

# LEVANTAMENTO DE PLANTAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE, AMERICANA-SP<sup>1</sup>

*Aquatic Plant Survey in Salto Grande Reservoir in Americana-SP, Brazil*

MARTINS, D.<sup>2</sup>, MARCHI, S.R.<sup>3</sup>, COSTA, N.V.<sup>4</sup>, CARDOSO, L.A.<sup>5</sup> e RODRIGUES-COSTA, A.C.<sup>6</sup>

RESUMO - O objetivo deste estudo foi determinar a frequência relativa e o nível de infestação de cada espécie da flora aquática presente no reservatório de Salto Grande, Americana-SP. O levantamento e a identificação das plantas aquáticas foram realizados percorrendo-se as margens do reservatório em uma embarcação. Ao longo dele foram estabelecidos 20 pontos de avaliação, sendo todos eles fotografados e georreferenciados. Foram atribuídos valores de 0 a 100% tanto para as espécies presentes como para os espaços livres de macrófitas aquáticas que eventualmente pudessem ocorrer dentro dos pontos amostrados. Com os dados referentes ao número de indivíduos e pontos avaliados, foi determinada a frequência relativa de cada espécie. Foram identificadas 13 espécies em todo o reservatório, sendo 12 vasculares e uma de alga-verde (*Chlorella* spp.). Entre as espécies vasculares, nove eram plantas emersas flutuantes, as quais poderiam estar ou não ancoradas no leito do reservatório: *Alternanthera philoxeroides*, *Brachiaria subquadripara*, *Cyperus difformis*, *Echinochloa polystachia* var. *spectabilis*, *Eichhornia crassipes*, *Panicum rivulare*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Typha angustifolia*. Outras três espécies foram encontradas somente em solo firme alagado: *Aeschynomene sensitiva*, *Hedychium coronarium* e *Mimosa pigra*.

**Palavras-chave:** planta daninha, impacto ambiental, monitoramento.

**ABSTRACT -** The objectives of this work were to determine the relative frequency and infestation level of each species present in the Salto Grande Reservoir in Americana-SP. The survey and identification of the aquatic plants were carried out in the Salto Grande reservoir on a boat. Twenty evaluation sites were established along the reservoir, photographed and geo-referenced. Values from 0 to 100% were assigned for both the species present and for the aquatic plants that could possibly occur within the sampled sites. Based on the number of individuals and points evaluated, the relative frequency of each species was determined. Thirteen species were identified along the reservoir, 12 vascular species and one green alga (*Chlorella* spp.). Among the vascular species, nine were floating plants, anchored or not on the bed of the reservoir, namely, *Alternanthera philoxeroides*, *Brachiaria subquadripara*, *Cyperus difformis*, *Echinochloa polystachia* var. *spectabilis*, *Eichhornia crassipes*, *Panicum rivulare*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* and *Typha angustifolia*. Other three species were found only on firm ground, namely, *Aeschynomene sensory*, *Hedychium coronarium* and *Mimosa pigra*.

**Keywords:** weed, environmental impact, monitoring.

## INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas são importantes componentes de lagos, rios, reservatórios e

outras coleções d'água, pois constituem significativa parcela do estoque de energia e matéria do primeiro nível trófico da rede alimentar, além de proporcionarem abrigo para

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 14.1.2011 e na forma revisada em 18.2.2011.

<sup>2</sup> Professor Livre Docente, Dep. de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP, <dmartins@fca.unesp.br>; <sup>3</sup> Professor Adjunto, ICET/UFMT, Barra do Garça-MT, <sidneimarchi.ufmt@gmail.com>;

<sup>4</sup> Professor Adjunto, UNIOESTE/CCA, Marechal Cândido Rondon-PR, <neumarciovc@hotmail.com>; <sup>5</sup> Dr., Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>., Consultor da FAO – Guiné Bissau, <leonildocardoso@hotmail.com>; <sup>6</sup> Professora, Dra., Colaboradora da UNIOESTE/CCA, Marechal Cândido Rondon-PR, <andreiacr@hotmail.com>.



desova e proteção das fases jovens de organismos aquáticos, promovendo heterogeneidade espacial, o que favorece a maior biodiversidade local, entre outros efeitos desejáveis (Barko et al., 1986). No entanto, devido à alteração do ambiente aquático promovida pela ação antrópica, algumas espécies são favorecidas e passam a desenvolver densas infestações, promovendo uma série de prejuízos ao equilíbrio biológico do sistema e às atividades do homem, sendo consideradas plantas daninhas, passando, assim, a ser alvo de controle (Miyazaki & Pitelli, 2003).

Durante as décadas de 1970 e 1980 o reservatório de Salto Grande foi considerado um importante polo turístico do Estado de São Paulo, o que motivou o desenvolvimento e a instalação de várias construções civis ao longo de suas margens, como clubes sociais e casas de veraneio (Leite, 1998). No entanto, a expansão das atividades humanas ao longo de toda a bacia hidrográfica do rio Atibaia resultou em uma grande descarga de efluentes de origem industrial e doméstica, o que gerou diversos impactos, como: redução no teor de oxigênio dissolvido na água, redução na produção de peixes, esportes aquáticos, navegação, irrigação e produção de energia elétrica. Somando-se a isso, a intensa atividade agrícola, representada pelo cultivo da cana-de-açúcar, também tem sido considerada um importante fator no aumento da concentração de nutrientes no reservatório, uma vez que parte dos insumos utilizados nessa monocultura pode estar sendo carregada superficialmente pelas águas das chuvas e, conseqüentemente, descarregadas nessa bacia hidrográfica.

Estudos realizados entre 1969 e 2000 demonstraram aumentos significativos nas concentrações de nitrato (de 326,00 para 808,35  $\mu\text{g litro}^{-1}$ ), nitrito (de 331,00 para 1412,10  $\mu\text{g litro}^{-1}$ ), amônia (de 38,20 para 319,69  $\mu\text{g litro}^{-1}$ ) e fosfato total dissolvido (de 6,00 para 174,04  $\mu\text{g litro}^{-1}$ ). Esses valores mostraram o adiantado estágio de eutrofização do reservatório de Salto Grande e como esse processo vem afetando a qualidade de sua água (Leite, 1998). Também, Martins et al. (2003a) observaram que a grande proliferação de plantas aquáticas estava relacionada com os elevados teores de nutrientes na água do reservatório, com reflexos no crescimento dessas plantas.

Com o processo contínuo de eutrofização do reservatório de Salto Grande, verificou-se, entre outros problemas (como o florescimento de algas cianofíceas), a grande proliferação de plantas aquáticas flutuantes; a situação final após anos de aporte de materiais no reservatório foi uma extensa área do lago coberta por macrófitas aquáticas.

Como as plantas aquáticas têm grande influência sobre os processos físico-químicos de um ecossistema e, simultaneamente, alteram as atividades humanas, é essencial que seu desenvolvimento seja vistoriado continuamente, de forma que permita a adoção de práticas de manejo, caso haja necessidade. Atualmente, não existe ainda manejo adequado que restrinja a intensa proliferação ou diminua o nível de infestação dessas plantas aquáticas no reservatório de Salto Grande. Contudo, para que seja elaborado e adotado algum plano de manejo das macrófitas aquáticas, é necessário que sejam realizados monitoramentos periódicos das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações. Esse levantamento teria a função básica de permitir o acompanhamento de tendências nas comunidades de plantas aquáticas ou flutuações populacionais de uma espécie de planta ou grupo de plantas, além de proporcionar informações confiáveis para o estabelecimento de prioridades do manejo de plantas aquáticas (Schardt, 1992).

Apesar de haver técnicas avançadas para determinar a vegetação aquática de uma região, como o uso do sensoriamento remoto orbital (Galo et al., 2002), acredita-se que, tratando de identificação de espécie, técnicas mais simples, como a visualização e identificação dos indivíduos no habitat natural, podem ser mais eficientes, devido à maior precisão na verificação das características inerentes a cada espécie durante o levantamento (Martins et al., 2008, 2009). O levantamento de infestação por plantas aquáticas faz-se necessário, pois permite verificar o grau de infestação das diferentes espécies e a distribuição destas nos corpos d'água estudados. A partir desses dados, decisões podem ser tomadas a respeito da maneira mais correta de interagir com essas plantas, desde um simples monitoramento de infestação e distribuição dessas espécies dentro de um

sistema aquático, até uma prática de controle (Martins et al., 2003b). Ressalta-se que, para produção de energia elétrica, a identificação de focos iniciais de plantas de alto risco é importante na tomada de decisões quanto à erradicação ou não desses focos (Carvalho et al., 2005).

Assim, os objetivos do trabalho foram realizar um levantamento da flora e determinar a frequência relativa e o nível de infestação de cada espécie presente no reservatório de Salto Grande, Americana-SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

Como características gerais, o reservatório de Salto Grande apresenta o rio Atibaia como o seu principal tributário, possuindo área total da bacia hidrográfica de 2.770 km<sup>2</sup>. A área específica do reservatório é de 11,5 km<sup>2</sup>, com perímetro de 64 km, comprimento máximo de 17 km, volume de água ao redor de 106 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> e profundidade média de 8 metros.

O levantamento e a identificação das plantas aquáticas foram realizados no mês de dezembro de 2003, percorrendo-se as margens do reservatório de Salto Grande com um barco de alumínio movido por motor de popa de quatro tempos, com potência de 25 HP. Foram consideradas plantas aquáticas as plantas vasculares que se desenvolviam em ambientes alagados, além de algas.

Ao longo do reservatório foram estabelecidos 20 pontos de avaliação, sendo um localizado próximo à barragem, outro localizado no início da formação do reservatório (ambiente lântico) e os restantes dezoito pontos distribuídos nos 64 km de perímetro do reservatório. Todos os pontos foram fotografados e georreferenciados (Tabela 1) por meio de um aparelho localizador geográfico GPS portátil modelo Garmin 12, que forneceu as coordenadas (latitude e longitude) deles.

Concomitantemente com a identificação das plantas, foi realizada uma estimativa visual da dimensão geográfica do ponto e distribuição proporcional das plantas no foco. Foram atribuídos valores de 0 a 100%, tanto para as espécies presentes como para os espaços livres das macrófitas aquáticas que

eventualmente pudessem ocorrer dentro dos pontos amostrados. Com os dados referentes ao número de indivíduos e pontos avaliados, foi determinada a frequência relativa de cada espécie, com a utilização da fórmula proposta por Mueller-Dombois & Elleberg (1974):  $FRe = FAe / FAT \times 100$  (%), em que FRe refere-se à frequência relativa de cada espécie; FAe representa a frequência absoluta de cada espécie ( $FAe = NAe / NAT \times 100$ , em que NAe significa o número de amostragens nas quais ocorreu uma determinada espécie e NAT é o número total de amostragens realizadas); e FAT é o somatório das frequências absolutas de todas as espécies da comunidade infestante. Esses parâmetros possibilitaram avaliar o nível de infestação da espécie em toda a represa, valorizando a infestação em pontos maiores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de plantas aquáticas observadas no reservatório de Salto Grande e os respectivos níveis de infestação e frequência relativa estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 1** - Coordenadas geográficas (UTM) e área avaliada (m<sup>2</sup>) dos pontos onde foram realizados os levantamentos de plantas aquáticas no reservatório de Salto Grande, Americana-SP, 2003

Ponto	Coordenadas (UTM)	Área (m <sup>2</sup> )
AM01	23 K 266286 7487216	3.000,0
AM02	23 K 266927 7486879	15.000,0
AM03	23 K 266292 7486166	50.000,0
AM04	23 K 266588 7485526	7.500,0
AM05	23 K 267108 7484905	7.500,0
AM06	23 K 267630 7485601	3.000,0
AM07	23 K 268270 7484989	15.000,0
AM08	23 K 269967 7485837	2.000,0
AM09	23 K 269889 7485364	4.000,0
AM10	23 K 270905 7483000	3.000,0
AM11	23 K 271903 7483931	18.000,0
AM12	23 K 273547 7484315	25.000,0
AM13	23 K 272747 7485501	8.000,0
AM14	23 K 271283 7485599	1.250,0
AM15	23 K 270587 7486325	40.000,0
AM16	23 K 269078 7486510	2.800,0
AM17	23 K 267770 7486568	10.000,0
AM18	23 K 267735 7487635	7.000,0
AM19	23 K 267158 7488004	30.000,0
AM20	23 K 265600 7487600	130.000,0



**Tabela 2** - Relação das espécies, nível de infestação e frequência relativa por espécie avaliada no reservatório de Salto Grande, Americana-SP, 2003

Espécie	Família	Código	Nome comum	IM <sup>1/</sup> (%)	FRe <sup>2/</sup> (%)
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Fabaceae	AESSE	Anjiquinho	0,06	2,727
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Amaranthaceae	ALRPH	Erva-de-jacaré	0,03	1,818
<i>Brachiaria subquadripara</i>	Poaceae	BRASU	Tanner-grass	47,75	18,182
<i>Chlorella</i> spp	Div. Chlorophyta	CEJSS	Alga-verde	0,01	0,909
<i>Cyperus difformis</i>	Cyperaceae	CYPDI	Junquinho	0,06	2,727
<i>Echinochloa polystachia</i>	Poaceae	ECHPO	Canarana	0,19	4,545
<i>Eichhornia crassipes</i>	Pontederiaceae	EICCR	Aguapé	39,13	17,273
<i>Hedychium coronarium</i>	Zingiberiaceae	HEYCO	Jasmim-do-brejo	0,03	0,909
<i>Mimosa pigra</i>	Fabaceae	MIMPI	Jiquiri-grande	0,03	0,909
<i>Panicum rivulare</i>	Poaceae	PANVR	Capim-pernambuco	0,50	3,636
<i>Pistia stratiotes</i>	Araceae	PIIST	Alface-d'água	8,29	18,182
<i>Salvinia auriculata</i>	Salvinaceae	SAVAU	Salvinia	1,74	18,182
<i>Typha angustifolia</i>	Typhaceae	TYHAM	Taboa	1,79	9,091
				0,42	0,909
Total				100,00	100,00

<sup>1/</sup> IM = infestação média. <sup>2/</sup> FRe\* - frequência relativa da espécie.

No total, foram identificadas 13 espécies em todo o reservatório, sendo 12 vasculares e uma de alga-verde (*Chlorella* spp.). Entre as espécies vasculares, nove eram plantas emersas flutuantes, as quais poderiam estar ou não ancoradas no leito do reservatório: *Alternanthera philoxeroides*, *Brachiaria subquadripara*, *Cyperus difformis*, *Echinochloa polystachia* var. *spectabilis*, *Eichhornia crassipes*, *Panicum rivulare*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia auriculata* e *Typha angustifolia*. Outras três espécies foram encontradas somente em solo firme alagado: *Aeschynomene sensitiva*, *Hedychium coronarium* e *Mimosa pigra*.

Tanto a alga-verde como as macrófitas aquáticas *H. coronarium* e *M. pigra* puderam ser encontradas em somente um dos 20 pontos avaliados, estando elas presentes em níveis considerados muito baixos de infestação e localizadas em pontos distintos dentro do reservatório. Isso explica os baixos valores de porcentagem média de infestação e frequência relativa observada (Tabela 2).

As espécies *B. subquadripara*, *P. stratiotes* e *S. auriculata* estiveram presentes em todos os 20 pontos avaliados e, por isso, apresentaram

os maiores valores de frequência relativa: 18,182%. O segundo maior valor de frequência relativa (17,273%) está representado pela espécie *E. crassipes*; esta planta não foi localizada apenas no ponto AM12, situado no início do represamento das águas do rio Atibaia. Esse fato talvez seja devido à grande quantidade de detritos industriais e urbanos presentes nas águas e nos sedimentos deste ponto de amostragem, os quais poderiam estar limitando a sobrevivência e desenvolvimento desta espécie no local. Somando as frequências relativas dessas quatro espécies, obtém-se o total de 71,819%.

Embora as plantas de *P. stratiotes* e *S. auriculata* tenham demonstrado elevados valores de frequência relativa, elas não apresentaram elevados níveis de infestação nos pontos de avaliação. *P. stratiotes* teve um nível de infestação médio de 8,29% e *S. auriculata* representou apenas 1,74% de infestação – valor este semelhante ao apresentado por *T. angustifolia*, com infestação média de 1,79%.

É importante salientar que o fato de estar presente em todos os pontos de avaliação

não confere a uma determinada espécie maior grau de importância dentro de todo o ecossistema. Isso pode ser exemplificado com *E. crassipes*, que apresentou elevada infestação média (39,13%), embora não estivesse presente em todos os pontos escolhidos para o levantamento.

*B. subquadripa* foi a espécie que mais se destacou dentro do ecossistema, pois, além de apresentar frequência relativa alta, também mostrou o maior índice de infestação média: 47,75%. Juntas, *B. subquadripa* e *E. crassipes* representam 86,88% de toda a infestação de macrófitas aquáticas que ocorrem no reservatório de Salto Grande. Esses resultados estão de acordo com o levantamento realizado por Faria & Espíndola (2004) no mesmo reservatório, no qual observaram com maior frequência e abundância as espécies *B. subquadripa*, *E. crassipes* e *P. stratiotes*, uma vez que estas apresentaram biomassa seca de 1.770 g m<sup>-2</sup>, 1.068 g m<sup>-2</sup> e 235 g m<sup>-2</sup>, respectivamente. Destacaram-se também, em um segundo plano, as plantas de *T. angustifolia*, *E. polystachia* var. *spectabilis* e *P. rivulare*, com frequências relativas de 9,091%, 4,545% e 3,636%, respectivamente, representando um total de 2,48% de infestação média nas áreas avaliadas.

De modo geral, todos os pontos avaliados apresentaram elevado índice de cobertura vegetal, com total ausência de espaços livres entre as plantas. Em levantamento feito por Bravin et al. (2005), auxiliado por imagem de satélite, observou-se a ocorrência de plantas daninhas emersas em todo o reservatório na ordem de 265,06 ha<sup>-1</sup>, utilizando o sistema de controle e fragmentação desenvolvido, que indicaram a presença de 348,16 ± 15,51 t de plantas aquáticas por hectare. Apenas um ponto (AM13) apresentou uma pequena superfície livre de macrófitas, o qual representou frequência relativa de 0,909% e cerca de 0,40% do total das áreas amostradas nos diversos pontos.

Cabe, também, salientar que as espécies e os níveis de infestação observados em cada ponto de avaliação podem ser considerados pontuais, podendo ser prontamente alterados caso ocorram mudanças na intensidade e direção de correntes de vento nas proximidades do reservatório de Salto Grande.



## LITERATURA CITADA

- BRAVIN, L. F. N. et al. Desenvolvimento de equipamento para controle mecânico de plantas aquáticas na UHE de Americana-SP. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 263-267, 2005.
- CARVALHO, F. T. et al. Eficácia do carfentrazone-ethyl no controle de plantas aquáticas latifoliadas em caixas d'água. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 305-310, 2005.
- BARKO, J. W.; ADAMS, M. S.; CLESCERI, N. L. Environmental factors and their consideration in the management of submersed aquatic vegetation: a review. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 24, p. 1-10, 1986.
- FARIA, O. B.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Produção de adobe com biomassa de macrófitas aquáticas: uma alternativa para retirada e encapsulamento de poluentes de lagos e reservatórios. **R. Bras. Ci. Amb.**, v. 1, n. 1, p. 7-17, 2004.
- GALO, M. L. B. T. et al. Uso do sensoriamento remoto orbital no monitoramento da dispersão de macrófitas nos reservatórios do complexo Tietê. **Planta Daninha**, v. 20, p. 7-20, 2002. (Edição Especial)
- LEITE, M. A. **Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório de Salto Grande (Americana, SP) e sua influência nas características limnológicas do sistema**. 1998. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos/USP, São Carlos, 1998.
- MARTINS, D. et al. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no reservatório de Salto Grande (Americana-SP). **Planta Daninha**, v. 21, p. 21-25, 2003a. (Edição Especial)
- MARTINS, D. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light-RJ. **Planta Daninha**, v. 21, p. 105-108, 2003b. (Edição Especial)
- MARTINS, D. et al. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 17-32, 2008.
- MARTINS, D. et al. Levantamento da infestação de plantas aquáticas em Porto Primavera antes do enchimento do reservatório. **Planta Daninha**, v. 27, p. 879-886, 2009. (Edição Especial)
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley & Sons, 1974. 547 p.

MIYAZAKI, D. M. Y.; PITELLI, R. A. Estudo do potencial do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) como agente de controle Biológico de *Egeria densa*, *E. najas* e *Ceratophyllum demersum*. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 53-59, 2003.

SCHARDT, J. D. **Florida aquatic plant survey report**. Large Scale Hydrilla Management. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection. Bureau of Aquatic Plant Management, 1992. 83 p. (Technical Report, 942-CG)

