

# O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas?

*Are floristic composition, richness and life forms of aquatic macrophytes affected by the dam-river gradient of the Sobradinho Reservoir?*

Edson Gomes de Moura Júnior<sup>1,5</sup>, Maria Carolina de Abreu<sup>3</sup>, William Severi<sup>2</sup>  
& Guilliani Alan da Silva Tavares Lira<sup>4</sup>

## Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar a riqueza, formas biológicas e composição florística de macrófitas aquáticas ao longo do eixo rio-barragem de um reservatório no Nordeste do Brasil. Foram estabelecidas seis estações de amostragem ao longo de suas regiões lótica, de transição e lântica. As coletas ocorreram nos meses de junho e julho de 2008 (período de estiagem), e em janeiro e fevereiro de 2009 (período chuvoso). Foram coletados indivíduos em estágio fértil ou vegetativo, tendo as espécies sido categorizadas quanto às formas biológicas e os percentuais de frequência de ocorrência. A similaridade florística entre os pontos de amostragem foi calculada utilizando-se o índice de Jaccard. Foram identificadas 43 espécies, das quais 18 estiveram presentes na região lótica, 16 na de transição e 25 na lântica. *Salvinia auriculata* Aubl. e *Paspalum repens* P.J. Bergius ocorreram em 100% das unidades amostrais. As regiões lótica e de transição contemplaram, predominantemente, espécies anfíbias e emergentes, diferindo da região lântica, onde espécies flutuantes, emergentes e submersas foram mais evidentes. A similaridade entre os ecossistemas lótico e de transição foi maior que 50%, enquanto que entre esses ambientes e a região lântica foi menor que 25%.

**Palavras-chave:** florística, hábito, reservatórios, similaridade.

## Abstract

This study aimed to evaluate aquatic-macrophyte richness, life forms and floristic composition along the longitudinal axis of Sobradinho Reservoir – Bahia. Six sampling stations were selected along the lotic, transition and lentic stretches. Sampling was conducted in June and July 2008 (drought season), and in January and February 2009 (rainy season). Individuals in both fertile and vegetative stages were sampled and the species were classified according to life form and occurrence frequency. Floristic similarity among sampling stations was expressed by the Jaccard index. Forty-three species were recorded, 21 of these being present in the lotic stretch, 21 in the transition stretch and 30 in the lentic stretch. *Salvinia auriculata* Aubl. and *Paspalum repens* P.J. Bergius occurred in 100% of the sampling units. The lotic and transition regions were predominantly colonized by emergent and amphibious macrophytes, whereas the lentic region was colonized by plants with floating and submersed habits. The analysis showed a high similarity (> 50%) between lotic and transition stretches, and low similarity (< 25%) between these and the lentic stretch.

**Key-words:** floristics, habit, reservoirs, similarity.

## Introdução

Os ecossistemas aquáticos continentais são locais importantes para a conservação biológica, pois 9,5% da riqueza de espécies existentes na Terra colonizam esses ambientes (Balian *et al.* 2008). Em

meio à diversidade de ecossistemas aquáticos encontrados no Brasil, os reservatórios são os que apresentam maior importância social, pois viabilizam o progresso material da população humana e a sustentabilidade dos recursos hídricos (Esteves 1998; Pegorini *et al.* 2005). Esses mananciais tornam

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Depto. Biologia, R. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE.

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Depto. Pesca e Aquicultura, R. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Piauí, Depto. Biologia, R. Cícero Eduardo s/n, Junco, 64600-000, Picos, PI.

<sup>4</sup>Organização Pan-americana de Saúde (OPAS)/Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), Av. Conselheiro Rosa e Silva 1489, 52050-020, Recife, PE.

<sup>5</sup>Autor para correspondência: jrbio10@hotmail.com

o potencial hidroelétrico dos rios aproveitável, possibilitam seu uso como vias navegáveis e viabilizam o abastecimento público e industrial (Júlio-Jr. *et al.* 2005; Tundisi 2007).

Além de seu valor social, os reservatórios desempenham papéis estruturais e funcionais no ecossistema, pois contemplam uma grande diversidade de ambientes e organismos aquáticos (Thomaz *et al.* 1999; Agostinho *et al.* 2005; Bini *et al.* 2005; Tundisi & Tundisi 2008). Dentre as espécies que colonizam os reservatórios estão às plantas aquáticas, as quais são importantes para a produção de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes no ambiente, servem de substrato para o perifiton e propiciam abrigo e proteção a outros organismos aquáticos e/ou anfíbios (Esteves 1998; Pott & Pott 2000; Pompêo & Moschini-Carlos 2003; Thomaz & Cunha 2010).

Ainda que a importância das plantas aquáticas para a ecologia dos reservatórios do Nordeste do Brasil tenha sido bem enfatizada na literatura (França *et al.* 2003; Moura-Júnior *et al.* 2009, 2010; Henry-Silva *et al.* 2010), o entendimento dos padrões e processos relacionados à biodiversidade desses ecossistemas ainda representa um desafio à ecologia teórica e aplicada. Essencialmente, os reservatórios são caracterizados por apresentarem um contínuo fluxo de água no sentido nascente-barragem que propicia a discriminação de três zonas ou regiões (lótica, de transição e lântica), com distintas estruturas físicas, químicas e biológicas (Thornton 1990; Pompêo 1999; Mormul *et al.* 2010).

A região lótica dos reservatórios é caracterizada por apresentar água com transparência reduzida, elevada turbidez e baixa concentração de oxigênio dissolvido, enquanto que a região lântica apresenta águas transparentes, baixa turbidez e níveis elevados de oxigênio dissolvido, sendo a região de transição um ecótono entre os trechos lótico e lântico (Thornton 1990; Costa 2004). Esse gradiente rio-barragem tem promovido alterações significativas nos padrões da biodiversidade de plantas aquáticas de reservatórios do Sudeste do Brasil (Thomaz *et al.* 2003; Pompêo 2008), o que sugere respostas similares para reservatórios de outras regiões tropicais, como o semi-árido nordestino.

Embora se reconheça que as plantas aquáticas possam constituir guildas ao longo do gradiente rio-barragem dos reservatórios, não existe um consenso acerca dos fatores que determinam os padrões de riqueza, composição florística e formas biológicas

desses vegetais. Alguns pesquisadores acreditam que a especificidade das condições abióticas da água (Murphy *et al.* 2003; Thomaz *et al.* 2003; Ferreira *et al.* 2010; Sousa *et al.* 2010) ou o regime de chuvas (Neiff 1975, 1978; Pott & Pott 2003) podem interferir nos padrões bióticos das plantas aquáticas. Contudo, outros ecólogos entendem que a formação das guildas de macrófitas aquáticas pode estar relacionada às características biogeográficas (Ferreira *et al.* 2011) ou aos processos eco-fisiológicos das espécies (Henry-Silva & Camargo 2005; Silva & Zickel 2010).

Assim, o conhecimento da composição florística, riqueza e formas biológicas de plantas aquáticas ao longo do eixo rio-barragem de um reservatório é capaz de fornecer informações importantes acerca do comportamento das espécies nesse tipo de ecossistema, e com isso ampliar o conhecimento sobre os padrões da biodiversidade desses vegetais em reservatórios tropicais. Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivos: (I) determinar a variação na riqueza de plantas aquáticas entre as diferentes regiões (lótica, de transição e lântica) de um reservatório do semi-árido Nordestino; (II) avaliar a distribuição das formas biológicas ao longo do eixo rio-barragem do reservatório; (III) analisar se ocorre ou não similaridade florística entre essas regiões; (IV) e identificar quais são as espécies mais frequentes ao longo do eixo rio-barragem do reservatório.

## Material e Métodos

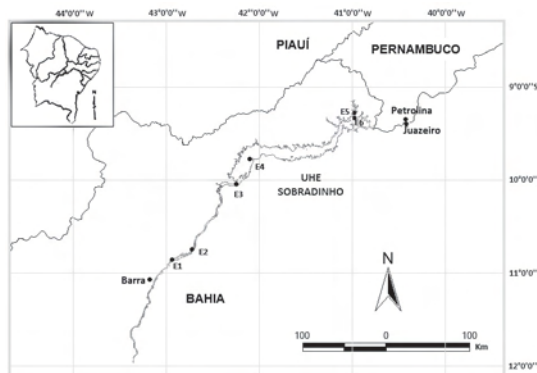
O reservatório da Usina Hidroelétrica (UHE) de Sobradinho (19°45'S – 19°50'S e 42°35'W – 42°40'W) situa-se nos trechos médio e submédio do rio São Francisco, entre os municípios de Barra e Juazeiro, ambos localizados na Bahia (Fig. 1). O lago artificial de Sobradinho é um dos maiores reservatórios hidrelétricos do mundo, com uma superfície de espelho d'água de 4.214 km<sup>2</sup> (Godinho & Godinho 2003) que pode ser reduzida em até 70% no período de estiagem, e uma capacidade de armazenamento de 30,1 bilhões de metros cúbico de água. O regime anual de chuvas no reservatório de Sobradinho é distribuído irregularmente entre os meses de outubro/novembro e maio/junho, com pico em março e janeiro, sendo o período de estiagem compreendido entre junho e setembro (Costa 2004). A pluviosidade média no período chuvoso varia de 20 mm/km<sup>2</sup> (setembro/outubro e maio/junho) a mais de 450 mm/km<sup>2</sup> (março e janeiro), enquanto no período de estiagem não ultrapassa os 20 mm/km<sup>2</sup> (Costa 2004).

As amostragens florísticas foram realizadas durante os bimestres de junho-julho de 2008 e janeiro/fevereiro de 2009, a fim de abranger os períodos de chuva e estiagem, respectivamente. Foram estabelecidas seis estações de amostragem ao longo do eixo rio-barragem do reservatório: estações 1 ( $10^{\circ}51'20,32''\text{S} / 42^{\circ}55'45,14''\text{W}$ ) e 2 ( $10^{\circ}44'37,71''\text{S} / 42^{\circ}43'3,67''\text{W}$ ) na região lótica; estações 3 ( $10^{\circ}2'23,93''\text{S} / 42^{\circ}14'25,69''\text{W}$ ) e 4 ( $9^{\circ}46'23,07''\text{S} / 42^{\circ}4'35,30''\text{W}$ ) na região de transição; e estações 5 ( $9^{\circ}18'36,83''\text{S} / 40^{\circ}58'26,38''\text{W}$ ) e 6 ( $9^{\circ}12'51,09''\text{S} / 40^{\circ}58'58,03''\text{W}$ ) na região lântica (Fig. 1). Para cada estação, foram plotadas duas parcelas amostrais, uma na margem esquerda e outra na direita, ambas de  $20 \times 40$  m (no sentido margem-espelho d'água), estando o ponto inicial localizado a 0,5 m da margem.

Foram coletados ramos ou indivíduos (em estágio fértil ou vegetativo) das espécies presentes nas parcelas, através de amostragem expedita (com duração média de 45 min por parcela, em cada expedição de coleta), segundo a metodologia de Fidalgo & Bononi (1984), sem delineamento amostral.

A lista das espécies seguiu a proposta de classificação das famílias reconhecidas pelo APG II (2003) para as Angiospermas, por Smith *et al.* (2006) para as Pteridófitas, e Buck & Goffinet (2000) para as Briófitas. A identificação das espécies foi fundamentada em bibliografia especializada e na compilação com os acervos dos herbários Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR/UFRPE) e da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), ambos localizados em Recife - PE. Para a classificação das formas biológicas das macrófitas coletadas, utilizou-se a proposta de Irgang *et al.* (1984). Os espécimes coletados foram incorporados ao acervo biológico particular da CHESF, o qual se encontra disponível na sede da Instituição, em Recife.

Os dados de riqueza específica e composição florística de cada região do reservatório nos diferentes períodos sazonais foram obtidos através do somatório dos resultados encontrados nas parcelas de cada região, nos bimestres analisados. Quanto à análise dos dados, calculou-se o coeficiente de variação para avaliar se ocorreu diferença no número de espécies entre as diferentes regiões do reservatório, a partir da média e do desvio padrão da riqueza entre as regiões, em cada período sazonal. Em seguida, ordenaram-se os dados florístico através da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para verificar as diferenças entre as regiões do reservatório e quais as formas



**Figura 1** – Mapa da área de abrangência do reservatório de Sobradinho com a localização das 06 estações de coleta.  
**Figure 1** – Map of the area under influence of Sobradinho Reservoir, with location of 06 stations.

biológicas estiveram mais associadas a cada região, utilizando-se o programa CANOCO versão 4.5 (Ter Braak & Smilauer 2002). Para a melhor visualização dos perfis obtidos, através da DCA, foram retiradas do gráfico as espécies menos correlacionadas com os eixos da ordenação. A avaliação da similaridade florística entre as regiões do reservatório e entre os períodos sazonais foi realizada através de uma análise de agrupamento. A matriz de composição florística foi submetida à análise de similaridade pelo índice de Jaccard (Magurran 2004) e ordenada pelo método WPGMA, através do software PRIMER 6.0 (Clarke & Gorley 2006). Para testar a consistência dos agrupamentos foi utilizado o método de permutação Monte Carlo com 2000 replicações e  $\alpha = 1\%$ , através do programa RandMat versão 1.0 (Manly 1997). Com base no registro de campo foram calculados os percentuais de ocorrência das espécies ao longo do reservatório de Sobradinho, segundo a metodologia proposta por Mateucci & Colma (1982).

## Resultados

Foram inventariadas 43 espécies, distribuídas em 32 gêneros e 25 famílias (Tab. 1). As famílias Cyperaceae e Convolvulaceae foram as mais representativas na riqueza das regiões lótica e de transição do reservatório, contemplando juntas nove espécies para essas regiões. Já para a estação lântica, a família Salviniaceae foi a que apresentou um maior número de espécies (quatro), correspondendo a 9,30% do total de macrófitas aquáticas identificadas nas áreas estudadas (Fig. 2).

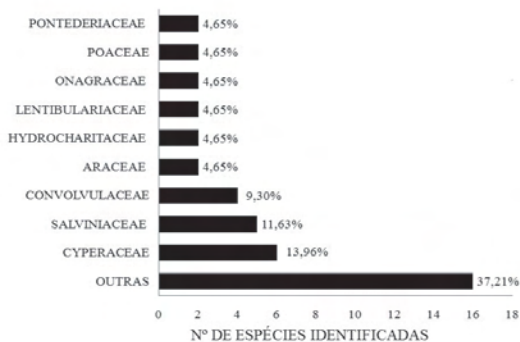
**Tabela 1** – Lista de espécies (por família), forma biológica (FB) e percentual de frequência de ocorrência (%) das espécies de macrófitas aquáticas identificadas nas diferentes regiões do reservatório de Sobradinho – BA, nos meses de chuva e estiagem. (+) presença; (-) ausência. AN – anfíbia; EM – emergente; FL – flutuante livre; FF – flutuante fixa; SL – submersa livre; SF – submersa fixa; EP – Epífita.

**Table 1** – List of aquatic macrophytes species (by family), biological form (FB) and percent occurrence frequency, identified in the different stretches of Sobradinho Reservoir – BA, in rainy and drought months. (+) presence; (-) absence. AN – amphibian; EM – emergent, FL – free-floating, FF – rooted-floating, SL – free-submersed; SF – rooted-submersed; EP – epiphytes.

Táxon	Lótico		Transição		Lêntico		FB	%	Número de Coletor
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso			
ALISMATACEAE									
<i>Echinodorus tenellus</i> Buchenau	-	-	-	-	-	+	EM1	16,67	Moura Jr., E.G. 038
APOCYNACEAE									
<i>Roulinia montevidensis</i> (Spreng.) Malme.	-	-	-	-	+	-	EP1	16,67	Moura Jr., E.G. 056
ARACEAE									
<i>Pistia stratiotes</i> L.	-	-	-	-	-	+	FL1	16,67	Abreu, M.C. 020
<i>Wolffia brasiliensis</i> Wedd.	-	-	-	-	+	-	FL2	16,67	Moura Jr., E.G. 014
BRASSICACEAE									
<i>Cleome spinosa</i> Jacq	+	-	+	-	-	-	AN1	33,33	Moura Jr., E.G. 060
CABOMBACEAE									
<i>Cabomba aquatica</i> Aubl.	-	-	-	-	-	+	SF1	16,67	Moura Jr., E.G. 079
CONVOLVULACEAE									
<i>Ipomoea asarifolia</i> Roem. & Schult.	-	+	-	+	-	-	EM2	33,33	Moura Jr., E.G. 050
<i>Ipomoea batatoides</i> Choisy	+	-	+	+	-	-	AN2	50,00	Moura Jr., E.G. 048
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	-	+	-	+	+	+	AN3	66,67	Moura Jr., E.G. 043
<i>Ipomoea subrevoluta</i> Choisy	+	-	+	-	-	-	EM3	33,33	Moura Jr., E.G. 025
CUCURBITACEAE									
<i>Cucumis</i> sp.	-	-	-	-	+	+	EP2	33,33	Moura Jr., E.G. 007
CYPERACEAE									
<i>Cyperus odoratus</i> L.	+	-	+	-	+	-	EM4	50,00	Moura Jr., E.G. 044

Táxon	Lótico		Transição		Lêntico		FB	%	Número de Coletor
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso			
<i>Cyperus</i> sp.	+	-	-	-	-	-	EM5	16,67	Moura Jr., E.G. 049
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.	-	-	-	-	+	-	EM6	16,67	Moura Jr., E.G. 018
<i>Eleocharis minima</i> Kunth	+	-	+	-	-	-	EM7	33,33	Moura Jr., E.G. 022
<i>Eleocharis</i> sp.	+	-	+	-	-	-	EM8	33,33	Moura Jr., E.G. 051
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Palla	+	-	-	-	+	+	EM9	50,00	Moura Jr., E.G. 002
EUPHORBIACEAE									
<i>Croton rhamnifolius</i> Kunth	+	-	-	+	-	-	AN4	33,33	Abreu, M.C. 031
HYDROCHARITACEAE									
<i>Egeria densa</i> Planchon	-	+	+	-	-	+	SF2	50,00	Abreu, M.C. 025
<i>Valisneria</i> sp.	+	-	-	-	-	-	SF3	16,67	Moura Jr., E.G. 035
HYDROLEACEAE									
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	+	-	+	-	-	-	AN5	33,33	Abreu, M.C. 032
LENTIBULARIACEAE									
<i>Utricularia foliosa</i> L.	-	-	-	-	+	-	SL1	16,67	Abreu, M.C. 016
<i>Utricularia breviscapa</i> Wright ex Griseb.	-	-	-	-	+	+	SL2	33,33	Moura Jr., E.G. 008
LIMNOCHARITACEAE									
<i>Hydrocleys nymphoides</i> (Willd.) Buchenau	-	-	-	-	+	-	EM10	16,67	Abreu, M.C. 036
MALVACEAE									
<i>Melochia pyramidata</i> L.	-	-	+	-	-	-	AN6	16,67	Abreu, M.C. 002
NYMPHAEACEAE									
<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. & Zucc.	-	-	-	-	+	-	FF1	16,67	Abreu, M.C. 038
ONAGRACEAE									
<i>Ludwigia helminthorrhiza</i> (Mart.) H. Hara	-	-	-	-	+	+	FL3	33,33	Severi, W. 006
<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H. Hara	-	-	+	-	+	+	EM11	50,00	Moura Jr., E.G. 047

Táxon	Lótico		Transição		Lêntico		FB	%	Número de Coletor
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso			
PLANTAGINACEAE									
<i>Bacopa aquatica</i> Aubl.	-	-	-	-	+	+	EM12	33,33	Moura Jr., E.G. 027
POACEAE									
<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	+	-	+	-	-	-	AN7	33,33	Moura Jr., E.G. 045
<i>Paspalum repens</i> P.J. Bergius	+	+	-	+	+	+	EM13	83,33	Moura Jr., E.G. 003
POLYGONACEAE									
<i>Polygonum ferrugineum</i> Wedd	+	-	+	+	+	-	EM14	66,67	Abreu, M.C. 028
PONTEDERIACEAE									
<i>Eichhornia azurea</i> Kunth	+	+	+	+	-	+	FL4	83,33	Abreu, M.C. 019
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	+	+	-	+	+	+	FL5	83,33	Severi, W. 007
PTERIDACEAE									
<i>Ceratopteris pteridoides</i> (Hook.) Hieron.	-	-	-	-	+	-	EM15	16,67	Moura Jr., E.G. 032
RICCIACEAE									
<i>Ricciocarpus natans</i> (L.) Corda	-	-	+	-	+	+	FL6	50,00	Moura Jr., E.G. 009
SALVINIACEAE									
<i>Azolla caroliniana</i> Willd.	-	-	-	-	+	-	FL7	16,67	Severi, W. 001
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	-	-	-	-	+	-	FL8	16,67	Moura Jr., E.G. 057
<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	+	+	+	+	+	+	FL9	100,00	Abreu, M.C. 006
<i>Salvinia minima</i> Baker	-	-	-	-	+	-	FL10	33,33	Moura Jr., E.G. 004
<i>Salvinia oblongifolia</i> Martius	+	-	+	-	-	-	FL11	33,33	Moura Jr., E.G. 054
THELYPTERIDACEAE									
<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K. Iwats.	-	-	-	-	+	+	EM16	33,33	Abreu, M.C. 040
TYPHACEAE									
<i>Typha domingensis</i> Pers.	-	-	-	-	+	+	EM17	33,33	Abreu, M.C. 021



**Figura 2** – Riqueza e distribuição percentual das famílias de macrófitas aquáticas mais representativas, no reservatório de Sobradinho – BA.

**Figure 2** – Richness and percent distribution of most representative aquatic macrophytes in Sobradinho Reservoir – BA.

Dentre as espécies de macrófitas aquáticas identificadas no reservatório de Sobradinho 22 spp. (51,16%) foram observadas exclusivamente no período de estiagem e seis (13,95%) no chuvoso, sendo a riqueza específica total para os períodos de estiagem e chuvoso de 39 e 22 spp., respectivamente. No período de estiagem, 18 táxons ocorreram na região lótica, 16 na de transição e 25 na lântica, enquanto que, no período chuvoso foram registradas sete espécies na região lótica, nove na de transição e 18 na lântica. A análise do coeficiente de variação (CV) confirmou as diferenças sazonais quanto à riqueza de macrófitas aquáticas das três regiões do reservatório, com uma diferença mais acentuada entre as regiões lântica-lótica e transição-lântica, no período chuvoso (Tab. 2).

Quanto à distribuição das formas biológicas, observou-se que as regiões lótica e de transição contemplaram, predominantemente, espécies anfíbias e emergentes, diferindo da região lântica, onde espécies flutuantes, emergentes e submersas foram mais evidentes (Fig. 3). Com uma explicabilidade em 51,1% nos dois primeiros eixos, a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) confirmou esse padrão. Foram estabelecidos dois grupos em função da ocorrência ou não das espécies. O grupo (A) foi constituído pelas regiões lótica e de transição, as quais convergiram em função das espécies anfíbias (AN) e emergentes (EM). O grupo (B) esteve representado pela região lântica, a qual foi colonizada por uma maior diversidade de formas biológicas (Fig. 4).

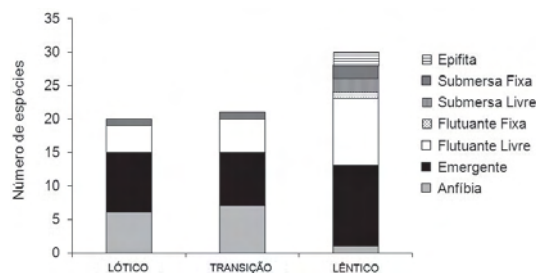
**Tabela 2** – Média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) da riqueza de macrófitas aquáticas nas diferentes regiões do reservatório de Sobradinho – BA. PE = período de estiagem; PC = período chuvoso.

**Table 2** – Average, standard deviation, variation coefficient (CV) of aquatic macrophytes richness in the different stretches of Sobradinho Reservoir – BA. PE = dry season; PC = rainy season.

Regiões	Média		Desvio padrão		CV	
	PE	PC	PE	PC	PE	PC
Lotico-Transição	17,0	8,0	1,4	1,4	8,31%	17,68%
Lotico-Lântico	21,5	12,5	4,9	7,8	23,02%	62,23%
Lântico-Transição	20,5	13,5	6,4	6,4	31,04	47,14%

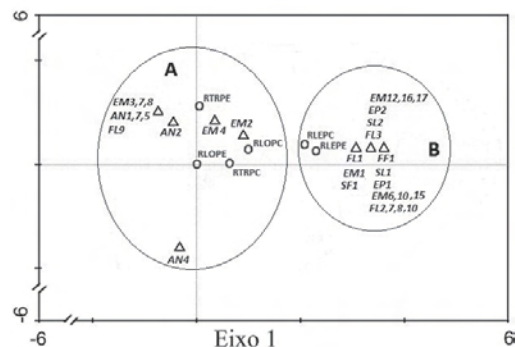
De acordo com o teste de Monte Carlo, as comunidades de macrófitas que apresentaram índices de Jaccard acima de 44% foram consideradas significativamente similares, quanto à estrutura florística. Nesse sentido, a variação da composição florística de plantas aquáticas entre as regiões do reservatório de Sobradinho foi comprovada pelos índices de similaridade que evidenciaram alta similaridade (> 45%) entre os ecossistemas lótico e de transição, e baixa similaridade (< 25%) entre esses ambientes e a região lântica (Fig. 5), sendo esses padrões observados para os diferentes períodos sazonais.

Quanto à frequência de ocorrência, constatou-se que apenas oito espécies ocorreram nas três regiões do reservatório: *Salvinia auriculata*; *Paspalum repens*; *Eichhornia azurea*; *Eichhornia crassipes*; *Polygonum ferrugineum*; *Ipomoea carnea*; *Cyperus odoratus*; e *Egeria densa*, sendo todas reconhecidas como espécies daninhas em ecossistemas aquáticos continentais. Desse total apenas duas espécies (*Salvinia auriculata*, *Paspalum repens*) apresentaram 100% de presença entre as estações amostrais. Por outro lado, 13 espécies (30,23%) apresentaram apenas um registro de ocorrência no reservatório de Sobradinho, sendo que desse total, 11 ocorreram na região lântica (oito no período de estiagem e três no chuvoso), duas na lótica e uma na de transição (todas no período de estiagem) (Tab. 1).



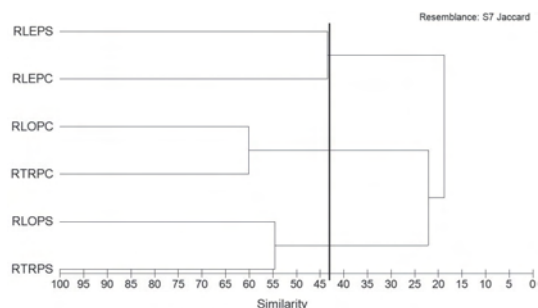
**Figura 3** – Distribuição numérica das macrófitas aquáticas do reservatório de Sobradinho – BA, pelas diferentes categorias de formas biológicas.

**Figure 3** – Numeric distribution of aquatic macrophytes of Sobradinho Reservoir – BA by different biological form categories



**Figura 4** – Representação da Análise de Correspondência Destendenciada – DCA (com explicabilidade de 51,1% para os dois primeiros eixos), segundo a distribuição das formas biológicas em cada região do reservatório de Sobradinho – BA. RLOPS – região lótica, período seco; RLOPC – região lótica, período chuvoso; RTRPS – região de transição, período seco; RTRPC – região de transição, período chuvoso; RLEPS – região lântica, período seco; RLEPC – região lântica, período chuvoso; AN – anfíbia; EM – emergente; FL – flutuante livre; FF – flutuante fixa; SL – submersa livre; SF – submersa fixa; EP – epífita.

**Figure 4** – Detrended Correspondence Analysis – DCA (as explained 51.1% for the first two axes) according biological form distribution of each stretch of Sobradinho Reservoir – BA. RLOPS – lotic stretch, drought season; RLOPC – lotic stretch, rainy season; RTRPS – transition stretch, drought season; RTRPC – transition stretch, rainy season; RLEPS – lentic stretch, rainy season; RLEPC – lentic stretch, rainy season; AN – amphibian; EM – emergent, FL – free-floating, FF – rooted-floating, SL – free-submersed; SF – rooted-submersed; EP – epiphytes.



**Figura 5** – Dendrograma da similaridade florística das macrófitas aquáticas, entre as regiões do reservatório de Sobradinho – BA, acompanhado do teste de permutação Monte Carlo = 0,25 (com 2.000 replicações,  $\alpha = 1\%$ ). RLOPS – região lótica, período seco; RLOPC – região lótica, período chuvoso; RTRPS – região de transição, período seco; RTRPC – região de transição, período chuvoso; RLEPS – região lântica, período seco; RLEPC – região lântica, período chuvoso.

**Figure 5** – Dendrogram of floristic similarity of aquatic macrophytes along the Sobradinho Reservoir – BA, by Monte Carlo permutation test = 0.25 (with 2,000 replications,  $\alpha = 1\%$ ). RLOPS – lotic stretch, drought season; RLOPC – lotic stretch, rainy season; RTRPS – transition stretch, drought season; RTRPC – transition stretch, rainy season; RLEPS – lentic stretch, rainy season; RLEPC – lentic stretch, rainy season.

## Discussão

O presente estudo apresentou uma riqueza de macrófitas aquáticas semelhante àquela constatada em dois reservatórios do Parque Estadual de Dois Irmãos – PE (Moura-Júnior *et al.* 2009), onde foram registradas 48 espécies, bem como a da bacia do rio Apodi/Mossoró (Henry-Silva *et al.* 2010), na qual 40 táxons foram inventariados. No entanto, o número de espécies observadas em Sobradinho foi relativamente baixo em comparação com o estudo realizado em seis reservatórios do semi-árido baiano (França *et al.* 2003), com registro de 121 espécies. Segundo Silva & Zickel (2010), a região do semi-árido nordestino possui uma grande diversidade de reservatórios com distintos aspectos hidrológicos, e aqueles que apresentam características perenes, com baixos níveis tróficos que sofrem pequena influência de variações hidrológicas (semelhante aos analisados por França *et al.* 2003), abrigam uma flora aquática vascular diversificada.

Cyperaceae também foi evidenciada como a família com maior riqueza específica em ecossistemas aquáticos lóticos da Bahia (França *et*



al. 2003), do Rio Grande do Norte (Henry-Silva *et al.* 2010) e de Pernambuco (Moura-Júnior *et al.* 2009). Atualmente, estima-se que existam cerca de 5.000 espécies de Cyperaceae (Govaerts *et al.* 2007) distribuídas em uma grande variedade de ambientes aquáticos e áreas de ecótono (Sobral-Leite *et al.* 2010; Henry-Silva *et al.* 2010). Goetghebeur (1998) afirma que a elevada representatividade florística desta família está associada à eficiência na propagação vegetativa dos seus representantes, os quais apresentam um sistema subterrâneo formado por rizomas, tubérculos ou estolões, o que foi comum para as espécies de Cyperaceae registradas no reservatório de Sobradinho.

Assim como observado no presente estudo, a família Salviniaceae esteve entre as mais representativas na flora aquática da lagoa Silvana - MG (Pivari *et al.* 2008) e em lagoas do Pantanal (Pott & Pott 2003). Segundo Moran (1995), a preferência das Salviniaceae por ambientes lânticos (*e.g.* lagos e lagoas) ocorre em função da estratégia reprodutiva (por esporos) e da forma biológica (flutuante livre) adotada pelos seus representantes.

Ao inventariar as macrófitas aquáticas de uma lagoa do semiárido baiano, Neves *et al.* (2006) observaram um maior número de espécies no período chuvoso, não corroborando com os dados de riqueza do presente estudo. Sabe-se que a chuva, e, conseqüentemente, a alteração do regime hidrológico representam forças seletivas capazes de promover significativas flutuações na estrutura da macroflora aquática (Santos & Thomaz 2007; Thomaz *et al.* 2009; Sousa *et al.* 2010). Entretanto, os processos de colonização, sucessão e estabilidade das comunidades de plantas aquáticas também podem ser influenciados pelas características abióticas da água, como por exemplo, pela disponibilidade de luz, pH, condutividade elétrica e concentração de nutrientes fosfatados e nitrogenados (Murphy *et al.* 2003). De acordo com Esteves (1998) a riqueza das macrófitas aquáticas está inversamente relacionada, dentre outros fatores, com o estado trófico da água. Levando em consideração que o reservatório de Sobradinho apresenta um baixo índice trófico durante o período de estiagem, quando comparado ao chuvoso (Costa 2004), a maior

riqueza florística registrada no presente estudo, durante o primeiro período, pode estar relacionada às características abióticas da água.

Moura-Júnior *et al.* (2010) constataram diferenças quanto ao padrão de riqueza, composição florística e forma biológica da flora aquática vascular de ambientes lânticos e lóticos do trecho sub-médio rio São Francisco, os quais convergiram com os dados relacionados no presente estudo. Segundo esses pesquisadores, a correnteza foi capaz de carrear os baceiros de macrófitas aquáticas flutuantes de ambientes lóticos para lânticos, tendo algumas das características hidrológicas dos ambientes lânticos (*e.g.* menor turbidez e maior transparência) favorecido a colonização de uma flora aquática rica e heterogênea.

A ocorrência das espécies *S. auriculata*, *E. crassipes*, *E. azurea*, *P. repens*, *P. ferrugineum*, *I. carnea*, *C. odoratus* e *E. densa* ao longo de todo o gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho pode ser considerado um evento comum. De acordo com Pott & Pott (2000), essas espécies apresentam ampla distribuição e/ou são oportunistas em diversos ambientes aquáticos continentais. É importante ressaltar que, sob determinadas condições, o crescimento excessivo da vegetação aquática pode se tornar um problema para determinados usos da água, como irrigação, abastecimento de cidades e indústrias, navegação e geração de energia (Marcondes *et al.* 2003; Pereira *et al.* 2008). Nesse sentido, a elevada presença das referidas espécies pode sinalizar para futuros problemas operacionais na UHE Sobradinho (*e.g.* interrupção na geração de energia), caso não sejam desenvolvidos estudos continuados sobre a produtividade primária dessas espécies. Entretanto, Moura-Júnior *et al.* (2010), ao estudarem a biologia das macrófitas aquáticas da região do médio São Francisco, não registraram estandes em tamanho e biomassa que pudessem corroborar com essa problemática.

Em síntese, a amostragem nas três regiões do reservatório de Sobradinho evidenciou diferenças quanto à riqueza, composição florística e formas biológicas das plantas aquáticas, sendo as regiões lótica e de transição mais similares, quando comparadas com a região lântica. Ainda que o reservatório de Sobradinho apresente registros de macrófitas aquáticas daninhas, esse

contempla uma grande biodiversidade de plantas aquáticas, e nesse sentido, pode ser considerado essencial para a manutenção de parte da biota aquática do trecho sub-médio do rio São Francisco, além de apresentar grande relevância social e ecológica para a região Nordeste do Brasil. Os resultados obtidos no presente estudo sugerem ainda que cada região do reservatório de Sobradinho é constituída por uma comunidade de plantas aquáticas distinta, sendo a especificidade das condições abióticas da água (turbidez, transparência, tempo de residência e concentração de oxigênio dissolvido) o principal fator estruturador de cada comunidade.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional (FADURPE) em parceria com a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), pelo apoio financeiro e logístico concedidos para a realização dessa pesquisa.

## Referências

- Agostinho, A.A.; Thomaz, S.M. & Gomes, L.C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology* 19: 646-652.
- APG II – Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the angiosperm phylogeny group classification of the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Balian, E.V.; Segers, H.; Lévêque, C. & Martens, K. 2008. The freshwater animal diversity assessment: an overview of the results. *Hydrobiologia* 595: 627-637.
- Bini, L.M.; Oliveira, L.G.; Souza, D.C.; Carvalho, P & Pinto, M.P. 2005. Patterns of the aquatic macrophyte cover in Cachoeira Dourada Reservoir (GO-MG). *Brazilian Journal of Biology* 65: 19-24.
- Buck, W.R. & Goffinet, B. 2000. Morphology and classification of mosses. *In: Shaw, J.A. & Goffinet, B. (eds.). Bryophyte Biology. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 72-124.*
- Clarke, K.R.; Gorley, R.N. 2006. PRIMER Plymouth routines in multivariate ecological research. Ver. 6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth. 190p.
- Costa, B.D.F. 2004. Caracterização ambiental e dimensionamento da capacidade de aproveitamento do Reservatório de Sobradinho para a instalação de tanques-rede. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 64p.
- Esteves, F.A. 1998. Fundamentos de limnologia. 2ed. Interciência, Rio de Janeiro. 602p.
- Ferreira, F.A.; Mormul, R.P.; Pedralli, G.; Pott, V.J.; Pott, A. 2010. Estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas em três lagoas do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Hoehnea* 37: 43-52.
- Ferreira, F.A.; Mormul, R.P.; Thomaz, S.M.; Pott, A. & Pott, V.J. 2011. Macrophytes in the upper Paraná river floodplain: checklist and comparison with other large South American wetlands. *Revista de Biologia Tropical* 59: 541-556.
- Fidalgo, O. & Bononi, V.R.L. 1984. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Instituto de Botânica, São Paulo. 62p.
- França, F.; Melo, E.; Neto, A.G.; Araújo, D.; Bezerra, M.; Ramos, H.M.; Castro, I. & Gomes, D. 2003. Flora vascular de açudes de uma região do semi-árido da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 17: 549-559.
- Godinho, A.L. & Godinho, H.P. 2003. Breve visão do São Francisco. *In: Godinho, H.P. & Godinho, L.A. (eds.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. PUC-Minas, Belo Horizonte. Pp. 15-24.*
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. *In: Kubitzki, K. (ed.). The families and genera of vascular plants. Springer, Berlin. Pp. 141-190.*
- Govaerts, R.; Simpson, D.; Bruhl, J.; Egorova, T.; Goetghebeur, P. & Wilson, K. 2007. World checklist of Cyperaceae – Sedges. Royal Botanic Gardens, Kew. 765p.
- Henry-Silva, G.G. & Camargo, A.F.M. 2005. Interações ecológicas entre as macrófitas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*. *Hoehnea* 32: 445-452.
- Henry-Silva, G.G.; Moura, R.S.T. & Dantas, L.L.O. 2010. Richness and distribution of aquatic macrophytes in Brazilian semi-arid aquatic ecosystems. *Acta Limnologica Brasiliensia* 22: 147-156.
- Irgang, B.E.; Pedralli, G. & Waechter, J.I. 1984. Macrófitas aquáticas da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessleria* 6: 395-404.
- Julio-Jr, H.F.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Latini, J.D. 2005. Distribuição e caracterização dos reservatórios. *In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais. Rima, São Carlos. Pp. 1-16.*
- Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Malden. 256p.
- Manly, B.F.J. 1997. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. 2ed. Chapman and Hall, London. 399p.
- Marcondes, D.A.S.; Mustafá, A.F. & Tanaka, R.H. 2003. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. *In: Thomaz, M.S. & Bini, M.L. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Eduem, Maringá. Pp. 299-318.*
- Mateucci, S.D. & Colma, A. 1982. La Metodologia para el Estudio de la Vegetacion. *Coleccion de Monografias Cientificas; Série Biologia* 22: 1-168.

- Moran, R.C. 1995. Salviniaceae. *In*: Davidse, G.; Sousa, M. & Knapp, S. (eds.). Flora Mesoamericana. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Pp. 1-395.
- Mormul, R.P.; Ferreira, F.A.; Carvalho, P.; Michelan, T.S.; Silveira, M.J. & Thomaz, S.M. 2010. Aquatic macrophytes in the large, sub-tropical Itaipu Reservoir. *Revista de Biologia Tropical* 58: 1437-1452.
- Moura-Júnior, E.G.; Silva, S.S.L.; Lima, L.F.; Lima, P.B.; Almeida-Jr., E.B.; Pessoa, L.M.; Santos-Filho, F.S.; Medeiros, D.P.W.; Pimentel, R.M.M. & Zickel, C.S. 2009. Diversidade de plantas aquáticas vasculares em açudes do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife-PE. *Revista de Geografia* 26: 178-293.
- Moura-Júnior, E.G.; Abreu, M.C.; Severi, W. & Lira, G.A.S.T. 2010. Macroflora aquática do Reservatório Sobradinho – BA, trecho sub-médio do Rio São Francisco. *In*: Moura, A.M.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M. & Albuquerque, U.P. (eds.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo. Nuppea, Recife. Pp. 189-212.
- Murphy, K.J.; Dickinson, G.; Thomaz, S.M.; Bini, L.M.; Dick, K.; Greaves, K.; Kennedy, M.P.; Livingstone, S.; McFerran, H.; Milne, J.M.; Oldroyd, J. & Wingfield R.A. 2003. Aquatic plant communities and predictors of diversity in a sub-tropical river floodplain: the upper Rio Paraná, Brazil. *Aquatic Botany* 77: 257-276.
- Neiff, J.J. 1975. Fluctuaciones anuales en la composition fitocenotica y biomassa de la hidrofitia en lagunas islanas del Paraná Medio. *Ecosur* 2: 153-183.
- Neiff, J.J. 1978. Fluctuaciones de la vegetacion acuatica em ambientes del valle de inundacion del Paraná medio. *Physis* 38: 41-53.
- Neves, E.L.; Leite, K.R.B.; França, F. & Melo, E. 2006. Plantas aquáticas vasculares em uma lagoa de planície costeira no município de Candeias, Bahia, Brasil. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas* 6: 24-29.
- Pegorini, E.S.; Carneiro, C. & Andreoli, C.V. 2005. Mananciais de abastecimento público. *In*: Andreoli, C.V. & Carneiro, C. (eds.). Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. Sanepar/Finep, Curitiba. Pp. 1-500.
- Pereira, S.M.B.; Nascimento, P.R.F.; Sampaio, E.V.B.; Moura-Jr., A.M. & Oliveira-Carvalho, M.F. 2008. Monitoramento e manejo da macrófita aquática *Egeria densa* Planchon no nordeste brasileiro – Estudo de caso. *In*: Moura, A.N.; Araújo, E.L. & Albuquerque, U.P. (eds.). Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. Comunigraf, Recife. Pp. 209-234.
- Pivari, M.O.D.; Salimena, F.R.G.; Pott, V.J. & Pott, A. 2008. Macrófitas aquáticas da Lagoa Silvana, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia* 63: 321-327.
- Pompêo, M.L.M. 1999. Perspectivas da limnologia no Brasil. Gráfica e Editora União, São Luís. 191p.
- Pompêo, M.L.M. & Moschini-Carlos. 2003. Macrófitas aquáticas e perifíton, aspectos ecológicos e metodológicos. Rima, São Carlos. 130p.
- Pompêo, M.L.M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas. 2008. *Oecologia Brasiliensis* 12: 406-424.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2000. Plantas aquáticas do Pantanal. Embrapa, Brasília. 404p.
- Pott, V.J. & Pott, A. 2003. Dinâmica da vegetação aquática do Pantanal. *In*: Thomaz, S.M. & Bini, L.M. (eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Vol. 1. Eduem, Maringá. Pp. 145-162.
- Santos, A.M. & Thomaz, S.M. 2007. Aquatic macrophytes diversity in lagoons of a tropical floodplain: the role of connectivity and water level. *Austral Ecology* 32: 177-190.
- Silva, S.S.L. & Zickel, C.S. 2010. Macrófitas aquáticas: conceitos e metodologia para os reservatórios nordestinos. *In*: Moura, A.M.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.; Albuquerque, U.P. (eds.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: biodiversidade, ecologia e manejo. Nuppea, Recife. Pp. 71-186.
- Smith, A.R.; Pryer, K.M.; Schuettpelz, E.; Korall, P.; Schneider, H. & Wolf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705-731.
- Sobral-Leite, M.; Campelo, M.J.A.; Siqueira-Filho, J.A. & Silva, S.I. 2010. Checklist das macrofitas vasculares de Pernambuco: riqueza de especies, formas biologicas e consideracoes sobre distribuicao. *In*: Albuquerque, U.P.; Moura, A.N. & Araujo, E.L. (eds.). Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos. Vol. 2. Nuppez, Recife. Pp. 253-280.
- Sousa, W.T.Z.; Thomaz, S.M. & Murphy, K.J. 2010. Response of native *Egeria najas* Planch. and invasive *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle to altered hydroecological regime in a subtropical river. *Aquatic Botany* 92: 40-48.
- Ter Braak, C.J.F & Smilauer, P. 2002. CANOCO Reference and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination. Microcomputer Power, Ithaca.
- Thomaz, S.M.; Bini, L.M.; Souza, M.C.; Kita, K.K. & Camargo, A.F.M. 1999. Aquatic macrophytes of Itaipu Reservoir, Brazil: survey of species and ecological considerations. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 42: 15-22.
- Thomaz, S.M.; Souza, D.C. & Bini, L.M. 2003. Species richness and beta diversity of aquatic macrophytes in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir,

- Brazil): the influence of limnology and morphometry. *Hydrobiologia* 505: 119-128.
- Thomaz, S. M.; Carvalho, P.; Padial, A.A. & Kobayashi, J.T. 2009. Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology* 69: 617-625.
- Thomaz, S.M. & Cunha, E.R. 2010. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia* 22: 218-236.
- Thornton, K.W. 1990. Perspectives on reservoir limnology. *In*: Thornton, K.W.; Kimmel, B.L. & Payne, F.E. (eds.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. Wiley-Interscience, New York. Pp. 1-13.
- Tundisi, J.G. 2007. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazonia. *Estudos Avançados* 21: 109-117.
- Tundisi, J.G. & Tundisi, T.M. 2008. *Limnologia*. Oficina de Texto, São Paulo. 632p.