e 29,17 a 30,93°C para os estandes de *E. crassipes*, e de 1,29 a 2,59mgL⁻¹ e 28,32 a 29,95°C para *E. azurea*. Maior número de indivíduos (134), de espécies de peixes (24) e de biomassa de raízes (1572gm⁻²) foram obtidos em *E. azurea*. Diferenças significativas entre os estandes foram encontradas para colmos-folhas ($p < 0,018$; $F = 8,891$) e o número de indivíduos que não suportam hipóxia ($p < 0,035$; $F = 6,383$). Índices de diversidade, equitabilidade e similaridade indicam que as assembléias de peixes associadas aos bancos de *E. azurea* e *E. crassipes* possuem diferente estrutura, selecionando o estande de *Eichhornia* spp.

Palavras-chave: peixes, macrófitas aquáticas, *Eichhornia* spp., lago Camaleão, Amazônia Central.

ABSTRACT. Fish fauna associated to aquatic macrophytes *Eichhornia azurea* (SW.) Kunth. and *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. at Camaleão lake, Central Amazonia, Brazil. This research describes the influence of biotic and abiotic characteristics on fish fauna structure that inhabits the stands of aquatic macrophytes *Eichhornia azurea* and *Eichhornia crassipes*. 182 individuals were sampled belonging to 27 fish species in Camaleão lake, Central Amazonia. Values of dissolved oxygen and water temperature varied from 2.11 to 4.02mgL⁻¹ and 29.17 to 30.93°C for the stands of *E. crassipes*, and from 1.29 to 2.59mgL⁻¹ and 28.32 and 29.95°C for *E. azurea*. The highest number of fish species (24), individuals (134), biomass of roots (1572gm⁻²) belonged to *E. azurea*. Significantly differences among the stands were obtained to emerged portions ($p < 0.018$; $F = 8.891$) and to the number of individuals that do not support hypoxia ($p < 0.035$; $F = 6.383$). Diversity, evenness and similarity indexes show that fish assemblages associated to banks of *E. azurea* and *E. crassipes* have different structure and select the *Eichhornia* spp stand.

Key words: fish, aquatic macrophyte, *Eichhornia* spp, Camaleão lake, Central Amazonia.

Introdução

A bacia Amazônica, em seus 7 milhões de km², possui uma variedade de ambientes, entre os quais se destacam praias, igarapés, paranás, rios e lagos de várzea. Estes últimos, por sua vez, possuem a maior diversidade e abundância ictíica da bacia (Schmidt, 1973; Henderson e Crampton, 1997). Nos lagos de várzea, a área ocupada pelas macrófitas aquáticas durante o

período de cheia corresponde em média a 75% das águas abertas (Bayley, 1989) estando as mesmas distribuídas, geralmente, na parte mais profunda da zona de transição aquático-terrestre, formando, assim, a interface de contato entre as áreas limnéticas e a planície de inundação (Esteves, 1988).

As partes submersas das macrófitas aquáticas formam um *habitat* complexo, composto de caules e raízes que são colonizados por algas e

invertebrados (Junk, 1973), e no qual estão associadas muitas espécies de peixes (Goulding, 1980; Santos, 1982; Junk *et al.*, 1983; Araujo-Lima *et al.*, 1986; Henderson e Hamilton, 1995; Araujo-Lima e Goulding, 1997; Crampton, 1999; Sánchez-Botero e Araujo-Lima, 2001). Este *habitat* representa um importante refúgio para os peixes, especialmente contra predadores, como foi demonstrado por Dielh e Eklov (1995) em lagos de zonas temperadas, onde as macrófitas aquáticas, devido à complexidade estrutural, reduzem a pressão da predação sobre os peixes de pequeno porte.

A liberação de oxigênio dissolvido pelas raízes da macrófita aquática *E. crassipes* (Mart.) Solms. para o meio aquático, já registrada experimentalmente por Jedicke *et al.* (1989), poderia estar influenciando a seleção deste *habitat* por parte da ictiofauna. Além disso, foram observados, em lagos de várzea da bacia amazônica, maiores valores de oxigênio dissolvido em áreas colonizadas por *E. crassipes*, quando comparadas com áreas colonizadas por *Paspalum repens* (Sánchez-Botero *et al.*, 2001). Devido a isto, é provável que a ictiofauna que habita estandes de macrófitas desta espécie apresente uma composição diferenciada, uma vez que o oxigênio dissolvido é um fator limitante em alguns períodos nos lagos da Amazônia Central (Junk *et al.*, 1983; Val, 1986; Val e Almeida-Val, 1995; Crampton, 1998). Assim, o oxigênio dissolvido estaria sendo disponibilizado pelas estruturas submersas dessa planta, o que possibilitaria as espécies sem adaptações para suportar hipóxia selecionarem este ambiente. Por outro lado, a intensidade de penetração dos raios solares e a conseqüente entrada de luz e de aquecimento da água dependerá da biomassa disponível nas partes emersas e submersas de *E. crassipes* e *E. azurea*, a qual poderá influenciar a pressão de predação, a disponibilidade de alimento e, inclusive, a estrutura da ictiofauna.

O presente estudo descreve a ictiofauna que habita os estandes das macrófitas aquáticas *E. crassipes* e *E. azurea*, durante o período de cheia; testa as diferenças entre a abundância e a biomassa de espécies ictílicas, a biomassa das estruturas emersas e submersas das macrófitas e a influência de fatores bióticos e abióticos na abundância e a biomassa da ictiofauna que habita estes estandes.

Material e métodos

O lago Camaleão é caracterizado como um ambiente de várzea na Ilha da Marchantaria e localiza-se no rio Solimões próximo a Manaus (3°14'S e 59°57'W), a 15km da confluência com o rio Negro (Figura 1). Possui profundidade média de 10m, 6,5km de comprimento, entre 100m e 300m de largura e no período de águas altas, as áreas de macrófitas aquáticas cobrem de 50% a 75% da superfície do lago (Junk *et al.*, 1983; Soares *et al.*, 1986). Neste ambiente, durante junho de 2000, mês compreendido no período de cheia (Junk *et al.*, 1983), em estandes monoespecíficos de *E. crassipes* e *E. azurea*, foram realizadas coletas de peixes, definindo-se aleatoriamente 10 estandes, 5 para cada espécie de macrófita e sorteados a ordem e os horários de coletas, ocorridas entre 8h e 18h. Oxigênio dissolvido e temperatura de cada estação de coleta foram medidos antes da pescaria até 1m de profundidade em intervalos de 0,25m, com um oxímetro modelo YSI 58.

Para a captura dos peixes, foi utilizada uma rede de arrasto, medindo 5m de comprimento por 3m de altura e malha de 6mm entre nós opostos. Para cálculo do esforço de pesca, foi considerada uma estimativa média da área amostrada pela rede, equivalente a 1,88m² (1,99m² se a área amostrada fosse um círculo perfeito e 1,62m² se fosse uma elipse). Quando as áreas submersas superavam a altura da rede, eram cortadas com ajuda de um facão. Os peixes foram fixados em solução de formol 10% e, posteriormente, transferidos para álcool 70% para serem identificados com o auxílio de chaves taxonômicas e, comparativamente, com a coleção de peixes do Inpa. O peso (g) foi obtido em cada indivíduo.

Após a mensuração dos teores de oxigênio dissolvido, a temperatura da água e a coleta de peixes nos estandes de macrófitas aquáticas, foi selecionada uma área de 0,50m² com ajuda de um quadrado. Das plantas coletadas, foram obtidos o peso seco (g) das raízes (porção submersa) e colmos mais folhas (porção emersa) utilizando uma estufa de ventilação, onde as plantas foram secas até peso constante. Todos os valores foram padronizados para gm⁻².

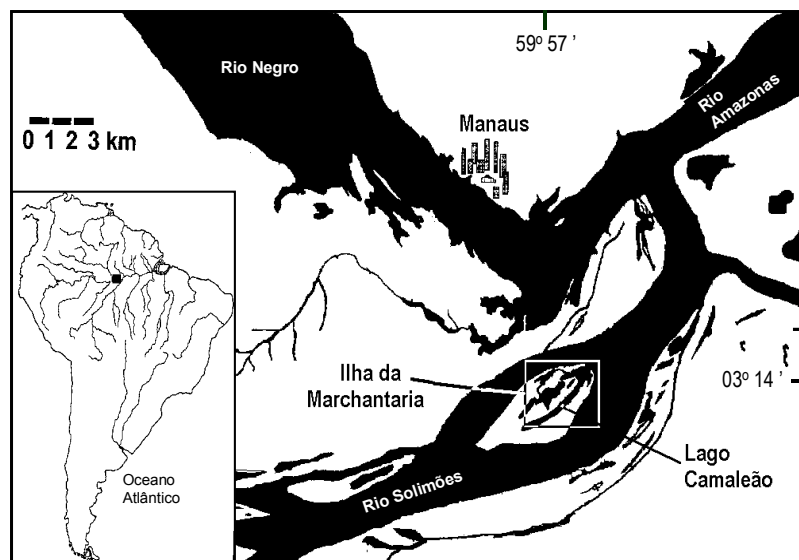


Figura 1. Área de estudo: Lago Camaleão, localizado na Ilha da Marchantaria, Amazônia Central, Brasil.

No total foram coletadas 10 réplicas, com um fator (macrófita aquática) e 2 tratamentos (*E. crassipes* e *E. azurea*). Cada réplica recebeu o mesmo esforço de coleta, com procedimento e rede de pesca igual. Oxigênio dissolvido e temperatura foram representadas pela média dos parâmetros no eixo central do estande a 1m de profundidade. As diferenças na abundância e a biomassa ictíca, bem como da biomassa entre as duas plantas, foram testadas com análise de variância (Anova). O mesmo teste foi aplicado na abundância dos indivíduos que suportam hipóxia e que não suportam hipóxia, segundo Braum e Junk (1982), Crampton (1998), Saint-Paul e Soares (1987), Soares e Almeida-Val *et al.* (1993, 1995). Os dados não apresentaram distribuição normal (teste de Kolmogorov Smirnov, $p < 0,05$) e foram transformados para $\log(n+1)$ antes da análise, devido à heterogeneidade das variâncias.

Foi realizada Análise de Componentes Principais (ACP) com a finalidade de sintetizar os resultados do oxigênio dissolvido, a temperatura da água, a biomassa de colmo-folha, a biomassa de raiz, a abundância e a biomassa da ictiofauna e identificar de que forma essas variáveis se encontraram relacionadas às assembléias de peixes associadas aos estandes das macrófitas *E. crassipes* e *E. azurea*.

Entre os estandes de macrófita aquática foram estimadas a diversidade com o índice de Shannon-Wiener, a equidade com o índice de Pielou e a similaridade da ictiofauna com o índice de Soerensen (Magurran, 1989).

Resultados

Nos estandes foram capturados 182 indivíduos de peixes distribuídos em 5 ordens, 10 famílias e 27 espécies. Destas, oito espécies (49 indivíduos) apresentam importância comercial na região (Ibama, 1997; Santos *et al.*, 2003) e 15 espécies (90 indivíduos), correspondentes a 49,5% dos taxa capturados, possuíam algum tipo de adaptação para suportar hipóxia (Tabela 1).

Nos estandes de *E. azurea* foi coletado o maior número de indivíduos (134) pertencentes a 24 espécies e biomassa de $12,6\text{gm}^{-2}$. As espécies mais abundantes neste ambiente foram *Hemigrammus aff. rodwayi* (19), *Ctenobrycon hauxwellianus* (18), *Moenkhausia gr. intermedia* (18), *Odontostilbe aff. piaba* (18), os quais, em conjunto, representaram 54,5% dos indivíduos capturados. Em *E. crassipes* foram coletados 48 indivíduos, distribuídos em 15 espécies e biomassa de $8,31\text{gm}^{-2}$. As espécies mais abundantes neste ambiente foram *Synbranchus sp.1* (10), *Mylossoma duriventre* (9), *Ctenobrycon hauxwellianus* (5) e *Serrasalmus spilopleura* (5) representando 60,4% do total das capturas (Tabela 1).

A média de biomassa seca das raízes e colmos-folhas foi maior em *E. azurea* ($83,62\text{gm}^{-2}$ e $154,47\text{gm}^{-2}$, respectivamente). *E. crassipes* apresentou valores inferiores de biomassa tanto nas porções submersas ($51,22\text{gm}^{-2}$) quanto nas emersas ($77,71\text{gm}^{-2}$) (Tabela 2). A biomassa das porções emersas e o número de indivíduos de peixes que não suportam hipóxia variaram significativamente entre os estandes de macrófitas (Tabela 3).

Tabela 1. Características da ictiofauna coletada em estandes de *E. azurea* e *E. crassipes* no lago Camaleão. Espécies comerciais segundo Ibama (1997) e Santos et al. (2003) (RSA: adaptação para realizar respiração na superfície aquática).

Ordem Família Espécie	<i>E. azurea</i>		<i>E. crassipes</i>		Peixes		
	Abundância	Biomassa (g)	Abundância	Biomassa (g)	Comerciais	Resistentes à hipóxia	Adaptações (referências)
Characiformes							
Acestrorhynchidae							
<i>Acestrorhynchus</i> aff. <i>Isalineae</i>	1	1,02					
Anostomidae							
<i>Rhytioclus microlepis</i>	1	1,53			X	X	RSA (Soares, 1993)
Characidae							
<i>Aphyocharax</i> aff. <i>Albumus</i>	3	0,52				X	RSA (Saint-Paul e Soares, 1987)
<i>Ctenobrycon hauxwellianus</i>	18	1,45	5	0,67		X	RSA (Saint-Paul e Soares, 1987)
<i>Hemigrammus</i> aff. <i>Rodwayi</i>	19	1,04	2	0,14			
<i>Hyplessobrycon eques</i>	5	1,98					
<i>Moenkhausia</i> gr. <i>Intermedia</i>	18	3,68	2	0,22			
<i>Odontostilbe</i> aff. <i>piaba</i>	18	1,37	4	0,47			
<i>Prionobrama</i> sp.	1	0,47					
Erythrinidae							
<i>Hoplias malabaricus</i>	8	1,14	2	0,32	X	X	RSA (Junk et al., 1983)
Serrasalminidae							
<i>Mylossoma aureum</i>	1	4,94			X	X	RSA (Saint-Paul e Soares, 1987)
<i>Mylossoma duriventre</i>	4	3,41	9	2,14	X	X	RSA (Junk et al., 1983)
<i>Pygocentrus nattereri</i>	6	1,49	2	0,74	X		
<i>Serrasalmus</i> cf. <i>elongatus</i>	3	0,44					
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	1	0,26	5	1,06	X		
Gymnotiformes							
Apteronotidae							
<i>Apteronotus eigemania</i>			1	0,44		X	RSA (Crampton, 1998)
Hypopomidae							
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i>	1	0,24				X	Fisiológica (Crampton, 1998)
<i>Brachyhypopomus pinnicaudatus</i>	3	5,40	1	0,07		X	Fisiológica (Crampton, 1998)
Perciformes							
Cichlidae							
<i>Apistogramma</i> aff. <i>acatuoides</i>	1	0,50					
<i>Cichlasoma amazonarum</i>	7	32,61	1	2,15	X	X	Fisiológica (Val et al., 1998)
<i>Crenicichla reticulata</i>			2	3,68	X	X	Fisiológica (Almeida-Val et al., 1995)
<i>Mesonauta insignis</i>	3	0,32					
<i>Mesonauta</i> sp.			1	0,10			
Siluriformes							
Auchenipteridae							
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	1	5,03				X	RSA (Soares, 1993)
Synbranchiformes							
Synbranchidae							
<i>Synbranchus</i> sp.1	7	17,27	10	65,15		X	RSA (Junk et al., 1983)
<i>Synbranchus</i> sp.2	1	1,03	1	0,77		X	RSA (Junk et al., 1983)
<i>Synbranchus</i> sp.3	3	31,28				X	RSA (Junk et al., 1983)
Total	134	118,91	48	78,13	8	15	

Tabela 2. Média e desvio padrão das características bióticas e abióticas em estandes de *E. azurea* e *E. crassipes*.

Características	<i>E. azurea</i>		<i>E. crassipes</i>	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Biomassa ictífica (gm ⁻³)	12,60	16,32	8,31	4,42
Abundância ictífica (m ⁻³)	14,26	19,30	5,11	6,05
Abundância de indivíduos que não suportam hipóxia (m ⁻³)	8,09	12,73	2,13	2,55
Abundância de indivíduos que suportam hipóxia (m ⁻³)	5,85	7,39	3,94	3,38
Biomassa raiz (gm ⁻³)	83,62	61,60	51,22	29,73
Biomassa colmo-folha (gm ⁻³)	154,47	76,34	77,71	71,62
Oxigênio dissolvido (mgL ⁻¹)	2,26	0,49	2,64	0,71
Temperatura (°C)	29,31	0,63	29,90	0,57

Os perfis de oxigênio dissolvido (mgL⁻¹) e temperatura (°C) mostraram uma tendência a

diminuir no sentido superfície-fundo. Esses valores variaram entre 2,11 e 4,02mgL⁻¹ e 29,17 e 30,93°C para os estandes de *E. crassipes*, e entre 1,29 e 2,59mgL⁻¹ e 28 e 29,95°C para *E. azurea* (Tabela 2).

Na Análise de Componentes Principais baseada nas características bióticas e abióticas obtidas nos estandes de *E. crassipes* e *E. azurea*, os eixos 1 e 2 foram responsáveis por 76,62% da variação total dos dados, equivalendo seus autovalores, respectivamente, a 2,82 e 1,78. Foram considerados de alta variabilidade valores maiores que 0,70 (Tabela 4). No eixo 1 (47,03% de variância), destaca-se a maior influência de oxigênio dissolvido e temperatura em um banco de *E. crassipes*, como também a influência de biomassa da raiz e de peixes em um banco de *E. azurea*. Já no eixo 2 (29,59%

de variância), destacam-se a influência do número de indivíduos e a biomassa de colmo-folha em dois bancos de *E. azurea* e, em oposição sem a influência dessas variáveis, projetam-se 4 bancos de *E. crassipes* (Figura 2).

A diversidade e a equidade da ictiofauna foram respectivamente de 3,44 e 0,88 para *E. crassipes* e de 3,94 e 0,84 para *E. azurea*. O índice de similaridade da ictiofauna entre as duas espécies de plantas foi de 0,68.

Tabela 3. Análise de variância (Anova) da abundância e biomassa ictíca, abundância de indivíduos que suportam hipóxia, abundância de indivíduos que não suportam hipóxia e biomassa da raiz e colmo-folha, entre os estandes de *E. azurea* e *E. crassipes*.

Fatores	QM	F	p
Abundância ictíca	0,030	0,183	0,680
Biomassa ictíca	0,633	1,384	0,273
Abundância de indivíduos que suportam hipóxia	0,024	0,153	0,706
Abundância de indivíduos que não suportam hipóxia	1,144	6,383	0,035*
Biomassa de raiz	0,536	3,345	0,105
Biomassa de colmo-folha	1,400	8,891	0,018*

QM = quadrados médios, F = teste de Fisher, p = probabilidade
* p<0,05: diferenças significativas.

Tabela 4. Coordenadas das variáveis nos dois primeiros fatores extraídos da Análise de Componentes Principais (Ec: estandes de *E. crassipes*; Ea: estandes de *E. azurea*).

	Eixo 1	Eixo 2
Características bióticas e abióticas		
Nº de indivíduos de peixes	-0,159	0,422
Biomassa ictíca	-0,338	0,072
Biomassa de raiz	-0,470	0,082
Biomassa de colmo-folha	-0,180	0,359
Oxigênio dissolvido	0,373	0,277
Temperatura	0,417	0,219
Abundância de peixes		
Ec1	0,081	-0,356
Ec2	0,000	-0,576
Ec3	-0,024	-0,072
Ec4	0,534	-0,591
Ec5	0,709	0,605
Ea1	-0,451	0,126
Ea2	-0,950	-0,342
Ea3	0,466	-0,121
Ea4	-0,365	0,812
Ea5	-0,001	0,514
Autovalores	2,822	1,775
% total da variância	47,034	29,589

Discussão

As 27 espécies de peixes coletadas neste estudo se distribuem em 5 ordens, correspondendo a 55,5% do total das ordens registradas para a bacia Amazônica (revisto por Val e Almeida-Val, 1995). Desse total, 7 espécies são consideradas de importância comercial média na região e, *Mylossoma duriventre* (pacu), de alta importância (Ibama, 1997; Santos et al., 2003). Esses indivíduos de interesse comercial, em sua maioria de pequeno porte (média do comprimento padrão: 2,93cm ± 1,25),

representam 31% das capturas neste estudo, o que destaca as áreas de macrófitas aquáticas como uma das áreas de suporte das pescarias do rio Amazonas (Goulding, 1998). A média de biomassa de peixes em ambos os estandes de macrófitas foi de 11,1gm⁻² ± 7,2, sendo 8,9gm⁻² ± 5 para *E. crassipes* e 13,3gm⁻² ± 7,2 para *E. azurea*. Esses valores podem ser considerados baixos quando comparados aos dados obtidos por Henderson e Hamilton (1995) (31,1gm⁻²) e Sánchez-Botero e Araujo-Lima (2001) (88gm⁻²) em outros estandes de macrófitas aquáticas em lagos da Amazônia.

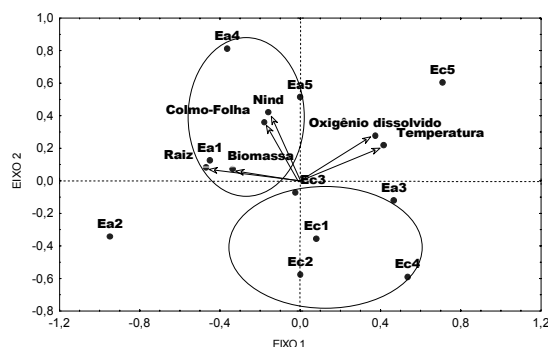


Figura 2. Ordenação dos grupos de macrófitas aquáticas (Ea: *E. azurea*; Ec: *E. crassipes*) em relação às características bióticas e abióticas (Nind: número de indivíduos; Biomassa: biomassa ictíca; Raiz: biomassa de raiz; Colmo-Folha: biomassa de colmo-folha), segundo a Análise de Componentes Principais.

A dominância no número de espécies e de indivíduos do grupo dos Characiformes nos estandes de *E. crassipes* e *E. azurea* coincidem com a observada em estudos realizados em outros ambientes aquáticos tropicais que apresentam outras espécies de macrófitas aquáticas, como *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya*, *Salvinia* sp., *Pistia* sp. e *Oryza* sp. (Bonetto et al., 1969, 1970; Araujo-Lima et al., 1986; Delariva et al., 1994; De Lima et al., 2000; Meschiatti et al., 2000; Sánchez-Botero e Araujo-Lima, 2001; Vono e Barbosa, 2001). As partes submersas das macrófitas aquáticas representam ambientes de proteção para espécies do grupo Characiformes, que estruturalmente são menos protegidos contra predadores (Delariva et al., 1994). Por outro lado, o baixo número de espécies do grupo Siluriformes coletados neste estudo pode estar relacionado à maior atividade noturna e à tendência desse grupo em explorar ambientes de fundo (Lowe-McConnell, 1987).

A ictiofauna associada a estandes de *Eichhornia* spp, com ampla abundância dos gêneros *Ctenobrycon*, *Odontostilbe*, *Symbranchus*, *Hemigrammus*, *Moenkhausia*, *Mylossoma* e *Hoplias*, representam 72,5% dos peixes coletados nestes ambientes. A

variedade de características nos indivíduos desse grupo, possuidores (48%) ou não (52%) de adaptações para suportar hipóxia, de diferentes hábitos alimentares e classes de tamanho (média: 4,45; CV: 79,5%), indicam que assembleias diversificadas podem encontrar nos estandes de *Eichhornia* spp condições adequadas para seu desenvolvimento.

A abundância dos peixes que não suportam hipóxia foi diferente entre os estandes de *E. azurea* e *E. crassipes* (Anova: $F=6,383$; $p=0,035$), apresentando maior porcentagem desse grupo nas áreas colonizadas pela primeira espécie (87%). Já o número de indivíduos resistentes à hipóxia não foi diferente entre as macrófitas aquáticas (Anova: $F=0,153$; $p=0,706$). O maior número de indivíduos sem adaptações para suportar hipóxia e os constantes valores de normóxia em *E. azurea*, que também apresentou menor variabilidade nos valores de oxigênio dissolvido, indicam que, possivelmente, essa planta também possui adaptações para liberar oxigênio no meio aquático através das raízes, fato já observado em laboratório para *E. crassipes* (Jedicke et al., 1989). Nesse sentido, é possível que essa assembleia esteja se beneficiando da maior estabilidade dos valores de oxigênio dissolvido no meio aquático, caracteristicamente encontrada nestes estandes.

Diferenças significativas de biomassa das porções aéreas entre *E. crassipes* e *E. azurea* (Anova: $F=8,891$; $p=0,018$), assim como a maior biomassa das raízes, nesta última, podem estar favorecendo a seleção desses estandes. De fato, nos estandes de *E. azurea* foram obtidas as maiores porcentagens de indivíduos (73,6%), de indivíduos resistentes (64,4%) e não-resistentes à hipóxia (82,6%). A influência das porções aéreas e o número de indivíduos na formação dos grupos representados na Análise de Componentes Principais indicam que, possivelmente, essas duas espécies de plantas apresentam complexidades estruturais diferentes. Tais diferenças poderiam afetar a disponibilidade de outros recursos, como alimento ou refúgios e, conseqüentemente, a distribuição espacial da ictiofauna, como resultante de uma associação particular entre peixes e plantas.

A distribuição de classes de abundâncias das espécies de peixes presentes em cada macrófita aquática fez que a diversidade e a equitabilidade entre ambas fosse similar. Porém, o índice de similaridade de 68% entre as assembleias de peixes associadas aos estandes das duas espécies de macrófitas, indica composições diferentes. As diferenças no número de espécies de peixes (15 para

E. crassipes e 24 para *E. azurea*) e daqueles indivíduos que não suportam hipóxia, indicam que a ictiofauna seleciona preferencialmente um dos estandes de *Eichhornia* spp. As maiores abundâncias das assembleias de peixes nos estandes de *E. azurea* devem-se, possivelmente, à capacidade visual destes (maioria Characiformes) em detectar predadores, conduzindo os indivíduos a ambientes mais complexos, onde estariam mais protegidos. Os resultados deste estudo sugerem que a complexidade das estruturas submersas e emersas dos estandes de *E. azurea* e *E. crassipes* afetam a distribuição da ictiofauna.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e ao Instituto Max-Planck pelo suporte técnico e financeiro, ao pescador Francisco Fonseca, ao Dr. Jansen S. Zuanon pelo apoio na identificação dos peixes e ao Dr. Carlos Araujo Lima, do Laboratório de Ecologia de Peixes II / Inpa, pela valiosa colaboração.

Referências

- ALMEIDA-VAL, V.M.F. et al. Hypoxia tolerance in Amazon fishes: status of an under-explored biological "goldmine". In: HOCHACHKA, P. et al. (Ed.) *Surviving hypoxia: mechanisms of control versus adaptation*. Boca Raton: CRC Press, 1993.
- ALMEIDA-VAL, V.M.F. et al. Biochemical adjustments to hypoxia by Amazon cichlids. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, Ribeirão Preto, v. 28, p. 1257-1263, 1995.
- ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. et al. Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas Archipelago, a black water system in the Central Amazon. *J. Fish. Biol.*, London, v. 29, p. 1-11, 1986.
- ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; GOULDING, M. *So fruitful a fish: ecology, conservation and aquaculture of the Amazon's tambaqui*. New York: Columbia University Press, 1997.
- BAYLEY, P.B. Aquatic environments in the Amazon basin, with an analysis of carbon sources, fish production and yield. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, Ottawa, v. 106, p. 399-408, 1989.
- BONETTO, A.A. et al. Ciclo hidrológico del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundación. *Physis*, Buenos Aires, v. 29, n. 78, p. 213-223, 1969.
- BONETTO, A.A. et al. Nuevos datos sobre poblaciones de peces en ambientes lénticos del Paraná Medio. *Physis*, Buenos Aires, v. 30, n. 84, p. 127-139, 1970.
- BRAUM, E.; JUNK, W.J. Morphological adaptation of two Amazonian characoids (Pisces) for surviving in oxygen deficient waters. *Int. Ver. Ges. Hydrobiol.*, Stuttgart, v. 67, p. 869-886, 1982.

- CRAMPTON, W.G.R. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gimnotiform fishes. *J. Fish. Biol.*, London, v. 53, p. 307-331, 1998.
- CRAMPTON, W.G.R. Os peixes da reserva Mamirauá: diversidade e história natural na planície alagável da Amazônia. In: QUEIROZ, H.; CRAMPTON, W.G.R. *Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá*. cap. 2. Sociedade Civil Mamirauá, 1999.
- DELARIVA, R.L. et al. Ichthyofauna associated to aquatic macrophytes in the upper Parana River floodplain. *Revista Unimar*, Maringá, v. 16 supl. 3, p. 41-60, 1994.
- DE LIMA, A.C. et al. Cidades submersas: comunidades de peixes associadas às raízes de macrófitas aquáticas. In: VENTICINQUE, E.; HOPKINS, M. *Ecologia da Floresta Amazônica – Curso de Campo*. Inpa/Smithsonian/OTS, 2000.
- DIEHL, S.; EKLOV, P. Effects of piscivore-mediated habitat use on resources, diet and growth of perch. *Ecology*, Berlin, v. 76, p. 1712-1726, 1995.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência Finep, 1988.
- GOULDING, M. *The fish and the forest*. Los Angeles: University of California Press, 1980.
- GOULDING, M. Pescarias amazônicas, proteção de habitats e fazendas nas várzeas: uma visão ecológica e econômica. Relatório técnico para o Projeto “Manejo dos recursos naturais da várzea” do Banco Mundial. Brasília: Ibama/Bird. 1998.
- HENDERSON, P.A.; HAMILTON, H.F. Standing crop and distribution of fish in drifting and attached floating meadow within and Upper Amazonian varzea lake. *J. Fish. Biol.*, London, v. 47, p. 266-276, 1995.
- 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. Cambridge University Press. *J. Trop. Ecol.*, Cambridge, v. 13, p. 175-198, 1997.
- IBAMA. Estatística da Pesca 1996. Brasil – Grandes Regiões e Unidades da Federação. 1997.
- JEDICKE, A. et al. Increase in the oxygen concentration in Amazon waters resulting from the root exudation of two notorious water plants, *Eichhornia crassipes* (Potentillaceae) and *Pistia stratioides* (Araceae). *Amazoniana*, Kiel, v. 11, n. 1, p. 53-89, 1989.
- JUNK, W.J. Investigation of the ecology and production biology of the “Floating meadows” (Paspalo-Echinochloetum) on the Middle Amazon. II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. *Amazoniana*, Kiel, v. 4, p. 9-112, 1973.
- JUNK, W.J. et al. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with especial reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana*, Kiel, v. 7, p. 397-431, 1983.
- LOWE-McCONNELL, R.H. *Fish communities in tropical freshwaters: their distribution, ecology and evolution*. London: Logman, 1987.
- MAGURRAN, A.E. *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona: Ed. Vedral, 1989.
- MESCHIATTI, A.J. et al. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. *Environ. Biol. Fish.*, Dordrecht, v. 58, p. 133-143, 2000.
- SAINT-PAUL, U.; SOARES, G.M. Diurnal distribution and behavioral responses of fishes to extreme hypoxia in Amazon floodplain lake. *Environ. Biol. Fish.*, Dordrecht, v. 20, p. 91-104, 1987.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J.I.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. As macrófitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 31 n. 3, p. 437-447, 2001.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J.I. et al. Oxigênio dissolvido e temperatura em lagos da região de Ati Paraná-Solimões, Amazônia Central, Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensis*, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 45-51, 2001.
- SANTOS, G.M. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de “Aracus” e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá, AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). *Acta Amazonica*, Manaus, v. 12, p. 713-739, 1982.
- SANTOS, G.M. et al. “Peixes comerciais de Manaus, Amazonas”. Manuscrito em preparação. 2003.
- SCHMIDT, W.G. Primary production of phytoplankton in the three types of the Amazon waters. II. The limnology of a tropical floodplain lake in Central Amazonia (Lago Castanho). *Amazoniana*, Kiel, v. 4, p. 139-203, 1973.
- SOARES, M.G.M. *Estratégias respiratórias em peixes do lago Camaleão (Ilha da Marchantaria) - AM, BR*. 1993. Tese (Doutorado) - PPG, Inpa/FUA, Manaus, 1993.
- SOARES, M.G.M. et al. The trophic status of the fish fauna in lago Camaleão, a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. *Amazoniana*, Kiel, v. 4, p. 511-526, 1986.
- VAL, A.L. *Hemoglobinas de Colossoma macropomum Cuvier, 1918 (Characoide, Pisces): aspectos adaptativos (Ilha da Marchantaria, Manaus, AM)*. 1986. Tese (Doutorado) - PPG Inpa/FUA, Manaus. 1986.
- VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. *Fishes of the Amazon and their environment. Physiological and Biochemical Aspects*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1995.
- VAL, A.L. et al. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *S. Afri. J. Zool.*, Wiss, v. 33, p. 107-114, 1998.
- VONO, V.; BARBOSA, F.A.R. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. *Environ. Biol. Fish.*, Dordrecht, v. 61, p. 371-379, 2001.

Received on November 26 2002.

Accepted on January 27, 2003.