

Colonização de macrófitas aquáticas em ambientes lânticos

Marcela Bianchessi da Cunha-Santino^{1,2}, Irineu Bianchini Jr.^{1,2}

¹ Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Departamento Hidrobiologia. Rod. Washington Luiz, km 235. 13565-905. São Carlos, SP. E-mail: cunha_santino@ufscar.br; irineu@ufscar.br

² Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Rod. Washington Luiz, km 235. 13565-905. São Carlos, SP.

1. Macrófitas aquáticas: definição e composição elementar

A vegetação encontrada nos ecossistemas aquáticos continentais é classificada em diversos grupos ecológicos: (i) emersas, (ii) flutuantes, (iii) enraizadas, (iv) submersas livres e (v) enraizadas com folhas flutuantes. A existência de distintos grupos confere a esses organismos grande amplitude ecológica (Mitchell, 1974). As macrófitas aquáticas compreendem as formas macroscópicas de vegetação aquática, incluindo: macroalgas, musgos, espécies de pteridófitas adaptadas ao ambiente aquático e as verdadeiras angiospermas, originárias do ambiente terrestre (Programa Internacional de Biologia - IBP) com adaptações para a vida na água (Spencer e Bowes, 1993; Scremin-Dias et al., 1999). Podem ser consideradas plantas que vivem na água ou sobre a água, ou ainda, plantas de margem que têm relação com água em abundância (Pott e Pott, 2000). Outra definição considera estes organismos como vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente (ou por diversos meses) total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra ou ainda flutuantes (Irgang e Gastal Jr., 1996).

Devido à ampla plasticidade fenotípica (*i.e.* plantas emersas _enraizadas ou livres, submersas _fixas ou flutuantes, folhas-flutuantes) e por incluírem diversos tipos

de vegetais a composição química das macrófitas aquáticas é variada, pois dependendo da estratégia de sobrevivência há a necessidade diferenciada da produção de estruturas de sustentação (*e.g.* lignina, celulose), pecíolos, raízes, aerênquimas, etc. De acordo com uma compilação efetuada por Joyce (1993), as plantas aquáticas possuem em média (em base de massa seca): 41% de carbono, 14% de cinzas, 2,26% de nitrogênio e 0,25% de fósforo. Outra compilação que privilegiou espécies com ocorrência em região Neotropical, registrou que em média, as macrófitas aquáticas apresentam 39% de carbono, 1,9% de nitrogênio e 0,26% de fósforo (Bianchini Jr. e Cunha-Santino, 2008).

2. A importância ecológica das macrófitas aquáticas

A importância ecológica que estes vegetais possuem nos ambientes aquáticos são muitas: (i) proporcionam locais para reprodução: nidificação de aves, desova de peixes (Casatti et al., 2003) e jacarés (Pott e Pott, 2000); (ii) constituem alimentação de pequenos mamíferos, peixes e aves (NAS, 1976; Pott e Pott, 2000); (iii) protegem (locais de abrigo) a fauna aquática (Dorn et al., 2001); (iv) auxiliam na proteção e estabilização das margens (Wetzel, 2001); (v) favorecem a oxigenação da água circundante (Scremin-Dias et al., 1999); (vi) estocam nutrientes tanto para a cadeia de herbivoria (Cronin et al., 1998) quanto para a cadeia de detritos (Bianchini Jr. et al., 2002), com casos em que representam a principal fonte autóctone de matéria orgânica das regiões litorâneas (Pieczynska, 1993); (vii) contribuem para a ocorrência e manutenção de regiões que normalmente são as mais produtivas do mundo (Wetzel, 1990; Sfriso e Marcomini, 1999); (viii) contém espécies que aumentam a heterogeneidade estrutural de habitats ocupados pelos animais aquáticos (Agostinho et al., 2003); (ix) fornecem área para o estabelecimento da comunidade perifítica (Rodrigues et al., 2003); (x) filtram (biofiltros) nutrientes dissolvidos (NAS, 1976;

Sipaúba-Tavares et al., 2002) e (xi) retêm material particulado alóctone (Moraes et al., 2004).

Em relação à ictiofauna, a diversidade das espécies de macrófitas, sua distribuição e percentagem de cobertura podem determinar a composição (temporal e espacial) dos peixes, a produção individual das espécies e o acesso aos estoques de peixes. Algumas espécies de macrófitas (ou mesmo a combinação delas) oferecem melhores habitats para algumas espécies de peixes do que para outras (Opuszynski e Shireman, 1995). A densidade da vegetação aquática e o estado trófico do ambiente também influenciam (quantitativamente e qualitativamente) os tipos predominantes de peixes que colonizam os estandes vegetais. As macrófitas aquáticas podem também ser indicadoras da qualidade da água; em adição, sua presença pode melhorar a qualidade das águas devido a sua habilidade em absorver cargas excessivas de nutrientes e outros elementos (e.g. metais); estas propriedades são eventualmente utilizadas no tratamento auxiliar de esgoto e também na biomanipulação de recursos hídricos voltados para a produção de peixes (Petr, 2000).

3. Fatores condicionantes do crescimento e da produtividade das macrófitas aquáticas

As macrófitas aquáticas caracterizam-se por apresentarem produtividade elevada, principalmente em regiões rasas e com baixa velocidade de correnteza. A produção primária representa um processo chave para a dinâmica de energia e de matéria orgânica dos ecossistemas aquáticos, sendo que esse processo apresenta diferenças entre as espécies de macrófitas, i.e. exibe uma grande variação interespecífica, ou seja, entre as espécies e os grupos ecológicos (Esteves, 1988). A

distribuição das macrófitas e sua produtividade dependem tanto das características físicas e químicas da água quanto do sedimento (Wetzel, 2001).

Os principais fatores abióticos (i.e. funções de força) que condicionam o crescimento das macrófitas aquáticas submersas podem ser sumarizados como: (i) intensidade luminosa (Pezzato, 2002; Petracco, 2006; Valleta, 2007); (ii) temperatura (Mitchell, 1974; Camargo et al., 2003); (iii) turbidez (Thomaz et al. 1999), (iv) pH e as concentrações de carbono inorgânico dissolvido (Duarte et al., 1994); (v) gases dissolvidos (Mitchell, 1974); (vi) substâncias tóxicas, turbulência, correnteza, morfologia (Mitchell, 1974); (vii) pulso de inundação (Petracco, 2006) e (viii) nutrientes (Saia e Bianchini Jr., 1998; Leyi, 2001).

De acordo com as estratégias de sobrevivência adotadas pelas espécies, as variações temporais de cada uma das funções de força interferem de forma diferente entre elas. As respostas das macrófitas aos fatores abióticos (em conjunto com os bióticos) determinam as bases da diversidade e abundância das comunidades. Em relação à dispersão desses vegetais, dependendo da intensidade e da direção, os ventos podem se constituir em agentes de disseminação ou de contenção das macrófitas flutuantes. No caso das espécies submersas, os efeitos da hidrodinâmica (i.e. velocidade de corrente e direção) equivalem a ação dos ventos para a dispersão dos propágulos.

As avaliações da produtividade primária das macrófitas aquáticas são, com frequência, efetuadas com base nas alterações de biomassa (Wetzel, 2001; Junk e Piedade, 1993a). Em geral, para estes vegetais, as variações temporais de biomassa são adequadamente descritas através do modelo logístico (Bianchini Jr., 2003). No entanto, nos estágios avançados do crescimento, ou sob condições adversas, podem ocorrer decréscimos nos valores de biomassa. Estudos que trataram de macrófitas aquáticas em áreas alagadas registraram a ocorrência de sincronismo entre os ciclos de vida destes

organismos e a variação do nível d'água (Junk e Piedade, 1993b; Penha, 1994; Piedade et al., 1994; Penha et al., 1999); esse sincronismo está relacionado com adaptações que incluem: (i) resistência das sementes e esporos à inundação e dissecação; (ii) curto ciclo reprodutivo e taxas elevadas de reprodução; (iii) produtividade alta; (iv) tolerância das plantas à inundação; (v) tolerância das plantas à dissecação e (vi) adaptações à flutuação no nível d'água (Junk e Piedade, 1993b).

Nos ecossistemas aquáticos tropicais lênticos as dispersões das espécies flutuantes podem, freqüentemente, envolver áreas extensas, independente da profundidade. Nesses ambientes as espécies flutuantes têm como fatores condicionantes básicos: a velocidade de corrente, o estado trófico, a velocidade do vento e a distância livre da superfície para a ação dos ventos (*fetch*). As espécies enraizadas, por sua vez, têm o desenvolvimento restrito às zonas litorâneas. A presença destes vegetais pode não depender do estado trófico do ambiente, uma vez que, os nutrientes são assimilados a partir dos sedimentos. Além dos fatores hidrodinâmicos e nutricionais relacionados, as macrófitas submersas dependem, ainda, da turbidez.

Billings (1964) aponta vários fatores que direcionam as interconexões entre as macrófitas e o ambiente afetando a riqueza, a distribuição e a abundância desses vegetais nos ambientes aquáticos; entre as principais citam-se: (i) nutrientes (micro e macro), (ii) salinidade, (iii) pH, (iv) herbívoros aquáticos, (v) temperatura, (vi) correntes, (vii) ventos e ondas, (viii) nível da água e (ix) radiação solar.

4. Macrófitas aquáticas: colonização de ambientes lênticos

As macrófitas aquáticas colonizam geralmente, a região litorânea dos ecossistemas lênticos (*e.g.* lagos naturais e reservatórios), assim como os sistemas

lóticos. Camargo e Henry-Silva (2006) discutem sobre a colonização desses organismos em ambientes lóticos.

A distribuição e a abundância das macrófitas aquáticas são determinadas, entre outros fatores, pela composição dos sedimentos, turvação das águas, disponibilidade de nutrientes e ação dos herbívoros. Nos ambientes aquáticos tropicais, normalmente, as condições climáticas tendem a favorecer o crescimento das plantas aquáticas; dentre elas citam-se: as temperaturas médias altas e as intensas radiações solares. Além desses fatores, ocorrem, ainda, ações antrópicas que podem induzir o aparecimento de condições favoráveis para o desenvolvimento destes vegetais; dentre as quais citam-se: a construção de reservatórios artificiais e a eutrofização.

Nas formações dos reservatórios, as contenções dos cursos d'água determinam profundas alterações, pois atenuam significativamente as velocidades de corrente, aumentando o tempo médio de residência das águas. Nas regiões de remanso dos reservatórios as condições limnológicas geralmente diferem das dos corpos centrais, principalmente no que se refere às velocidades de circulação, as profundidades médias e as variáveis físicas, químicas e biológicas (e.g. turbidez, potencial de oxi-redução, concentrações de gases e nutrientes). É comum observar, nesses ambientes, a propagação de comunidades de macrófitas. Nesses casos, as espécies enraizadas limitam-se a ocupar as regiões litorâneas, onde encontram condições adequadas para fixação e nutrição; as espécies livres e flutuantes podem ocupar áreas mais amplas. As submersas, em geral, necessitam de águas pouco turvas para seu desenvolvimento.

Um elevado número de reservatório tem sido construído no Brasil, especialmente após a década de 1960; devido ao clima tropical e sub-tropical, grande parte destes ambientes tem sido colonizada, em diferentes graus, por macrófitas aquáticas. Em consequência do desenvolvimento excessivo de plantas aquáticas, alguns

apresentaram problemas operacionais e restrições nos usos múltiplos (Thomaz e Bini, 1999). Assim, em reservatórios brasileiros é comum a proliferação de macrófitas aquáticas; além do clima, o aumento populacional dessas espécies em reservatórios eutrofizados deve-se à oferta contínua de nutrientes. O aparecimento de macrófitas em reservatórios recém construídos é um fenômeno comum. Há vários relatos sobre tais colonizações, dentre os quais citam-se: Serra da Mesa (GO): *Salvinia* e *Pistia stratiotes* (De Fellipo, 2003); Tucuruí (PA): *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes* (Petreire e Ribeiro, 1994); Salto Grande (SP): *Pistia stratiotes*, *Cyperus* sp, *Myriophyllum aquaticum*, *Ludwigia leptocarpa*, *Brachiaria* sp, *Polygonum ferrugineum*, *Eichhornia crassipes*; *Salvinia auriculata*, *Bacopa* sp, *Typha domingensis* e *Hedychium coronarium* (Tavares et al., 2004); Jurumirim (SP): *Echinochloa polystachya*, *Eichhornia azurea*, *Habenaria edwalli*, *Oxycaryum cubense*, *Polygonum spectabile*, *Limnobium stoloniferum*, *Polygonum* sp, *Ludwigia* sp, *Myriophyllum* sp, *Azolla* sp, *Salvinia* sp, *Pistia* sp e *Utricularia* sp (Henry e Nogueira, 1999); Barra Bonita (SP): *Alternanthera philoxeroides*, *Brachiaria mutica*, *Brachiaria subquadripara*, *Cyperus difformis*, *Echinochloa polystachya*, *Eichhornia crassipes*, *Enidra sessilis*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Ipomoea alba*, *Ludwigia elegans*, *Panicum rivular*, *Paspalum repens*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum lapathifolium*, *Salvinia auriculata*, *Salvinia molesta* e *Typha angustifolia* (Carvalho et al., 2003); Jupiá (SP/MS): *Egeria densa*, *Egeria najas*, *Ceratophyllum demersum*, *Typha latifolia*, *Eichhornia azurea*, *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* (Marcondes et al., 2003) e Itaipu Binacional (Brasil/Paraguai): *Urochloa plantaginea*, *Ludwigia suffruticosa*, *Eleocharis filicumis*, *Egeria najas*, *Nymphaea* sp, *Nitella acuminata*, *Eichhornia crassipes*, *Chara guairensis*, *Egeria densa* e *Nitella furcata* (Thomaz et al., 2003).

Nos reservatórios recém formados das regiões tropicais (*e.g.* Tucuruí, Balbina, Brokopondo), tem sido freqüentemente registrada a importância dos troncos emergentes como ancoradouros das plantas e dos detritos da vegetação submersa no suprimento de nutrientes para a formação e manutenção dos estandes de macrófitas aquáticas (Paiva e Salles, 1977).

O estabelecimento de indivíduos de uma determinada população de macrófitas deve-se, geralmente, a fatores como a herbivoria inexpressiva e disponibilidade de recursos (como nutrientes) e de espaço (competição fraca). As aduções de nutrientes, através de lançamentos de efluentes domésticos e industriais em áreas urbanas e industriais, ou por escoamento superficial de áreas agrícolas permitem o aumento de substâncias fosfatadas e nitrogenadas que, em geral, não são encontradas em elevadas concentrações nos ambientes aquáticos não impactados (*sensu* Smith e Schindler, 2009).

Normalmente as aduções de nutrientes ocorrem sem planejamento ou controle, e geram várias conseqüências nos recursos hídricos, tais como a eutrofização. Concomitante às entradas de nutrientes, é comum o carreamento de substâncias tóxicas (*e.g.* herbicidas) usualmente empregadas na agricultura. A intensa proliferação de macrófitas aquáticas produz elevada quantidade de matéria orgânica que, quando se decompõe, libera nutrientes para o ambiente e deste modo, incrementam temporalmente a velocidade da fertilização das águas.

Particularmente em reservatórios, outros efeitos decorrentes da presença excessiva de plantas aquáticas podem ser relacionados (Pieterse, 1993), dentre os mais relevantes assinalam-se: (i) o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), em conseqüência da morte e decomposição desses vegetais; (ii) a redução das taxas de trocas gasosas entre o ambiente aquático e a atmosfera; (iii) a interferência na produção

primária fitoplanctônica e nos demais níveis tróficos; (iv) a formação de ambiente favorável para o crescimento de insetos e moluscos com implicação médico-sanitária; (v) o incremento da evapotranspiração; (vi) a interferência na operação dos sistemas geradores de energia das usinas hidrelétricas, pela necessidade de remoção periódica de biomassa vegetal acumulada nas grades de proteção das tomadas d'água; (vii) a redução do potencial de usos múltiplos, devido às interferências em atividades tais como: navegação, pesca, natação, esportes náuticos e outras atividades de lazer; (viii) a retenção de elementos minerais, tais como o nitrogênio e o fósforo. Os efeitos prejudiciais podem ser minimizados através de fiscalização, controle e planejamento das atividades na bacia hidrográfica. Nesse caso, é também conveniente manter inventários e monitoramentos que conduzam a um manejo adequado das comunidades de macrófitas aquáticas e da qualidade da água. Thomaz e Bini (1998) discutem os principais aspectos relacionados ao controle e o manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios, entre eles: (i) a manutenção de áreas íntegras de regiões litorâneas, (ii) cálculo dos riscos ambientais derivados das técnicas de manejo; (iii) monitoramento de impactos de áreas sujeitas ao manejo, (iv) adoção de ações conjuntas de controle ou manejo e (v) avaliação da necessidade de método específico de controle das macrófitas. Aliado ao controle desses vegetais enfatiza-se a importância ecológica das macrófitas e os benefícios que esses vegetais trazem as ambientes lânticos fazendo com que o manejo de macrófitas em reservatórios constitua-se normalmente em um desafio (Thomaz e Bini, 2005). Na literatura nacional e internacional, existem vários estudos e revisões sobre as macrófitas aquática, dentre os citam-se: (i) uso e controle das vegetações aquáticas (Mitchell, 1974); (ii) utilização das macrófitas aquáticas (NAS, 1976; Little, 1979), (iii) ecologia e manejo de macrófitas aquáticas (Pieterse e Murphy, 1993; Thomaz e Bini, 2003), (iv) diversidade global de macrófitas aquáticas (Chambers

et al., 2008), (v) uso de macrófitas como recursos alimentares na aquicultura (Hasan e Chakrabarti, 2009).

Referências

AGOSTINHO, AA., GOMES, LC. e JULIO Jr., HF. 2003. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 261-279.

BIANCHINI Jr., I. e CUNHA-SANTINO, MB. 2008. As rotas de liberação do carbono dos detritos de macrófitas aquáticas. *Oecologia Brasiliensis*, vol. 12, no. 1, p. 20-29.

BIANCHINI Jr., I. 2003. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 85-126.

BIANCHINI Jr., I., PACOBAHYBA, LD. e CUNHA-SANTINO, MB. 2002. Aerobic and anaerobic decomposition of *Montrichardia arborescens* (L.) Schott. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 14, no. 3, p. 27-34.

BILLINGS, WD. 1964. *Plants and the Ecosystem*. Belmont: Wadsworth. 154 p.

CAMARGO, AFM. e HENRY-SILVA, GG. 2006. Ecologia de macrófitas aquáticas em ecossistemas lóticos. *Boletim SBL*, no. 35/1, p. 11-14.

CAMARGO, AFM., PEZZATO, MM. e HENRY-SILVA, GG. 2003. Fatores limitantes à produção primária. In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 59-83.

CARVALHO, FT., GALO, MLBT., VELINI, ED. e MARTINS, D. 2003. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de barra bonita, no Rio Tietê. *Planta Daninha*, vol. 21, p. 5-19.

CHAMBERS, PA., LACOUL, P., MURPHY, KJ. e THOMAZ, SM. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, vol. 595, p. 9-26.

CRONIN, G., WISSING, KD. e LODGE, DM. 1998. Comparative feeding selectivity of herbivorous insects on water lilies: aquatic vs. semi-terrestrial insects and submersed vs. floating leaves. *Freshwater Biology*, vol. 39, no. 2, p. 243-257.

DE FELLIPO, R. 2003. Colonização e regressão da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório da UHE Serra da Mesa - Goiás. In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 281-297.

DORN, JN., CRONIN, G. e LODGE, DM. 2001. Feeding preference and performance of an aquatic lepdopteran on macrophytes: plants hosts as food and habitat. *Oecologia*, vol. 128, p. 406-415.

DUARTE, CM., PLANAS, D. e PEÑUELAS, J. 1994. Macrophytes, taking control of ancestral home. In MARGALEF, R. ed. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier. p.59-79.

HASAN, MR. e CHAKRABARTI, R. 2009. *Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. N°. 531. Rome: FAO. 123 p.

HENRY, R. e NOGUEIRA, MG. 1999. A represa de Jurumirim (São Paulo): Primeira síntese sobre o conhecimento limnológico e uma proposta preliminar de manejo ambiental. In HENRY, R. ed. *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. Botucatu: FAPESP/FUNDBIO, p. 653-685.

IRGANG, B. E. e GASTAL Jr., CVS. 1996. *Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS*. Porto Alegre: CPG-Botânica/UFGS, 290 p.

JOYCE, JC. 1993. Practical uses of aquatic weeds. In PIETERSE AH. e MURPHY KJ. ed., *Aquatic weeds. The ecology and management of nuisance aquatic vegetation*. Oxford University Press: Oxford. p. 274-291.

JUNK, W.J. e PIEDADE, MTF. 1993a. Biomass and primary-production of herbaceous plant communities in the Amazon floodplain. *Hydrobiologia*, vol. 263, p. 155-162.

JUNK, W. J. e PIEDADE, MTF. 1993b. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: species diversity and adaptations to the flood pulse. *Amazoniana*, vol.12, p. 467-484.

LEYI, NI. 2001. Effect of water column nutrient enrichment on growth of *Potamogeton maackianus* A. Benn. *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 39, p. 83-87.

LITTLE, ECS. 1979. *Handbook of utilization of aquatic plants*. FAO Fisheries Technical Paper. N°. 187. Rome: FAO, 176 p.

MARCONDES, DAS., MUSTAFÁ, AL. e TANAKA, RH. 2003. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 299-317.

MITCHELL, DS. 1974. Water weeds. In: MITCHELL, DS. ed. *Aquatic vegetation and its use and control*. Paris: UNESCO, p. 13-22.

MORAES, AR., ESPÍNDOLA, ELG., FARIA, OB., LOPES-FERREIRA, C. e BITAR, AL. 2004. Biomassa, estoque de nutrientes e metais em macrófitas aquáticas do reservatório de Salto Grande (Americana, SP). In ESPÍNDOLA, ELG., LEITE, MA. e DORNFELD, CB. ed. *Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): Caracterização, impactos e propostas de manejo*. São Carlos: RIMA, p.253-264.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (NAS). 1976. *Making aquatic weeds useful: some perspectives for developing countries*. Washington: NAS, 174 p.
- OPUSZYNSKI, K. e SHIREMAN, JV. 1995. *Herbivorous fishes. Culture and use for weed management*. Boca Raton: CRS Press. 223 p.
- PAIVA, MP. e SALLES, PV. 1977. *Desmatamento de represas hidrelétricas no Brasil*. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 28 p. [Relatório Técnico].
- PENHA, JMF. 1994. *Ecologia populacional de Pontederia lanceolata Nuttall em uma área alagável do Pantanal Matogrossense - MT*. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 94 p. [Dissertação de Mestrado].
- PENHA, JMF., DA SILVA, CJ. e BIANCHINI Jr., I. 1999. Productivity of the aquatic macrophyte *Pontederia lanceolata* Nutt. (Pontederiaceae) on floodplains of the Pantanal Mato-grossense, Brazil. *Wetlands Ecology and Management*, vol. 7, p. 155-163.
- PETR, T. 2000. *Interactions between fish and aquatic macrophytes in inland waters. A review*. FAO Fisheries Technical Paper. Nº. 396. Rome, FAO. 185 p.
- PETRACCO, P. 2006. Efeito das variáveis abióticas na produção primária de *Egeria najas* e *Utricularia breviscapa* da lagoa do Óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 140 p. [Tese de Doutorado].
- PETRERE Jr., M. e RIBEIRO, MCLB. 1994. The impact of a large tropical hydroelectric dam: the case of Tucuruí in middle river Tocantins. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 5, p. 123-134.
- PEZZATO, MM. 2002. *Efeitos da radiação fotossinteticamente ativa, temperatura, pH e concentração de carbono inorgânico na produção primária da macrófita aquática Egeria densa Planch.* Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 45 p. [Dissertação de Mestrado].
- PIECZYNSKA, E. 1993. Detritus and nutrient dynamics in the shore zone of lakes: a review. *Hydrobiologia*, vol. 251, p. 49-58.
- PIEPADE, MTF., LONG, SP. e JUNK, WJ. 1994. Leaf and canopy photosynthetic CO₂ uptake of a stand of *Echinochloa polystachya* on the Central Amazon floodplain: Are the high potential rates associated with the C₄ syndrome realized under the near-optimal conditions provide by exceptional natural habitat? *Oecologia*, vol. 97, p. 193-201.
- PIETERSE, AH. e MURPHY, KJ. 1993. *Aquatic weeds*. Oxford: Oxford University Press. 593 p.
- PIETERSE, AH. 1993. Concepts, ecology and characteristics of aquatic weeds. In PIETERSE, A H. e MURPHY, KJ. ed. *Aquatic weeds*. Oxford: Oxford University Press, p. 3-16.
- POTT, VJ. e POTT, A. 2000. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília: Embrapa, 404 p.

- RODRIGUES, L., BICUDO, DC. e MOSCHINI-CARLOS, V. 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 211-230.
- SAIA, FT. e BIANCHINI Jr., I. 1998. Modelo do crescimento e senescência de *Salvinia auriculata* em condições de laboratório. In Anais do *Seminário Regional de Ecologia*, 8. São Carlos, p.1331-1342.
- SCREMIN-DIAS, E., POTT, VJ., HORA, RC. e SOUZA, PR. 1999. *Nos jardins submersos da Bodoquena - Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região*. Campo Grande: Editora UFMS. 160 p.
- SFRISO, A. e MARCOMINI, A. 1999. Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part II. Coupling with sediment, SPM and tissue carbon, nitrogen and phosphorus concentrations. *Maine Environmental Research*, vol. 47, p. 285-309.
- SMITH, VH. e SCHINDLER, DW. 2009. Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 24, no.4, p. 201-207.
- SPENCER, W. e BOWES, G. 1993. Ecophysiology of the world's most troublesome aquatic weeds. In PIETERSE, AH. and MURPHY, KJ. ed. *Aquatic weeds*. Oxford: Oxford University Press, p. 39-73.
- TAVARES, KS., ROCHA, O., ESPÍNDOLA, ELG. e DORNFELD, CB. 2004. Composição taxonômica da comunidade de macrófitas aquáticas do reservatório de Salto Grande (Americana, SP). In ESPÍNDOLA, ELG., LEITE, MA. e DORNFELD, CB. ed. *Reservatório de Salto Grande (Americana, SP): Caracterização, impactos e propostas de manejo*. São Carlos: RIMA, pp.239-252.
- THOMAZ, SM. e BINI, LM. 1998. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 10, no. 1, p. 103-116.
- THOMAZ, SM., BINI, LM., SOUZA, DC., PAGIORO, TA., CARMO, M., PIERINI, S., RIBEIRO, R. e HEIL, SA. 1999. *Estudos de macrófitas aquáticas no reservatório de Itaipú: monitoramento e fatores ecológicos relacionados com as alterações da biomassa*. Maringá: UEM/Nupélia. 83 p. [Relatório Técnico].
- THOMAZ, SM., BINI, LM. e PAGIORO, TA. 2003. Macrófitas aquáticas em Itaipu: ecologia e perspectivas para o manejo. In THOMAZ, SM. e BINI, LM. ed. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, p. 319-341.
- THOMAZ, SM. e BINI, LM. 2003. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem. 341 p.
- THOMAZ, SM. e BINI, LM. 2005. Macrófitas aquáticas e reservatórios: um dilema a ser resolvido. *Boletim SBL*, no. 32, p. 8-9.

VALLETA, LSA. 2007. Taxa fotossintética e crescimento de *Cabomba piauhyensis* da lagoa do Óleo (Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP). UFSCar, 30p. [Monografia].

WETZEL, RG. 1990. Detritus, macrophytes and nutrient cycling in lakes. *Memorie dell' Istituto Italiano di Idrobiologia*, 47:233-249.

WETZEL, RG. 2001. *Limnology: Lake and River ecosystems*. Philadelphia: Academic Press. 1006 p.