

ECOLOGIA DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM CAMPO INUNDÁVEL NA APA DA BAIXADA MARANHENSE

Ricardo Barbieri ¹, Joelma G. Carreiro ¹

¹ Universidade Federal do Maranhão. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Curso de Oceanografia. Av. dos Portugueses, 1966, São Luís, CEP 65080-805, MA. E.mail: limnobarbi@yahoo.com.br.

RESUMO

Este trabalho enfocou a composição de espécies, a diversidade e a biomassa de macrófitas aquáticas em campo inundável na bacia do rio Pericumã, Baixada Maranhense, nos períodos seco e chuvoso. A metodologia consistiu no alinhamento de um transecto de 20 metros e demarcação de dez parcelas com 4 m² cada, para avaliação do número de espécies e da densidade de macrófitas em campo inundável no município de Pinheiro (MA). A biomassa vegetal foi determinada em uma área à parte, de modo aleatório, com o auxílio de quadrado de madeira com 0,25 m² de área e expressa em g/m² de peso seco para três espécies mais frequentes. Foram observadas 12 espécies de plantas no campo, das quais 11 são macrófitas aquáticas e uma espécie anfíbia invasora. *Eleocharis interstincta* apresentou a maior biomassa (156,5 g/m²), 74,8% em massa viva, *Eichhornia crassipes* (53,6 g/m²), 61,6% em massa viva, e *Salvinia auriculata* apresentou a menor biomassa (29,6 g/m²), 14,5% em massa viva, no mês de julho de 2010. No que diz respeito à diversidade de Shannon (H') para espécies na área estudada, os dados calculados foram 0,3915 (julho/2010) e 0,3882 (junho/2011). A riqueza de espécies apresentou diferenças relevantes ao longo do período sazonal, bem como a biomassa e o ciclo de vida das plantas, aspectos que refletiram a grande variação do nível d'água e a drástica mudança ambiental no campo inundável. Os dados demonstram que, no período seco, o campo acumula grande carga de massa vegetal morta que enriquece o solo em matéria orgânica e se torna substrato para a comunidade na próxima enchente. O grande número de indivíduos por área e a recuperação de biomassa no período úmido, ou de cheia no campo, é um fenômeno evidente para as macrófitas flutuantes e gramíneas perenes, as quais são indicadoras da recomposição da comunidade e fornecedoras de energia para cadeias alimentares.

Palavras-chaves: unidade de conservação, riqueza de espécies, biomassa, composição.

Abstract

Ecology of aquatic macrophytes on the floodplain of the middle Pericumã River

This work focused on species composition, diversity and biomass of aquatic macrophytes in floodplain in the basin of Pericumã River, Baixada Maranhense, in the dry and rainy seasons. The methodology consisted in aligning a transect of 20 m and demarcation of ten parcels each with 4 m² in area, to evaluate the number of species and macrophyte density on the floodplain in the city of Pinheiro (MA). Plant biomass was determined randomly in another area, with a 0.25 m² wooden square and expressed in g/m² of plant dry weight for three most frequent species. Twelve plant species were observed in the field, of which 11 are aquatic weeds and an opportunistic species. *Eleocharis interstincta* showed the highest biomass (156.5 g/m²), 74.8% in living mass and *Salvinia auriculata* the lowest one (29.6 g/m²), 14.5% in living mass in the month of July 2010 (dry season). As far as the Shannon diversity (H') of species in the study area, calculated data were 0.3915 (July/2010) and 0.3882 (June 2011). Species richness of aquatic macrophytes showed marked differences in the seasonal period, as well as biomass and the life cycle of plants, all of which reflected the wide variation in water level and the drastic environmental change on the floodplain. Data show that in the dry season, the field accumulates large load of dead plant mass that enriches the soil organic matter and becomes substrate for the community in the next flood. The large number of individuals per area and biomass recovery in the wet season, or flooded field, is an obvious phenomenon for floating macrophytes and perennial grasses, which are indicative of the community restoration and power supply to food chains.

Keywords: conservation unit, species richness, biomass, composition.

INTRODUÇÃO

Macrófitas aquáticas são vegetais originalmente terrestres que sofreram modificações adaptativas para colonizar ambientes aquáticos, sendo classificadas em submersas, emergentes, com folhas flutuantes e flutuantes livres. Estes vegetais apresentam adaptações que permitem seu crescimento em um gradiente que compreende desde solos saturados até submersos na coluna d'água (Camargo et al., 2003; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008; Esteves, 2011).

No que diz respeito à sua densidade e ao papel que desempenham no ecossistema, as macrófitas aquáticas constituem elemento estrutural característico das áreas alagáveis e têm importante papel ecológico como produtores de biomassa e estocadores de nutrientes, merecendo destaque na ciclagem dos mesmos (Junk & Piedade, 1997; Neiff et al., 2000; Esteves, 2011). Por outro lado, a chuva produz efeitos diretos sobre os ecossistemas aquáticos, especialmente as áreas inundáveis, alterando as concentrações de nutrientes e radiação subaquática, determinando mudanças dos níveis de água. Quando essas mudanças são previsíveis, como no caso dos sistemas rios-planícies de inundação, a biota responde com alterações morfológicas, fisiológicas e comportamentais (Junk et al., 1989; Neiff, 1990). As macrófitas aquáticas também são afetadas por tais mudanças ambientais sazonais, assim respostas populacionais às flutuações dos níveis de água, em termos de produtividade, biomassa e densidade, têm sido extensivamente registradas (Junk & Piedade, 1993; Camargo & Esteves, 1996; Pompêo & Moschini-Carlos, 1996; Finlayson, 2005).

O sistema rio Pericumã-planície de inundação no Maranhão, o qual também se caracteriza pela elevada ocorrência de macrófitas aquáticas, apresenta uma composição populacional que vem sofrendo drásticas transformações manifestadas principalmente pela rápida expansão territorial de espécies do junco (*Eleocharis* spp), antes restrito a poucas e inexpressivas manchas. Essa expansão teve início a partir da construção de uma barragem equipada com comportas e eclusa no médio curso do rio Pericumã em 1982, fato que induziu a manutenção da água por mais tempo na planície inundável (Costa-Neto et al., 2001).

Em virtude do seu intenso crescimento, as macrófitas aquáticas flutuantes podem ser os principais produtores de matéria orgânica do sistema rio-planície de inundação (Junk & Piedade, 1993). O

crescimento excessivo das populações de macrófitas aquáticas indica alterações das comunidades destes ecossistemas, através de processos naturais ou de antropogênese que ocorrem no meio. Essas alterações criam diversos problemas, tais como degradação da qualidade da água, mudanças de sua composição química, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, alteração da cor, liberação de gases, produção de odores e distúrbio funcional do metabolismo do ambiente (Bianchini Jr. et al., 2002). Alguns desses problemas já foram observados, porém não estudados na bacia do rio Pericumã e são indicativo para um levantamento histórico da ocorrência de macrófitas aquáticas no campo inundável.

Tendo em vista essas alterações na planície inundável, cujos impactos são perceptíveis, mas ainda não suficientemente avaliados, este estudo sobre a vegetação aquática na bacia trará uma contribuição para o entendimento das mudanças ambientais ocorridas e que estão em curso na bacia do rio Pericumã. Assim, o presente estudo teve como objetivo verificar a variação da diversidade de macrófitas aquáticas em campo inundável do médio rio Pericumã no decorrer de um ano, avaliar a produção de biomassa das espécies mais abundantes no local durante um ciclo de inundação, possibilitando assim ampliar o conhecimento sobre a ocorrência e influência de macrófitas aquáticas em campo inundável.

MATERIAL E MÉTODOS

O rio Pericumã se localiza na porção noroeste do Maranhão. Sua bacia está compreendida entre os paralelos 2° 02' a 3° 07' de latitude Sul e entre os meridianos 44° 30' a 45° 30' de longitude Oeste de Greenwich. Drena uma área de aproximadamente 3888 km², correspondendo a cerca de 1,17% do território maranhense. Sua rede hidrográfica tem predominância do padrão dendrítico, constituída de rios em geral intermitentes ou rios de chuva, como conhecidos localmente, pois só apresentam caudal durante a ocorrência de precipitação pluviométrica. Da cabeceira à foz, o rio Pericumã percorre cerca de 115,51 Km, parte deles na direção sul-norte até a cidade de Pinheiro, e então segue a direção noroeste, até alcançar a desembocadura na Baía de Cumã (Figura 1) (Santos, 2004).

Na área estudada, os períodos de cheia e seca podem variar conforme a pluviosidade na região. Os campos inundáveis, em áreas adjacentes a rios, são alagados entre 2 e 6 meses no ano (fevereiro

a julho) dependendo da elevação do terreno e altura da alagação anual. Os lagos temporários são preenchidos rapidamente na enchente, a vegetação herbácea terrestre morre e decompõe-se em grande quantidade, dando lugar à vegetação de macrófitas aquáticas que atinge alta densidade nas planícies mais rasas. No período seco, gradativamente a vegetação herbácea volta a dominar a paisagem (Santos, 2004) sobre uma grande quantidade de matéria orgânica morta deixada pelas macrófitas aquáticas.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw: equatorial com transição para o tropical úmido. O regime pluviométrico é caracterizado por máximos no “inverno” (janeiro a junho) e mínimos no “verão” (agosto a dezembro). A precipitação caracteriza-se por um aumento gradual a partir de dezembro, alcançando seu máximo nos meses de março e abril, e mínimo em outubro e novembro. As temperaturas médias anuais são superiores a 27°. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de setembro a novembro e as mais baixas, entre maio e julho.

A demarcação da área estudada foi feita com estacas e cordas finas de *nylon*, a cada ida ao campo, abrangendo um transecto de 20 m de comprimento

e parcelas, seguindo a metodologia tratada em Müller-Dombois & Ellenberg (1974) e adequada para a comunidade de macrófitas que representaram a vegetação do campo inundável local, nos meses de julho (início do período seco) e novembro (período seco) de 2010 e junho de 2011 (período chuvoso). O local de amostragem é parte da localidade de Vitória dos Braga, distante 12 km da cidade de Pinheiro, no médio curso do rio Pericumã. Ao longo do transecto, foram estabelecidas dez áreas menores (parcelas) com 4 m² (2 m x 2 m cada) (Figura 2).

Em seguida, exemplares das espécies foram levados ao laboratório para a identificação vegetal por comparação com pranchas e fotos (Pott & Pott, 2000) e com auxílio de chaves específicas (Hoehne, 1948/1979; Barros, 1960; Berry *et al.*, 1998; Crow & Hellquist, 2000).

As coletas para determinação da biomassa foram realizadas em uma área paralela ao transecto de estudo, de modo aleatório, com o auxílio de quadrado de madeira com 0,25 m² de área. O material vegetal encontrado dentro de três quadrados foi coletado, devidamente acondicionado em sacos plásticos e

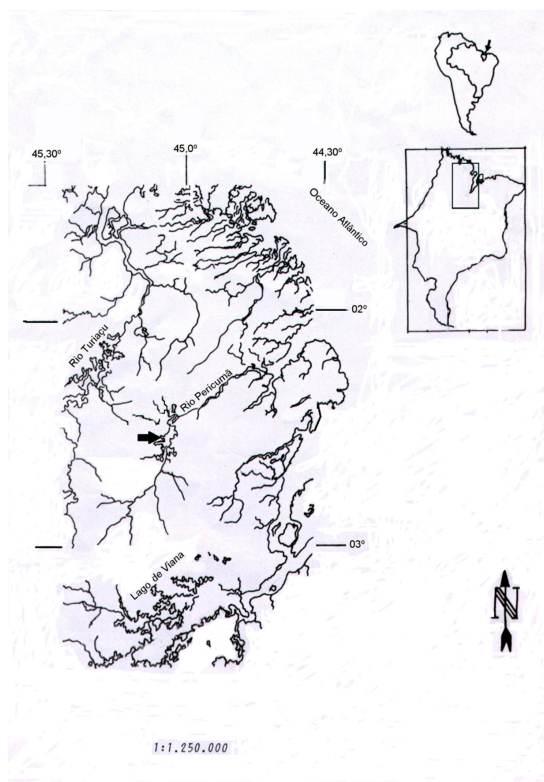


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. A seta sobre o rio Pericumã, no centro da figura, indica o local da pesquisa (fonte: Ibañez *et al.*, 2000).



Figura 2. Transecto para estudo da vegetação aquática e parcelas, representados por linhas pretas, e quadrado de madeira sobre o solo, entre a margem do campo e o rio Pericumã no alto ao fundo, em julho de 2010.

levado para o laboratório para secagem e posterior pesagem (Silva & Esteves, 1993).

Para a coleta do material vegetal realizada no mês de novembro de 2010 não foi necessário fazer a demarcação de um transecto, pois o local se encontrava seco. Foi feita apenas a coleta de três quadrados da espécie emergente que permaneceu para posterior determinação da biomassa vegetal.

Para a determinação da biomassa, foi empregada a triagem do material. Em laboratório, o material vegetal retirado dos três quadrados foi separado em massa viva e massa morta, pesado e colocado na estufa a 60 °C por dois dias, para secagem. A determinação da biomassa é um dos mais importantes procedimentos de campo no estudo da ecologia das macrófitas aquáticas. A biomassa foi expressa em g/m² de massa seca e também em % do peso seco (Silva & Esteves, 1993).

Para a estatística de diversidade vegetal foi utilizado o programa PAST (Paleontological Statistics, ver. 1.34), e a diversidade foi expressada pelo índice de Shannon (H').

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período estudado, foram observadas 12 espécies de plantas no campo, das quais 11 espécies são de macrófitas aquáticas e uma espécie anfíbia (*Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* – Família Convolvulaceae). Durante a coleta feita no início do período seco (julho de 2010), foram encontradas as seguintes espécies de macrófitas aquáticas: *Salvinia auriculata*, *Neptunia oleracea*, *Nymphoides indica*, *Eichhornia crassipes*, *Cyperus* sp, *Ludwigia helminthorhiza*, *Cabomba aquatica*, *Eleocharis interstincta* e *Utricularia foliosa* (Figura 3).

Pode ser observado que houve número relativamente elevado de espécies mesmo com a região em estiagem, considerando-se que o local ainda se apresentava alagado ou com bastante umidade. Na coleta realizada no mês de novembro/2010, em plena estiagem, foi verificada apenas uma espécie devido ao fato de que o ambiente se encontrava relativamente seco. *Eleocharis interstincta* foi a única espécie no período de estiagem, pois é a espécie que aproveita melhor o ambiente proliferando por caules subterrâneos ou estolões.

Salvinia auriculata (100%), *Eleocharis interstincta* (80%) e *Cabomba aquatica* (50%) foram as espécies com maior frequência absoluta, ou número de parcelas em que ocorrem, em julho de 2010 (Figura 3). Em junho de 2011, *Salvinia auriculata* (100%), *Eichhornia crassipes* (93,3%)

e *Paspalum repens* (73,3%) foram as espécies com maior frequência absoluta (Figura 4). Foi possível observar que houve ocorrência de espécies diferentes daquelas de 2010, ou seja, foram encontradas espécies não vistas nas coletas anteriores, como *Eleocharis minima*, *Oxycaryum cubense* e *Eichhornia azurea*, bem como houve uma tendência para a sucessão de espécies na área avaliada.

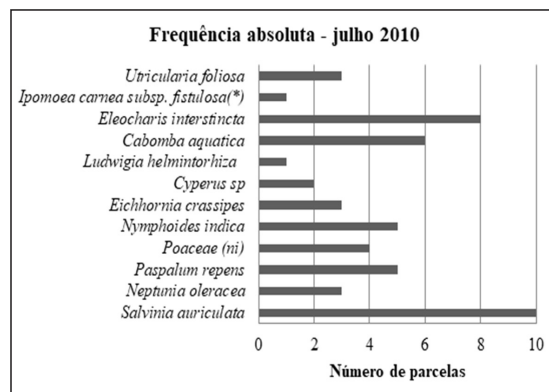


Figura 3. Frequência absoluta de macrófitas aquáticas em parcelas de 4 m² no início do período seco, em campo inundável no rio Pericumã. (*) espécie anfíbia invasora, (ni) espécie não identificada.

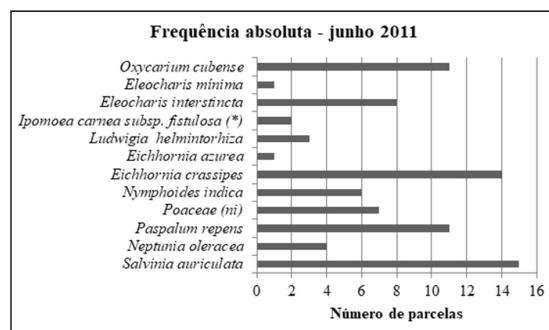


Figura 4. Frequência absoluta de macrófitas aquáticas em parcelas de 4 m² no período chuvoso, em campo inundável no rio Pericumã. (*) espécie anfíbia invasora, (ni) espécie não identificada.

Analisando o perfil de ocorrência das espécies em julho/2010 e junho/2011, nota-se que existiu uma concentração de espécies de acordo com a profundidade. Todas as espécies foram encontradas na primeira parcela, aquela de menor profundidade ou a que primeiro seca no período de estiagem. De acordo com o aumento da profundidade, o número de espécies diminuiu até a parcela 15, onde houve a permanência de *Salvinia auriculata* ou de espécies que são emersas enraizadas, provavelmente para evitar a deriva pelo rio Pericumã. *Eleocharis*

interstincta é a espécie que coloniza a parte mais profunda do perfil, promovendo uma barreira diminuindo o fluxo do rio.

A profundidade máxima observada no local de coleta variou entre 0,35 m em julho/2010 e 1,50 m em junho/2011, sem considerar o mês de novembro de 2010, que foi referente ao período de estiagem, portanto o local encontrava-se seco (Figura 5). A riqueza de espécies foi maior nas profundidades menores (0 – 0,50 m), locais de águas mais calmas e provavelmente com maior transparência da água.

No que se refere aos dados de massa vegetal (Tabela 1), pode ser verificado que *Eleocharis interstincta* apresentou a maior biomassa nos dois períodos (156,5 g/m² e 72,1 g/m²), seco e úmido respectivamente, fato ligado ao seu adensamento e à relativa dominância dessa espécie no trecho

mais profundo da área estudada. Essa espécie também indicou a maior quantidade de massa morta, especialmente no período seco, refletindo a mudança drástica do ambiente. Por outro lado, *Eichhornia crassipes* foi a espécie que mostrou o maior percentual de massa viva (79,5%) no período úmido. Considerando os dados relativos para massa viva, *Eleocharis interstincta* mostrou um percentual elevado no início do período seco (74,8% em julho de 2010) e baixo no período úmido (43,1% em junho de 2011). *Salvinia auriculata* apresentou o menor percentual de massa viva (14,5%) em julho de 2010, pois é a espécie flutuante que mais rapidamente se decompõe quando o ambiente está adverso. Esses resultados decorrem das diferenças de densidade das espécies no habitat, mas também da variação de inundabilidade em cada trecho do perfil estudado, imprimindo distintos graus de estresse no campo inundável.

Silva (2000), em estudo sobre a biomassa e mapeamento de macrófitas aquáticas no lago de Viana – MA, observou massa viva média de 696,6 g/m² (peso seco) para *Eichhornia crassipes*, mais de dez vezes superior aos do presente trabalho, dado que reflete a grande abundância e densidade dessa espécie no ecossistema, considerando uma comunidade com somente duas espécies no lago de Viana.

Analisando os dados obtidos, podemos notar que no período úmido a massa vegetal viva das macrófitas flutuantes aumenta consideravelmente, e no período seco foi relativamente menor, tendo em vista que o campo encontrava-se com uma fina lâmina d'água somente. Este fato minimizou a concentração de água no organismo vegetal pela aproximação do período seco. *Eleocharis interstincta* apresentou maior percentual de massa viva no período seco, o que é indicativo de sua baixa tolerância à inundações duradouras.

Junk & Piedade (1993), estudando a biomassa de macrófitas aquáticas em cinco lagos próximos a Manaus, observaram biomassa média para *Paspalum*

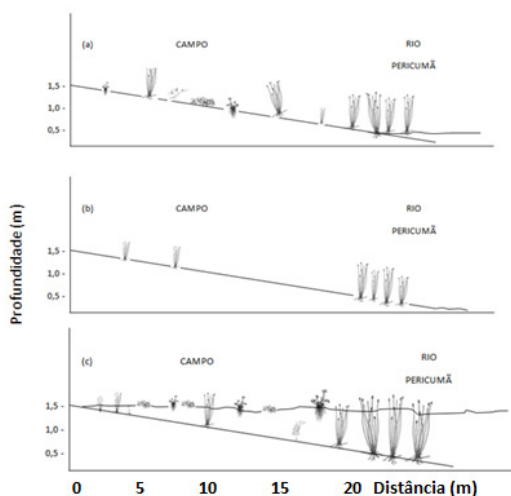


Figura 5. Perfil do campo estudado no médio curso do rio Pericumã, representado em três situações: (a) início do período seco (julho de 2010); (b) período seco (novembro de 2010) e (c) final do período chuvoso (junho de 2011). Da esquerda para a direita, estão representadas as macrófitas flutuantes *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes*, e a emersa *Eleocharis interstincta*.

Tabela 1. Peso seco das três espécies mais representativas da comunidade vegetal no médio curso do rio Pericumã, avaliado em julho/2010 e junho/2011. Números entre parênteses correspondem ao desvio padrão.

	JULHO 2010			JUNHO 2011		
Biomassa média (g/m ²)	Massa viva	Massa morta	Massa viva (%)	Massa viva	Massa morta	Massa viva (%)
<i>Eleocharis interstincta</i>	117,0 (50,3)	39,5 (16,9)	74,8	31,1 (23,4)	41,0 (18,2)	43,1
<i>Salvinia auriculata</i>	4,3 (1,1)	25,3 (12,9)	14,5	33,8 (16,1)	18,3 (5,4)	64,9
<i>Eichhornia crassipes</i>	33,2 (21,7)	20,4 (18,0)	61,6	50,4 (27,3)	13,0 (4,0)	79,5

repens de 1740 g/m², superior ao maior valor encontrado no presente trabalho para *Eleocharis interstincta* (1450,1 g/m² de biomassa fresca).

Deve-se considerar que o padrão de variação anual da biomassa das macrófitas aquáticas está relacionado aos fatores ambientais, entre eles a disponibilidade de nutrientes, temperatura, turbulência e variação do nível d'água (Camargo & Esteves, 1996). No presente estudo, podemos indicar a variação do nível d'água no campo inundável do rio Pericumã como o fator direcionador do ciclo de vida, da riqueza de espécies e da produção de biomassa da comunidade de macrófitas aquáticas. Segundo vários autores, a variação do nível d'água é apontada como um dos principais fatores relacionados com a zonação da vegetação e alterações da biomassa (Lieffers, 1984; Blom *et al.*, 1990; Junk & Piedade, 1993; Menezes *et al.*, 1993; Camargo & Esteves, 1996; Pompêo, 1996).

Da mesma forma que no presente trabalho, Maltchick *et al.* (2005, 2007) observaram que a alternância de fases hidrológicas (com inundações, sem inundações, queda do nível d'água) têm influenciado a riqueza, biomassa e a composição de macrófitas aquáticas em vários tipos de áreas úmidas no Sul do Brasil.

No que diz respeito à diversidade de Shannon (H') de espécies na área estudada, os dados calculados foram 0,3915 (julho/2010) e 0,3882 (junho/2011) (Tabela 2). O número de indivíduos encontrado em junho/2011 (20577) expressa claramente a importância do período de cheia no campo para a recomposição da densidade da comunidade vegetal e produção de biomassa.

A riqueza de espécies é relativamente alta no local, porém o índice de diversidade é baixo e a dominância está fortemente concentrada em três espécies somente. Os trabalhos que abordam índices de diversidade para macrófitas aquáticas são basicamente direcionados ao estudo dessas plantas em represas e reservatórios. Dentre eles pode ser citado o estudo de Pitelli (2006), que trabalhou com abordagens multivariadas no estudo

da dinâmica de comunidades de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana (RJ), ecossistema com baixa variação ambiental, tendo coeficientes que variam de 2,59 a 2,80. No presente trabalho foram encontrados valores bem menores, 0,3915 e 0,3882, índices de diversidade pequenos provavelmente devido à influência da dinâmica de inundações e à mudança ambiental observada no campo, fatores direcionadores do ciclo de vida da comunidade de macrófitas aquáticas na área inundável estudada.

Dois fatos devem ser ponderados no presente estudo. No período seco, o campo acumula grande carga de massa vegetal morta que enriquece o solo em matéria orgânica e substrato para a próxima enchente. O grande número de indivíduos por área e a recuperação de biomassa no período úmido, ou de cheia no campo, é um fenômeno evidente para as macrófitas flutuantes e gramíneas perenes, as quais são indicadoras da recomposição da comunidade e fornecedoras de energia para cadeias alimentares.

AGRADECIMENTOS

Manifestamos aqui nossos agradecimentos à FAPEMA, pelo apoio financeiro a este estudo. A todos que compõem o quadro do LABOHIDRO/DEOLI/UFMA, pelo apoio. Aos professores do Curso de Oceanografia, pela orientação e apoio logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, M. 1960. Ciperáceas del Estado de Santa Catarina. *Sellowia* (Anais Botânicos do Herbário "Barbosa Rodrigues"), 181 p.
- BERRY, P.E., HOLST, B.K. & YATSKIEVYCH, K. (eds.). 1998. *Flora of the Venezuelan Guayana* – Vol. 4: Caesalpiniaceae-Ericaceae, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- BIANCHINI JR., I., PACOBAHYBA, L. D. & CUNHA-SANTINO, M. B. 2002. Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. *Acta Limnol. Bras.*, 14(3): 27-34.
- BINI, L.M. 1996. Influence of flood pulse on the fitomass of there species of aquatic macrophytes in the upper River Parana floodplain. *Arq. Biol. Tecnol.*, 39(3): 715-721.
- BLOM, C.W.P.M., BÖGEMANN, G. M, LAAN P., VAN DER SMAN, A.J.M., VAN DE STEEG, H.M. & VOESENEK, L.A.C.J. 1990. Adaptation

Tabela 2. Diversidade vegetal na área estudada do médio rio Pericumã, nos períodos seco (2010) e úmido (2011).

Índices de diversidade vegetal	Julho/10	Junho/11
Indivíduos	7240	20577
Dominância_D	0,8234	0,8319
Shannon_H	0,3915	0,3882

- to flooding in plants from river areas. *Aquat. Bot.*, 38: 29-47.
- CAMARGO, A.F.M. & ESTEVES, F.A. 1996. Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (Kunth) in an oxbow lake of the Rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). *Archiv für Hydrobiologie*, 135(3): 423-432.
- CAMARGO, A.F.M., PEZZATO, M.M. & HENRY-SILVA, G. G. 2003. *Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas*. In: Thomaz, S. M. & Bini, L. M. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Editora da Universidade Estadual de Maringá. cap. 3, p. 59 – 83.
- COOK, C.K., GUT, B.J., RIX, E.M., ECHNELLER, J. & SCITZ, M. 1974. *Water plants of the world: a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes*. The Hague: Dr. W. Junk B.V. Publishers. 561 p.
- CROW, G.E. & HELLQUIST, C.B. 2000. *Aquatic and Wetland Plants of Northeastern North America*, Vol. 1. Univ. Press Wisconsin, Madison, WI.
- ESTEVES, F.A. 2011. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP. 790 p.
- FINLAYSON, C.M. 2005. Plant ecology of Australia's tropical floodplain wetlands: a review. *Ann. Bot.* 96: 541-555.
- GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA. 2004. *Diagnóstico do meio biótico para o licenciamento ambiental da usina siderúrgica de placas do Consórcio Baosteel/CVRD*, São Luis (MA). São Luis. 148 p.
- HOEHNE, F.C. 1948 (reimpresso em 1979). *Plantas aquáticas*. Publicação da série "D" Instituto de Botânica. São Paulo: Secretaria de Agricultura. 168 p.
- IBAÑEZ, M.S.R., CAVALCANTE, P.R.S., COSTA NETO, J.P., BARBIERI, R., PONTES, J.P., SANTANA, S.C.C., SERRA, C.L.M., NAKAMOTO, N. & MITAMURA, O. 2000. Limnological characteristics of three aquatic systems of the pre-amazonian floodplain, Baixada Maranhense (Maranhão, Brazil). *Aquat. Ecos. Health. & Manag.* 3: 521-531.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B., SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in river- floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 110-127.
- JUNK, W.J. & PIEDADE, M.T.F. 1993. Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. *Hydrobiologia*, 263: 155-162.
- JUNK, W.J. & PIEDADE, M.T.F. 1997. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. Junk (ed.) *The Central Amazon floodplain, Ecological Studies*, vol. 126. p. 147-185. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- LIEFFERS, V.J. 1984. Emergent plant communities of oxbow lakes in northeastern Alberta: salinity, water level fluctuation, and succession. *Can. J. Bot.*, 62: 310-316.
- MALTCHICK, L.; OLIVEIRA, G.R.; ROLON, A.S. & STENERT, C. 2005. Diversity and stability of aquatic macrophyte community in three shallow lakes associated to a floodplain system in the South of Brazil. *Interciencia*, 30(3): 166-170.
- MALTCHICK, L., ROLON, A.S. & SCHOTT, P. 2007. Effects of hydrological variation on the aquatic plant community in a floodplain palustrine wetland of Southern Brasil. *Limnology*, 8(1): 23-28.
- MENEZES, C.F.S., ESTEVES, F. & ANESIO, A.M. 1993. Influência da variação artificial do nível d'água da represa do Lobo (SP) sobre a biomassa e produtividade de *Nymphaea indica* (L) O. Kuntze e *Pontederia cortada* L. *Acta Limnol. Brasil.*, 6: 163-172.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley. 547 pp.
- NEIFF, J.J. 1990. Ideas para la interpretacion ecológica del Paraná. *Interciencia*, 15: 424-441.
- NEIFF, J.J.; POI DE NEIFF, A.S.C.; PATIÑO, C.A.E. & BASTERRA DE CHIOZZI, I. 2000. Prediction of colonization by macrophytes in the Yaceretá Reservoir of the Paraná River (Argentina and Paraguay). *Rev. Brasil. Biol.* 60(4): 615-626.
- PAST – Palaeontological Statistics, ver. 1.34 Øyvind Hammer, D.A.T. Harper and P.D. Ryan March 17, 2005.
- PITELLI, R.L.C. 2006. Abordagens Multivariadas do Estudo da Dinâmica de Comunidade de Macrófitas Aquáticas. Dissertação (PPG em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp – Botucatu.
- POMPEO, M.L.M. & MOSCHINI-CARLOS, V. 1996. Seasonal variation in the density of aquatic macrophyte *Scirpus cubensis* Poepp & Kunth (Cyperaceae) in the lagoa do Infernã, State of S.

Paulo, Brazil. *Limnetica* 12(1): 17-23.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília: EMBRAPA. 404 p.

SILVA, J.A.B. 2000. Avaliação da biomassa e mapeamento de macrófitas aquáticas no lago de Viana – MA. São Luis. (Monografia, Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão.

SILVA, C.J. & ESTEVES, F.A. 1993. Biomass of three macrophytes in the Pantanal of the Mato Grosso, Brazil. *Intern. J. Ecol. Environ. Scien.* 19: 11-23.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. *Limnologia*. Oficina de Textos. São Paulo: 631 p.