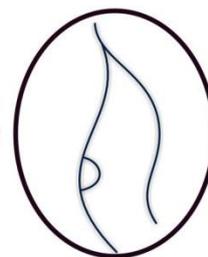




INTERFACE
ISSN 1806-6062



nemad.webnode.com - Interface, Edição número 04, maio de 2012.

Macrófitas aquáticas: “vilãs ou mocinhas”?

Deivid Sousa Silva – UFT¹
Elineide Eugenio Marques – UFT²
Solange Fátima Lolis – UFT²

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivos levantar dados científicos sobre os aspectos positivos e negativos das macrófitas aquáticas e esclarecer alguns mitos que se formaram sobre o assunto. O levantamento bibliográfico foi feito em revistas e periódicos científicos nacionais e internacionais, livros, boletins informativos e relatórios técnicos, ao total foram pesquisadas 73 referências. O levantamento bibliográfico revelou que existe uma série de aspectos positivos em relação a presença das macrófitas aquáticas, porém, sob certas condições esses vegetais podem proliferar descontroladamente e causar problemas no que diz respeito a utilização múltipla dos corpos d'água. Sendo assim, não se recomenda o pré-julgamento desse grupo como “vilão” ou “mocinho” sem que existam dados técnicos para embasar essa afirmação.

Palavras chave: eutrofização; saúde pública; erosão; bioindicador; reservatório

Abstract

The objectives of this investigation were to raise scientific information about positives and negative feature of aquatic macrophytes and to explain some mith about this subject. The information source was realized in magazines, national and international journals, books, technical and informative reports. There were find out a total of 73 reference about the subject. The source material showed that exist several positive features related to the aquatic macrophytes presence however under some conditions this kind of aquatic plants can increase without control and result in problems related to water multiple use.

Key words: eutrofização; public health; runover; reservoir; bioindicator

¹Universidade Federal do Tocantins, Neamb, Rua 03 QD 17 Jardins dos Ipês – Neamb. Telefone: (63) 3363-5082 Fax: (63) 3363-5082. E-mail: dvd@uft.edu.br

²Universidade Federal do Tocantins, Neamb, Rua 03 QD 17 Jardins dos Ipês – Neamb. Telefone: (63) 3363-5082 Fax: (63) 3363-5082. E-mail: emarques@uft.edu.br

1. Introdução

Macrófita aquáticas é o termo genérico mais adequado para caracterizar vegetais que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos, sendo incluídos nesta denominação, macroalgas, como o gênero *Chara* (Characeae – lodo), briófitas, pteridófitas e angiospermas como *Typha* (Thyphaceae – taboa) (ESTEVES, 1998).

As espécies vegetais mais produtivas do planeta pertencem a esta comunidade (ODUM, 1984; PIEDADE; JUNK, 2000). Ainda assim, Esteves (1998) lembra que nenhuma comunidade límnic, foi tão negligenciada no âmbito das pesquisas limnológicas quanto a formada pelas macrófitas aquáticas. Esse autor afirma que, os limnólogos do passado não consideravam a comunidade formada pelas macrófitas importantes para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Desta forma todas as pesquisas giravam em torno das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e bentos.

Os estudos dos ecossistemas aquáticos brasileiros apresentaram um grande avanço nas duas últimas décadas, o que pode ser atribuído a diversos fatores dentre os quais podem ser citados: (i) a profusão e variedade de ecossistemas aquáticos, (ii) a necessidade de manejo de ecossistemas já alterados pela ação antrópica e (iii) a formação de especialistas após os anos 70, entre outros. No entanto, somente a partir da década de 90, as pesquisas sobre macrófitas aquáticas se tornaram mais frequentes (THOMAZ; BINI, 1998; THOMAZ; BINI, 2003).

As macrófitas são componentes naturais dos ecossistemas de água doce e tendem a predominar naqueles que apresentam extensas planícies de inundação como os sistemas Pantanal e Amazonas onde suas populações são controladas principalmente pelo regime hidrológico. No entanto, o interesse pelas macrófitas parece ter aumentado na mesma proporção em que se criaram ambientes aquáticos artificiais a exemplo dos reservatórios de usinas hidrelétricas. Agostinho; Vazzoler; Thomaz (1995) citam que somente na região sudeste, na bacia do alto rio Paraná, existem 130 barragens com altura superior a 10 metros, e de acordo com Thomaz; Bini (1998), tais ambientes foram ou ainda serão colonizados por macrófitas em diferentes graus em algum estágio de sua evolução temporal.

Na bacia do rio Tocantins a implementação de reservatórios teve início na década de 80 com o início da operação da Usina Hidrelétrica (UHE) Tucuruí em 1984. Porém, no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015 (www.epe.gov.br) estão previstas ao todo a instalação de 11 hidroelétricas na calha principal do rio Tocantins, sendo que, cinco estão em operação (UHEs Serra da Mesa, Cana Brava, Peixe Angical, Lajeado e Tucuruí), duas estão em construção (UHEs São Salvador e Estreito) e as demais estão em diferentes fases de licenciamento (UHEs Ipueiras, Tupiratis, Serra Quebrada e Marabá). Como a formação dos reservatórios altera a dinâmica do ambiente favorecendo a instalação de uma grande diversidade de macrófitas, este fato tem contribuído para aumentar a visibilidade do grupo. Nos reservatórios de Lajeado e Peixe Angical, concluídos em 2002 e 2006 respectivamente, é notório o aumento da área de ocupação e da diversidade de espécies encontradas em relação ao ambiente original, fato que chamou a atenção da comunidade de modo geral e despertou preocupações a respeito do grupo e do papel que este desempenha no ambiente.

Frequentemente os ecólogos aquáticos enfrentam situações paradoxais, pois, ao mesmo tempo em que é reconhecida a importância ecológica desses vegetais, em algumas situações, eles podem representar um risco para a utilização dos recursos hídricos, e que nem sempre a solução desse paradoxo é simples, pois confronta as opiniões de ecólogos com as de técnicos ambientais (JOHNSTONE, 1986; THOMAZ, 2002). Assim, este estudo teve como objetivos, levantar informações científicas sobre os aspectos positivos e negativos das macrófitas aquáticas, e esclarecer alguns mitos sobre o assunto. Limita-se a apresentar as informações levantadas na literatura e a realizar algumas ponderações a respeito desses vegetais sem a pretensão de proposição de soluções para os impasses verificados.

2. Métodos

O levantamento bibliográfico foi realizado de forma aleatória por meio de bibliografia especializada, enfocando o tema macrófitas aquáticas. As palavras-chave utilizadas na busca

das informações foram: macrófitas aquáticas, plantas aquáticas, "utilização AND econômica AND macrófitas", "macrófitas AND alimentação", "macrófitas AND impactos", "macrófitas AND vertebrados" *aquatic macrophytes, aquatic plants, "utilization AND economic AND macrophytes", "macrophytes AND feeding", "macrophytes AND impacts", "macrophytes AND vertebrates"*. No total foram consultadas 73 referências, sendo 16 capítulos de livros, 7 livros, 30 artigos em periódicos de circulação nacional, 16 em periódicos internacionais e 4 em relatórios técnicos/boletins/trabalho apresentado em workshop. Entre os livros e capítulos de livros, 3 são específicos do tema estudado: "Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas" e "*Handbook of utilization of aquatic plants manuals*" e "Plantas aquáticas do Pantanal". Os artigos em revistas nacionais (n = 30) foram os que apresentaram um maior número de consultas, por sua facilidade de localização, aquisição e leitura do idioma. O período de publicação das referências foi desde a década de 70 (n = 1) até os últimos 7 anos (2000 a 2006; n = 46). Na década de 80 foram consultadas 5 referências e na de 90 foram totalizadas 21.

3. Resultados e Discussões

As macrófitas aquáticas desempenham um papel fundamental na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, porém, são vegetais que possuem um grande potencial de produção de biomassa sob condições ótimas (CAMARGO; HENRY-SILVA; PEZZATO, 2003). Segundo esses autores, existe uma série de fatores que podem propiciar tais condições, como: concentração de nutrientes, temperatura, radiação luminosa, velocidade de corrente e competição.

Dentre os aspectos negativos ou potencialmente negativos resultantes da presença de macrófitas levantados na literatura foram citados (i) a contribuição nos processos de eutrofização dos ambientes aquáticos; (ii) os problemas criados para alguns usos dos ambientes aquáticos, resultantes do crescimento descontrolado de algumas espécies; e (iii) a criação de um ambiente favorável para a proliferação de organismos patogênicos e vetores resultando em problemas de saúde pública.

Por outro lado, dentre os aspectos positivos ou potencialmente positivos encontrados foram

citados (i) a alta produtividade primária; (ii) a contribuição na estabilização dos processos de erosões litorâneas e na ciclagem de nutrientes; (iii) o aumento da heterogeneidade ambiental favorecendo o aumento da biodiversidade; (iv) o uso como bioindicador e despoluidor; e (v) o aproveitamento econômico direto da biomassa desses vegetais.

3.1. Aspectos negativos ou potencialmente negativos

O processo de eutrofização dos recursos hídricos é um problema preocupante e que vem se agravando devido ao despejo de efluentes domésticos, industriais e de agricultura sem tratamento. Esses efluentes liberam nos ambientes aquáticos, grandes quantidades de nutrientes, principalmente de nitrogênio e de fósforo, que são geralmente encontrados em baixas concentrações na maioria dos ambientes naturais e por isso são os principais fatores limitantes da produtividade primária em ambientes aquáticos (ESTEVES, 1998; CAVENAGHI *et al.*, 2005). Para se ter uma idéia, um ambiente considerado oligotrófico (ou em estado de clímax), possui uma quantidade aproximada de 5-10 $\mu\text{g L}^{-1}$ de fósforo e 250-600 $\mu\text{g L}^{-1}$ de nitrogênio, já um ambiente em uma condição moderada de eutrofização possui cerca de 10-30 $\mu\text{g L}^{-1}$ de fósforo e 500-1100 $\mu\text{g L}^{-1}$ de nitrogênio na água (ESTEVES, 1998; KHAN; ANSARI, 2005). Nestas condições de fertilidade aquática são esperadas explosões populacionais de macrófitas, bem como de outras comunidades límnicas, algumas indesejáveis. A continua utilização dos ambientes aquáticos hídricos para descarte de resíduos e a manutenção da integridade dos sistemas e os usos múltiplos é um desafio.

Em ambientes artificiais como os reservatórios de usinas hidrelétricas, por exemplo, é comum o aparecimento de extensos bancos de macrófitas, principalmente flutuantes logo nos primeiros anos ou até mesmo durante o seu enchimento (JUNK; NUNES de MELLO, 1990). Segundo Bianchini Jr. (1999), tal fato ocorre devido ao alagamento da vegetação da bacia de acumulação do reservatório, que logo nos primeiros estágios do processo de decomposição provoca uma intensa liberação de nutrientes para a coluna d'água. Assim, é esperado o aparecimento inicial ou o

crescimento descontrolado das populações de macrófitas durante os primeiros anos após a formação do reservatório. Porém, cabe ressaltar que estas populações vegetais tendem a entrar em fase de senescência e podem contribuir, através da decomposição, com o agravamento do processo de eutrofização e com o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (BIANCHINI JR., 2003). Em alguns casos, uma redução da biodiversidade pode ser observada (WINTON; CLAYTON, 1996).

O crescimento descontrolado das comunidades de macrófitas em reservatórios pode trazer dificuldades de aproveitamento e limitar os usos múltiplos destes. Carvalho *et al.* (2003a), comentam que as macrófitas submersas merecem destaque por ocuparem todo o perfil d'água em determinada profundidade. As espécies *Egeria najas* (Hydrocharitaceae – lodinho branco), *Egeria densa* (Hydrocharitaceae - elódea brasileira) e *Ceratophyllum demersum* (Ceratophyllaceae – lodo, rabo-de-raposa), são exemplos de espécies submersas que vem causando prejuízos a geração de energia (MARCONDES; MUSTAFÁ; TANAKA, 2003). De acordo com esses autores, o problema se agrava no período chuvoso, devido ao aumento da vazão nos reservatórios há um incremento na fragmentação das plantas aquáticas, que se deslocam rumo as usinas onde provoca o entupimento das grades de proteção das tomadas d'água das unidades geradoras causando oscilação de potência das turbinas. Como consequência, as concessionárias de energia elétrica têm aumentado seus investimentos visando o controle deste tipo de macrófita. No reservatório do Lajeado a formação de bancos extensos da macrófita aquática submersa *Najas microcarpa* em alguns pontos da região litorânea tem dificultado a execução de tarefas cotidianas por algumas famílias de ribeirinhos.

Problemas com a utilização dos corpos d'água para atividades de lazer, como pesca e prática de esportes náuticos, navegação e captação da água para consumo humano e animal são descritos por vários autores (THOMAZ, 2002; CAMARGO; PEZZATO; HENRY-SILVA, 2003; MARTINS *et al.*, 2003; CARVALHO *et al.*, 2003a; MARCONDES; MUSTAFÁ; TANAKA, 2003; CARVALHO *et al.* 2003b; SPENCER, 2003; RODELLA *et al.*, 2006).

O crescimento descontrolado de macrófitas pode resultar também em problemas de saúde pública devido à formação de locais propícios para a acumulação de lixo e proliferação de insetos e de outros vetores de doenças (BEYRUTH, 1992; FERREIRA, 1999; TADEI; DUTARY-THATCHER, 2000; CARVALHO *et al.*, 2003a; SPENCER, 2003), além de dificultar a renovação da água que pode se tornar estagnada em alguns pontos.

La Rovere; Mendes (2000) concluíram que o grande aumento do número de casos de malária que foi observado logo nos primeiros anos do enchimento do reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, esteve diretamente relacionado com a acentuada proliferação das assembleias de macrófitas que chegaram a cobrir 25% da área do reservatório. No ano, em 1994, 10 anos após a formação deste ambiente a área coberta era de apenas 10% e foi, conseqüentemente, constatada uma redução no número de casos da doença.

O aumento de casos de schistosomíasis (barriga d'água) e de mosquitos *Mansonia* (Culicidae) vetor de arboviroses, também esteve relacionado ao aumento das populações de macrófitas aquáticas no reservatório de Tucuruí (JUNK; NUNES de MELLO, 1990; FEARNESIDE, 1999). Navarro-Silva; Barbosa; Calado, (2004) também relacionaram a ocorrência de vegetação aquática, especialmente de *Pistia stratiotes* L. (Araceae - alface-d'água), *Eichornia crassipes* (Pontederiaceae - aguapé), *Heteranthera reniformis* (Pontederiaceae - hortelã-do-brejo), *Ponteria cordata* (Pontederiaceae - rainha-dos-lagos), *Typha domingensis* e *Echynocloa polystachya* (Poaceae - capim-camalote), e de mosquitos *Mansonia* no Parque do Iguazu em Curitiba.

Apesar da redução significativa da área de cobertura de macrófitas em alguns reservatórios, a exemplo de Tucuruí, o monitoramento desta comunidade e o controle das fontes de entrada de nutrientes deve ser contínuo visando a prevenção dos efeitos negativos.

3.2. Aspectos positivos ou potencialmente positivos

As macrófitas são os principais produtores primários na maioria dos ambientes aquáticos continentais. Em alguns desses ambientes podem ser responsáveis por até 95% da produção

primária (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003) e sua biomassa é a base de teias alimentares de herbivoria e detritivoria (ESTEVES, 1998). Porém, dependendo do sistema aquático o aumento da produção pode levar a degradação do sistema, como ressaltado anterior.

Os bancos de macrófitas estruturados aumentam a estabilidade da região litorânea e a proteção das margens contra a erosão (SAND-JENSEN, 1998) que é um impacto resultante da ampliação dos ambientes após a formação dos reservatórios. As macrófitas emersas como *Typha latifolia* e várias espécies da família Cyperaceae recebem destaque (LITTLE, 1979). Por outro lado, a formação de bancos muito extensos pode dificultar o acesso da população ao recurso hídrico.

As macrófitas aquáticas, notadamente as enraizadas, através do efeito de “bombeamento” são muito eficientes na ciclagem de nutrientes, pois elas absorvem esses nutrientes das partes mais profundas do sedimento e os disponibilizam para a coluna d’água através da excreção e da decomposição (ESTEVES; CAMARGO, 1986; ESTEVES, 1998).

O desenvolvimento de plantas aquáticas promove um aumento significativo da estruturação e da heterogeneidade espacial e ambiental dos habitats aquáticos e favorece a instalação de várias comunidades de invertebrados e vertebrados, terrestres e aquáticos (THOMAZ; BINI, 1998; VIEIRA; ADIS, 2000; THOMAZ, 2002; HENRY; COSTA, 2003; AGOSTINHO; GOMES; JULIO JR., 2003; DORNFELD; FONSECA-GESSNER, 2005).

As plantas aquáticas exercem um papel de fundamental importância na formação de substratos para a colonização das comunidades perifíticas, que por sua vez, desempenham uma função importante na dinâmica de nutrientes do ecossistema aquático (RODRIGUES; BICUDO; MOSCHINI-CARLOS, 2003).

Takeda *et al.* (2003) em um estudo sobre a comunidade de invertebrados associada as macrófitas aquáticas, destacaram quatro grupos que apresentaram maior densidade: Cladocera, Ostracoda, Chironomidae e Oligoqueta.

Nessimian; De Lima (1997) citam que dos macroinvertebrados que foram encontrados colonizando três espécies de macrófitas, 51% eram insetos, e que os principais grupos

encontrados foram: Chironomidae, Odonata e Caenidae.

A colonização dos detritos de *Nymphaea ampla* (Nymphaeaceae – ninféia, flor-da-noite) por invertebrados durante a sucessão ecológica em uma lagoa costeira, foi avaliada por Gonçalves; Esteves; Callisto (2003), segundo esses autores, 9 gêneros de 2 sub-famílias de Diptera, Tanypodinae e Chironomidae foram encontrados nos detritos dessa macrófita durante 16 dias de experimento.

Würdig; Freitas; Fausto (1990) destacam a importância das macrófitas para a comunidade de Ostracoda da lagoa do Gentil (Rio Grande do Sul). De acordo com Albertoni; Würdig (1996), 13 espécies de Ostracoda pertencentes a 4 famílias foram encontradas associadas as macrófitas aquáticas desta lagoa, dentre estas, a família Darwinulidae foi a mais abundante com 58,22% dos indivíduos encontrados. Poi de Neiff (2003) evidencia que uma grande quantidade de larvas de insetos (Chironomidae e Hydroplidae) e crustáceos (Leptasteridae) foi encontrada vivendo em *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae - camalote). Estudando essa mesma espécie de macrófita aquática flutuante, Peláez-Rodríguez; Trivinho-Strixino; Urso-Guimarães (2003) constataram a presença de insetos (Cecidomyiidae: Diptera), os quais utilizavam os rizomas da macrófita para a postura de ovos e desenvolvimento larval. Já Monkolski; Takeda; Melo (2005) encontraram 8 gêneros de ácaros aquáticos colonizando diferentes segmentos dessa macrófita aquática.

Em um estudo sobre a associação de macroinvertebrados a 6 espécies de macrófitas aquáticas, Biggs; Malthus (1982), constataram que as comunidades dominantes eram formadas por Gastropoda (Mollusca) e por Chironomidae (Diptera).

A importância das macrófitas para a comunidade zooplanctônica é discutida por (STANSFIELD *et al.*, 1997; LANSAC-TÔHA; VELHO; BONECKER, 2003). Segundo esses autores, o zooplâncton utiliza os bancos de macrófitas como refúgio, sendo, portanto observada uma interação positiva entre as duas comunidades. Segundo Velho *et al.* (1999) dentre os organismos encontrados no zooplâncton, as tecamebas representam uma clara evidência da influência das macrófitas aquáticas sobre a composição e a riqueza dessa comunidade, visto

que esses protozoários estão preferencialmente associados a essa vegetação, além do sedimento.

Lansac-Tôha *et al.* (1997) afirmam que a riqueza do rotíferos em lagoa da planície de inundação do alto rio Paraná esta relacionada a presença ou ausência de macrófitas aquáticas, segundo esses autores, no primeiro caso foram encontrados 107 táxons, já na presença das macrófitas, foram encontrados 120 táxons sendo que dentre esses últimos táxons, 27 foram exclusivos das regiões com macrófitas.

A utilização dos bancos como sítios de alimentação, reprodução e abrigo para a fauna de peixes, é amplamente discutida na bibliografia (ESTEVES; CAMARGO, 1986; MESCHIATTI; ARCIFA; FENERICH-VERANI, 2000; SÁNCHEZ-BOTERO; ARAÚJO-LIMA, 2001; AGOSTINHO; GOMES; JULIO JR., 2003; CASATTI; MENDES; FERREIRA, 2003; PELICICE; AGOSTINHO; THOMAZ, 2005).

Segundo Miranda; Hodges (2000), o balanceamento entre a eficiência de forrageamento dos predadores e às necessidades de refúgio das presas é um dos benefícios gerado pelas macrófitas sobre a estrutura das assembléias de peixes. Pelicice; Agostinho; Thomaz (2005) observaram que a comunidade de peixe associada à macrófita submersa do gênero *Egeria* no reservatório de Rosana foi composta principalmente de espécies de pequeno porte (Characiformes) e juvenis, com poucas espécies de grande porte (Gymnotiformes e Cichlidae). Observações pessoais dos autores deste trabalho têm constatada a ocorrência de altas densidades de larvas de peixes associadas aos bancos de macrófitas no reservatório do Lajeado no rio Tocantins.

De acordo com Alho; Strüssmann; Vasconcellos (2000), a maioria das espécies de anuros do Pantanal suportam o período de seca se abrigoando em locais úmidos, como por exemplo, sob bancos de macrófitas em decomposição. Esses autores afirmam ainda que, esses bancos de macrófitas também são utilizados como sítios de alimentação por algumas espécies de anuros como a diminuta rã verde (*Lysapsus limellus*), que possivelmente é favorecida pela grande quantidade de invertebrados fitófagos que participam do processo de decomposição dos bancos de macrófitas em tempos de seca.

Os bancos flutuantes do gênero *Oxycaryum* (Cyperaceae - baceiro) são usados como locais de nidificação de espécies de grande porte como jacarés por exemplo (POTT; POTT, 2000).

As aves aquáticas usam os bancos de macrófitas flutuantes para nidificação como exemplos podem ser citados o "cafezinho" (Jacanidae – *Jacana jacana*) que usa os bancos de *Salvinia* (Salvinaceae, samambaia da água) e a "viuvinha" (Tyrannidae – *Colonia colonus*) que utilizam os bancos de *Thalia* (Marantaceae - caeté), conforme Pott; Pott (2000). Esses autores lembram ainda que, espécies como: *Azolla caroliniana*, *Azolla filiculoides* (Azollaceae - azola), *Sargittaria guayanensis* (Alismataceae - lagartixa) e *Hydrocotyle ranunculoides* (Apiaceae - chapéu-de-sapo) entre outras, servem de alimentos para várias espécies de aves aquáticas.

A utilização das macrófitas como forragem para mamíferos de grande porte como bovinos, caprinos, búfalos, capivaras e peixes-boi, suínos, cervos, veados e cavalos também é discutida por Little (1979), Albuquerque (1981), Pott; Pott (2000), Henry-Silva; Camargo (2000) e Oliveira *et al.* (2004). Esses autores citam que espécies como: *Azolla filiculoides*, *Echinodorus paniculatus* (Alismataceae – chapéu-de-couro-folha-fina), *Sargittaria guayanensis*, *Commelina schomburgkiana* (Commelinaceae - Santa-Luzia), *Cyperus esculentus* (Cyperaceae - tiririca), *Eleocharis acutangula* (Cyperaceae - cebolinha), *Aeschynomene rudis* (Fabaceae - corticina), *Eichhornia crassipes*, *Eichhornia azurea*, *Pistia stratiotes* e *Egeria densa*, são apenas alguns exemplos de macrófitas que podem ser usadas com essa finalidade.

Vários autores têm evidenciado o importante papel das macrófitas como bioindicadoras da qualidade da água e de fatores abióticos bem como sua utilização na retenção de nutrientes e poluentes como metais pesados (FILHO; PFEIFFER, 1998; ENNABILI; ATER; RADOUX, 1998; ESTEVES, 1998; MELZER, 1999; HENRY-SILVA; CAMARGO, 2000; ENGELHARDT; RITCHIE, 2001; PEDRALLI, 2003; SIPAÚBA-TAVARES; FÁVERO; BRAGA, 2002; PEDRALLI; TEIXEIRA, 2003; THOMAZ *et al.*, 2005).

Segundo Murphy (2000), o biomonitoramento através de plantas aquáticas pode ser feito pelo indicativo de sua presença ou ausência, como também pela análise de parâmetros, tais como

tamanho da população ou comunidade, forma e atributos funcionais.

De acordo com Esteves (1998) macrófitas flutuantes são usadas com sucesso no tratamento de efluentes devido a sua alta capacidade de retenção de nutrientes e poluentes, porém, há a necessidade de remoção constante dos indivíduos contaminados e substituição por outras ainda não contaminadas, caso contrário os elementos que foram absorvidos poderão ser disponibilizados novamente através do processo de decomposição.

Existe ainda um espectro de possibilidades de aproveitamento econômico da biomassa desses vegetais, e que ainda é pouco explorado no Brasil. Neste contexto, as macrófitas aquáticas podem ser utilizadas para: (i) fabricação de artesanatos (LITTLE; 1979); (ii) produção de tijolos para construção de casas (LITTLE, 1979); (iii) ornamentação de aquários (LITTLE, 1979; PIEDADE; JUNK, 2000); (iv) produção de papel utilizando por exemplo, a biomassa de *Cyperus papyrus* (PIEADADE; JUNK, 2000); (v) produção de biogás (LITTLE, 1979); (vi) alimentação humana (PIEADADE; JUNK, 2000; POTT; POTT, 2000), porém esses autores ressaltam que a utilização da biomassa das macrófitas aquáticas como fonte de alimento é mais difundida em países asiáticos, onde são vendidas em feiras de hortaliças e em restaurantes sob a forma de conservas; (vii) controle do processo de eutrofização (PIEADADE; JUNK, 2000); (viii) além de seu grande potencial de ser usada como forragem para animais o que já foi enfatizado acima; e (ix) como fertilizante. Um dos fatores limitantes à sua utilização nos dois últimos casos é o grande percentual de água contido nesses vegetais, o que reduz a relação custo-benefício.

As macrófitas também podem ser usadas como fertilizantes em tanques de piscicultura. Neste caso Esteves (1998), diz que a biomassa das macrófitas é colocada nos tanques para aumentar as comunidades de invertebrados que serviram posteriormente de alimentos para os peixes.

Sampaio; Oliveira (2005) avaliaram a produtividade de culturas de milho adubadas

com esterco e com a biomassa de *Egeria densa*. Esses autores obtiveram uma maior produtividade média nas culturas que foram adubadas com *E. densa* (grãos, 7,7 t ha⁻¹) do que nas que foram adubadas com esterco (grãos 4,2 t ha⁻¹).

4. Considerações Finais

Embora o crescimento acelerado desta comunidade seja previsto em algumas situações, como nos primeiros anos de formação de reservatórios, por exemplo, esta não deve ser tratada nem como "vilã" nem como "mocinha". Deve se buscar, fundamentado em dados técnicos, alternativas para resolver os problemas resultantes de sua proliferação sem, contudo, buscar o extermínio das mesmas já que a ausência dela nos ambientes aquáticos também resulta em prejuízos.

Entender o papel que as macrófitas desempenham nos ambientes aquáticos continentais ainda é um desafio. Embora esforços recentes tenham contribuído de forma contundente no esclarecimento de várias questões, o acompanhamento da dinâmica dessas comunidades em ambientes naturais e artificiais deve ser realizado, com vistas à obtenção de indicadores que auxiliem na tomada de decisões em relação aos ambientes, aos locais e aos momentos mais adequados à realização de intervenções, minimizando a relação custo-benefício. Cada situação deve ser avaliada considerando os interesses envolvidos com o uso dos sistemas – usos múltiplos – buscando o ponto de equilíbrio entre ações que contribuam com a manutenção da integridade do meio aquático, da qualidade da água e da satisfação dos usuários. Embora algumas generalizações sejam possíveis em relação as macrófitas aquáticas, as especificidades de cada situação devem ser consideradas no momento de tomada de decisão em função da diversidade de situações e da variedade e dinâmica dos ambientes. A manutenção da integridade do sistema deve ser considerada como prioridade sob pena da perda de um bem comum: a água.

5. Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A.; VAZZOLER, A. E. A. M.; THOMAZ, S. M. The high Paraná Basin: Limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, T. M. (Org.). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995. p. 59-103.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JULIO JR., H. F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixe. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 261-279.
- ALBERTONI, E. F.; WÜRDIG, N. L. Comunidade de Ostracodes associada à macrófitas aquáticas na lagoa do Gentil Tramadaí, RS. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 8, p. 103-114, 1996.
- ALBUQUERQUE, B. W. P. Plantas forrageiras da Amazônia. I- Aquáticas flutuantes livres. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 11, n. 3, p. 457-471, 1981.
- ALHO, C. J. R.; STRÜSSMANN, C.; VASCONCELLOS, L. A. S. Indicadores da magnitude da diversidade e abundância de vertebrados silvestres do Pantanal num mosaico habitats sazonais. **III Simpósio sobre recursos naturais de sócio-econômicos de Pantanal: os desafios do novo milênio**, Corumbá-MS, 2000. 54p.
- BEYRUTH, Z. Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-mirim, São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 272-282, 1992.
- BIANCHINI JR., I. A decomposição da vegetação e o consumo de oxigênio nos reservatórios: implicações ecológicas. In: HENRY, R. (Org.). **Ecologia de reservatório: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FundiBio/Fapesp, 1999. p. 629-649.
- BIANCHINI JR., I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 85-126.
- BIGGS, B. J. F.; MALTHUS, T. J. Macroinvertebrates associated with various aquatic macrophytes in the backwaters and lakes of the upper Clutha Valley, New Zealand. **New Zealand of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 16, p. 81-88, 1982.
- CAMARGO, A. F. M.; HENRY-SILVA, G. G.; PEZZATO, M. M. Crescimento e produção primária de macrófitas aquáticas em zonas litorâneas. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Rima, 2003. p. 213-232.
- CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 59-83.
- CARVALHO, F. T.; VELINE, E. D.; FRAZZATTO, E. F.; ANJOS, F. M.; PERUCHI, M. Análise temporal de crescimento vegetativo de *Egeria najas* a partir de fragmentos da planta. **Planta Daninha**, Campinas, v. 21 ed. esp., p. 101-104, 2003.
- CARVALHO, F. T.; GALO, M. L. B. T.; VELINI, E. D.; MARTINS, D. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. **Planta Daninha**, Campinas, v. 21 ed. esp., p. 15-19, 2003b.
- 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**, São Carlos, v. 63, n. 2, p. 213-222, 2003.
- CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F. T.; GALO, M. L. B. T.; TRINDADE, M. L. B.; CORRÊA, M. R.; SANTOS, S. C. A. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 225-231, 2005.
- DORNFELD, C. B.; FONSECA-GESSNER, A. A. Fauna de Chironomidae (Díptera) associada à *Salvinia* sp. e *Myriophyllum* sp. num reservatório de córrego de Espreado, São Carlos, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 181-192, 2005.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998. 602p.
- ESTEVES, F. A.; CAMARGO, A. F. M. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 1, p. 273-298, 1986.
- ENGELHARDT, K. A. M.; RITCHIE, M. E. Effects of macrophytes species richness on wetland ecosystem functioning and services. **Nature**, New York, v. 411, p. 687-689, 2001.

- ENNABILI, A.; ATER, M.; RADOUX, M. Biomass production and NPK retention in macrophytes from wetlands of the Tingitan Peninsula. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 62, p. 45-56, 1998.
- FEARNSIDE, P. M. Social impacts of Brazil's Tucuruí dam. **Environmental Management**, New York, v. 24, n. 4, p. 483-495, 1999.
- FERREIRA, R. L. M. Densidade de oviposição, e quantificação de larvas e pupas de *Mansonia* Blanchard, 1901 (Diptera: Culicidae), em *Eichhornia crassipes* Solms. e *Pistia stratiotes* Linn. na ilha da Marchantaria, Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 29, n. 1, p. 123-134, 1999.
- FILHO, G. M. A.; PFEIFFER, W. C. Utilização de macrófitas marinhas no monitoramento da contaminação por metais pesados: o caso da Baía de Sepetiba, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 411-419, 1998.
- GONÇALVES JR., J. F.; ESTEVES, F. A.; CALLISTO, M. Chironomids colonization on *Nymphaea ampla* L. detritus during a degradative ecological succession experiment in a Brazilian coastal lagoon. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 15, n. 2, p. 21-27, 2003.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de quatro espécies de macrófitas aquáticas e possibilidades de uso de suas biomassas. **Naturalia**, Rio Claro, v. 25, p. 111-125, 2000.
- HENRY, R.; COSTA, M. L. R. As macrófitas aquáticas como fator de heterogeneidade espacial: um estudo de três lagoas com diferentes conectividades com o rio Paranapanema. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 189-210.
- JOHNSTONE, I. M. Macrophyte management: an integrated perspective. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Wellington, v. 20, p. 599-614, 1986.
- JUNK, W. J.; NUNES DE MELLO, J. A. S. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 4, n. 8, p.126-143, 1990.
- KHAN, F. A.; ANSARI, A. A. Eutrophication: An ecological vision. **The Botanical Review**, New York, v. 71, n. 4, p. 449-482, 2005.
- LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C.; VELHO, L. F. M.; LIMA, A. F. Composição distribuição e abundância da comunidade de zooplâncton. In: VAZZOLER, A. E. A. DE M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM, 1997. p. 117-155.
- LANSAC-TÔHA, F.A.; VELHO, L.F.M.; BONECKER, C.C. Influência de macrófitas aquáticas sobre a estrutura da comunidade zooplanctônica. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 231-242.
- LA ROVERE, E. L.; MENDES, F. E. Tucuruí hydropower complex Brazil: Estudo de caso. **Relatório Final**, 2000. 224p.
- LITTLE, E. C. S. Handbook of utilization of aquatic plants manuals. **Exploitation Bibliographies Literature Reviews FAO Fish. Tech. Pap.**, v. 187, 1979. 176p.
- MARCONDES, D. A.; MUSTAFÁ, A. L.; TANAKA, R. H. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 299-317.
- MARTINS, D.; COSTA, N. V.; TERRA, M. A.; MARCHI, S. R.; VELINI, E. D. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no reservatório de Salto Grande (Americana-SP). **Planta Daninha**, Campinas, v. 21 ed. esp., p. 21-25, 2003.
- MELZER, A. Aquatic macrophytes as tools for lakes management. **Hydrobiologia**, New York, v. 395/396, p. 181-190, 1999.
- MESCHIATTI, A. J.; ARCIFA, M. S.; FENERICH-VERANI, N. F. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. **Environmental Biology of Fishes**, Netherlands, v. 58, p. 133-143, 2000.
- MIRANDA, L. E.; HODGES, K. B. Role of aquatic vegetation coverage on hypoxia and sunfish abundance in bays of a eutrophic reservoir. **Hydrobiologia**, New York, vol. 427, 2000. p. 51-57.
- MONKOLSKI, A.; TAKEDA, A. M.; MELO, S. M. Fauna structure of water mites associated with *Eichhornia azurea* in two lakes of the upper Paraná floodplain, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 329-337, 2005.

- MURPHY, K. J. Predizendo alterações em ecossistemas aquáticos continentais e áreas alagáveis: o potencial de sistemas bioindicadores funcionais utilizando macrófitas aquáticas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, Maringá: v. 27, 2000. p. 7-9.
- NAVARRO-SILVA, M. A.; BARBOSA, A. A.; CALADO, D. *Mansonia* spp. (Mansoniini, Culicidae) activity in a restrict forest inside Curitiba urban area (Paraná, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.21, n. 2, p. 243-247, 2004.
- NESSIMIAN, J. L.; DE LIMA, I. H. A. G. Colonização de três espécies de macrófitas por macroinvertebrados aquáticos em um brejo no litoral do estado do Rio de Janeiro. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Carlos, v. 9, p. 149-163, 1997.
- ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1984. 434p.
- OLIVEIRA, R. J. F.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; ANDRADE, M. F.; SILVA FILHA, O. L.; MEDEIROS, S. J. S. Efeito da adição de *Egeria densa* sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em caprinos. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 53, n. 202, p. 175-184, 2004.
- PEDRALLI, G. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para os usos múltiplos de reservatórios. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 171-188.
- PEDRALLI, G.; TEIXEIRA, M. C. B. Macrófitas aquáticas como agentes filtradores de materiais particulados, sedimento e nutrientes. In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Rima, 2003. p. 177-194.
- PEIRÓ, D. F.; ALVES, R. G. Levantamento preliminar da entomofauna associada a macrófitas aquáticas da região litoral de ambientes lênticos. **Revista Uniara**, Araraquara, v. 15, p. 177-188, 2004.
- PELÁEZ-RODRÍGUEZ, M.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; URSO-GUIMARÃES, M. V. Galls in rhizome of an aquatic macrophyte, *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth (Pontederiaceae), in Jataí ecological station, Luis Antônio, SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 63, n. 4, p. 723-726, 2003.
- PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M. Fish assemblages associated with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plants biomass and diel period. **Acta Oecologica**, Montrouge, v. 27, n.1, p. 9-16, 2005.
- PETR, T. Interactions between fish and aquatic macrophytes in Inland waters. **A Review. FAO Fish. Tech. Pap.**, v. 396, 2000. 185p.
- PIEPADE, M. T. F.; JUNK, W. J. Sustainable management of species diversity and primary production of herbaceous plants of the central Amazon floodplain. German-Brazilian **Workshop on Neotropical Ecosystems – Achievements and Prospects of Cooperative Research Hamburg: Concepts and Paradigms for Management of Ecosystem Resources**, 2000. p. 721-729.
- POI DE NEIFF, A. Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* kunth. In the Paragay River. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 55-63, 2003.
- POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas Aquáticas e Perifiton: aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: Rima, 2003. 134p.
- POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 404p.
- RODELLA, R. A.; COSTA, N. V.; COSTA, L. D. N. C.; MARTINS, D. Diferenciação entre *Egeria densa* e *Egeria najas* pelos caracteres anatômicos foliares. **Planta Daninha**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 211-220, 2006.
- RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C.; MOSCHINI-CARLOS, V. O papel do perifiton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 211-229.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B. Aproveitamento da macrófita aquática *Egeria densa* como adubo orgânico. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 169-174, 2005.
- SÁNCHEZ, J. I.; ARAÚJO-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.
- SAND-JENSEN, K. Influence of submerged macrophytes on sediment composition and near-bed flow in lowland streams. **Freshwater Biology**, New York, v. 39, n. 4, p. 663-679, 1998.
- SCHEFFER, M. The effect of aquatic vegetation on turbidity: how important are the filter feeders? **Hydrobiologia**, New York, v. 409, p. 307-316, 1999.

- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; FÁVERO, E. G. P.; BRAGA, F. M. S. Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I. floating plant. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n. 4A, p. 713-723, 2002.
- SPENCER, D. F. Impacts of aquatic weeds in water use and natural systems. **Proceedings of the California Weed Science Society**, California, v. 55, 2003. p. 32-36.
- STANSFIELD, J. H.; PERROW, M. R.; TENCH, L. D.; JOWITT, A. J. D.; TAYLOR, A. A. L. Submerged macrophytes as refuges for grazing Cladocera against fish predation: observations on seasonal changes in relation to macrophyte cover and predation pressure. **Hydrobiologia**, New York, v. 342/343, p. 229-240, 1997.
- TADEI, W. P.; DUTARY-THATCHER, B. Malaria vectors in the Brazilian Amazon: *Anopheles* of the subgenus *Nyssorhynchus*. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 42, n. 2, p.87-94, 2000.
- TAKEDA, A. M.; SOUZA-FRANCO, G. M.; MELO, S. M.; MONKOLSKI, A. Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação de alto rio Paraná (Brasil). In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 243-260.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 103-116, 1998.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: HENRY, R. (Org.). **Ecologia de reservatório: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FundiBio/Fapesp, 1999. p. 599-625.
- THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Org.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 19-38.
- THOMAZ, S. M.; PAGIORO, T. A.; BINI, L. M.; ROBERTO, M. C. Ocorrência e distribuição espacial de macrófitas aquáticas em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Org.). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima, 2005. p. 281-292.
- VELHO, L. F. M.; LANSAC-TÔHA, F. A.; BINI, L. M. Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. **Hydrobiologia**, New York, v. 411, 1999. p. 103-113.
- VIEIRA, M. F.; ADIS, J. Aspectos da biologia e etologia de *Paulinia acuminata* (De Geer), 1773 (Orthoptera: Paulinidae), um gafanhoto semi-aquático, na Amazônia central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 2, p. 336-346, 2000.
- WINTON, M. D.; CLAYTON, J. S. The impact of invasive submerged weed species on seed banks in lake sediments. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 53, p. 31-45, 1996.
- WÜRDIG, N. L.; FREITAS, S. F.; FAUSTO, I. V. Comunidade de Ostracodes associada ao bentos e macrófitas aquáticas da lagoa do Gentil, Tramadaí, Rio Grande do Sul. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 3, p. 807-828, 1990.