

INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DOS LAGOS DO COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE PAULO AFONSO, BA E SUA LIMITAÇÃO AO CULTIVO DE PEIXES

INFLUENCE OF THE DEPTH OF THE LAKES OF PAULO AFONSO'S HYDROELECTRIC COMPOUND, IN THE INVASION OF AQUATIC MACROPHYTES, AND HER LIMITATION TO THE CULTIVATION OF FISH

José Patrocínio LOPES* Luiz Carlos Farias DANTAS; Eloi CERQUEIRA

Departamento de Educação, *Campus VIII*, Universidade do Estado da Bahia

*Email: jpatrobr@gmail.com

Recebido para publicação em 16 de outubro de 2007

Resumo - Dentre os lagos e reservatórios que surgiram após a construção das usinas hidrelétricas em Paulo Afonso, Bahia, a grande maioria se não todos, possui problema quanto à proliferação indesejável de macrófitas aquáticas, restringindo os cultivos intensivos de peixes em tanques-rede. O conhecimento da profundidade dos lagos em estudos poderá contribuir para um melhor manejo nestes ambientes e provável controle das macrófitas aquáticas. As espécies de macrófitas-problema representativas nestes lagos, do ponto de vista populacional e constantes deste estudo foram: *Thypha domingensis*, *Eichornia crassipes*, *Nymphae brasiliensis* e *Egeria densa*. Com o objetivo de estabelecer a profundidade limite de atuação destas espécies, foram efetuadas medições em quatro lagos e um reservatório do município de Paulo Afonso: da Vila Militar, Touro e a Sucuri, Capuchú, Cemitério e o reservatório Delmiro Gouveia. Estas medições foram efetuadas a duas distâncias das plantas: a 1,00 m (transição) destas e a 2,00 m da ocorrência das plantas. Foram obtidas as seguintes profundidades controle das espécies: *Thypha domingensis*: 1,60 m a 2,00 m de distância desta planta. *Nymphae brasiliensis*: 2,18 m também a 2,00 m de distância. *Eichornia crassipes*: por se tratar de planta flutuante foi possível concluir que a mesma se mantém controlada pelas correntes de ambientes aquáticos como os lagos e reservatórios, sendo forte invasora em ambientes fechados, indiferente da eutrofização e da profundidade; e, *Egeria densa*: não foram realizadas medições para esta espécie, uma vez que a revisão bibliográfica permite estabelecer valores de 9,00 m para o seu controle em águas claras e correntes.

Palavras-chave: Macrófita, Piscicultura, Tilapicultura, Eutrofização

Abstract - Among the lakes and reservoirs that appeared after the construction of the Hydroelectric power stations in Paulo Afonso, Bahia, the great majority if no all, possess problems as for the undesirable proliferation of aquatic macrophytes, restricting the intensive cultivations of fish in tanks-net. The knowledge of the depth of the lakes in study can contribute to a better handling in those adapt and probable control of the aquatic macrophytes. The representative macrophytes-problem species in these lake of the point of view population and constant of this study were: *Thypha domingensis*; *Eichornia crassipes*; *Nymphae brasiliensis* and *Egeria densa*. With the objective of establishing the depth limit of performance of these species, measurements were made in four lakes and one reservoir of the municipal district of Paulo Afonso, being these: The lakes of the Vila Militar, Touro e a Sucuri, Capuchú, Cemitério and the Delmiro Gouveia reservoir. Those measurements were made at two distances of the plants to 1.00 m (transition) of these and to 2.00 m of the occurrence of the plants. They were obtained the following depths control of the species: *Thypha domingensis*: 1.60 m to two meters of this plant. *Nymphae brasiliensis*: 2,18 m also to two meters of the plant. *Eichornia crassipes*: for treating of flotation plant, observations allow to conclude us that same she maintain controlled by the current of the lakes as the Delmiro Gouveia reservoir, being strong invasion in indifferent of the eutrofization closed atmospheres and of the depth. *Egeria densa* measurements were not accomplished for this species, once the bibliographical revision allows to establish values of 9.00 m for control in clear and average waters.

Key-words: Macrophyte, Fish culture, Tilapiculture, Eutrofization

INTRODUÇÃO

Com a construção das usinas hidrelétricas de Paulo Afonso I, II, III, IV e Apolônio Sales pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), uma complexa rede de lagos e reservatórios artificiais transformou a paisagem do Município, acarretando entre outras modificações, desequilíbrios nos ecossistemas naturais.

Dentre os lagos e reservatórios que surgiram após a construção das referidas Usinas a grande maioria se não todos, possuem problema quanto à proliferação indesejável de macrófitas aquáticas, problemas estes: de restrição ao potencial aquícola, interferindo negativamente na implantação de tanques-rede para cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*), devido ao impedimento de instalação destas estruturas; de ordem operacional, nos reservatórios, uma vez que as plantas interferem negativamente na geração de energia elétrica devido à invasão destas nas grades de contenção de entrada às turbinas geradoras; de estética urbanística, devido à proliferação nos lagos urbanos, uma vez que existem dentro da ilha de Paulo Afonso mais de quinze lagos artificiais, sendo locais com potencial para implantação de áreas de lazer, demandando custos para limpeza (FADURPE, 2000).

A situação atual dos referidos lagos contribui para elevar o nível de eutrofização da água, que recebe grande volume de esgotos domésticos provenientes em alguns casos de bairros inteiros e assoreamento dos mesmos. Provocado pelo desmatamento de suas margens com fins imobiliários e de irrigação, contribuindo para a diminuição das profundidades desses ambientes aquáticos. Estes fatos, aliados ao que ocorreu no Município com a modificação de ambientes e introdução de novas espécies vegetais e animais causando desequilíbrio nos ecossistemas, requerem estudos abrangentes sobre o comportamento dessas plantas incluindo pesquisas e revisões bibliográficas. Diante deste contexto, os lagos e reservatórios de Paulo Afonso, Estado da Bahia são ambientes promissores ao cultivo de peixes em tanques-rede, tecnologia esta que tem provocado crescimento acelerado da oferta de pescado com uma conseqüente geração de emprego e renda na região (Alencar, 1998).

O conhecimento das profundidades dos lagos em estudo poderá contribuir para um melhor manejo nestes ambientes, e provável controle das macrófitas aquáticas. As espécies de macrófitas-problema, representativas nos referidos ambientes aquáticos, do ponto de vista populacional e constantes deste estudo são: *Thypha domingensis* (taboa), *Eichornia crassipes* (baronesa), *Nymphaea brasiliensis* (aguapé) e *Egeria densa* (elódea).

Para expandir a produção de peixes neste sistema de cultivo e difundir as técnicas mais modernas de exploração e preservação do meio ambiente, faz-se necessário identificar as profundidades de controle de macrófitas aquáticas invasoras da região e a exploração de áreas que

não inibam a implantação dos projetos de piscicultura em tanque-rede. Por tal motivo, este trabalho objetivou o levantamento das profundidades dos lagos do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso (CHPA) e suas influências na invasão por macrófitas aquáticas que interferem no cultivo de peixes em tanques-rede, com vistas à possibilidade de controle destas vegetações, contribuindo assim com o desenvolvimento da piscicultura em tanques-rede, limitado hoje em muitas coleções de água de Paulo Afonso, em virtude da invasão destas macrófitas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com o apoio da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso (EPPA), pertencente à CHESF que cedeu barco, câmara fotográfica, trena, equipe de mergulho e material de salvamento como coletes e luvas. Os procedimentos de campo foram realizados nos lagos e reservatórios de Paulo Afonso, aonde na maioria são verificados problemas quanto às restrições de cultivo de peixes em tanques-rede, os quais são: lago da Vila Militar, Touro e a Sucuri, Cemitério, Capuchú e reservatório Delmiro Gouveia.

LAGO DA VILA MILITAR - Caracteriza-se por estar em propriedade militar, apresentando uma pequena profundidade, em torno de 2,00 metros, transparência de 0,23 m e uma área de aproximadamente dois hectares (Figura 1).



Figura 1 - Lago da Vila Militar.

Apresenta-se eutrofizado, por receber cargas poluentes de vários bairros periféricos da ilha de Paulo Afonso, como: Centenário, Senhor do Bonfim, Tropical, entre outros. Com relação as macrófitas existentes, apenas *T. domingensis* merece atenção, onde foi verificada invasão desta planta. Ao longo de toda a margem do lago, esta mantém um limite bem definido, não avançando além de determinado ponto, o que permite estabelecer com razoável precisão uma profundidade limite.

LAGO O TOURO E A SUCURI - Trata-se de um lago consideravelmente pequeno, de água corrente, com uma profundidade máxima de quatro metros e média de aproximadamente dois metros. Sob gestão da Prefeitura Municipal de Paulo Afonso, apresenta problemas quanto à invasão de macrófitas, principalmente *N. brasiliensis*, demandando custos para limpeza periódica (Figura 2).



Figura 2 - Lago o Touro e a Sucuri.

Como não existem problemas com *T. domingensis* neste Lago, a relação da profundidade com a proliferação de plantas aquáticas foi realizado apenas com a espécie *N. brasiliensis*.

LAGO DO CEMITÉRIO - Este lago apresenta uma área de 128.200 m² (± 13 ha), possuindo em torno de 1.020 m de extensão e uma média de 130 m de largura. Apresenta profundidade média de 1,5 m. Em virtude desta profundidade, é invadido por diversas macrófitas aquáticas a exemplo de *T. domingensis* e algumas ciperáceas (Figura 3).



Figura 3 - Lago do Cemitério.

Suas águas são procedentes do reservatório Delmiro Gouveia que por sua vez já apresenta problemas com macrófitas aquáticas. Problema este que vem se intensificando após a

implantação do cultivo de tilápias no sistema de raceways às suas margens, tendo seus efluentes lançados no referido reservatório. Recebe também os efluentes dos tanques e viveiros da EPPA, que apresenta uma área de 3,8 hectares e também esgotos de aproximadamente 1000 casas do bairro centenário.

As macrófitas existentes em todo Lago são: *T. domingensis*, *E. densa*, *Brachiaria purpurascens*, *Pluchea suaveolens*, sendo priorizada *E. crassipes* estabelecendo a média da profundidade ao longo da linha de transição desta macrófita.

LAGO DO CAPUCHU - Lago artificial fechado, com aproximadamente três hectares de área e profundidade média de três metros. Apresenta substrato arenoso em praticamente toda a sua área. Água verde turva na ocasião, o que proporcionou uma transparência de 0,30 m, apesar deste Lago não receber cargas poluentes, sendo limpo. Porém por ser fechado, pode se observar eutrofização da água, o que se explica sua coloração característica.

Quanto à invasão por macrófitas, o Lago se apresenta estável, observando-se plantas apenas nas margens e em pontos definidos. As espécies comuns são ciperáceas e *T. domingensis* (Figura 4).



Figura 4 - Lago do Capuchu.

RESERVATÓRIO DELMIRO GOUVEIA - Gerido pela CHESF, o reservatório Delmiro Gouveia (Figura 5), sempre apresentou problemas quanto à proliferação indesejável de duas macrófitas: *E. densa* resultado da decantação de nutrientes na área de remanso originando o desenvolvimento maciço desta macrófita e *T. domingensis*, esta em locais de pouca profundidade.

Pesquisas anteriores com *E. densa* no Reservatório em questão permitem concluir que com o aumento da profundidade acima de nove metros, o solo rochoso ou arenoso e a velocidade das correntes apresentaram-se como fatores limitantes para o desenvolvimento da espécie, o que levou a restringir este estudo à invasão de *T. domingensis*, em virtude da carência de trabalhos de pesquisa visando o seu controle nestes Lagos e Reservatório



Figura 5 - Reservatório Delmiro Gouveia

MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DAS PROFUNDIDADES

Os lagos da Vila Militar, Capuchú, Touro e a Sucuri e o reservatório Delmiro Gouveia servirão como referência de controle, uma vez que pelas suas pequenas dimensões, ou manejo operacional das usinas, não há possibilidade de cultivo de peixes em tanques-rede e também pelo fato de haver um limite bem definido da ocorrência de plantas no sentido margem-centro do Lago ou Reservatório. Estes limites podem estar relacionados com as profundidades locais, o que levou a levantar a hipótese.

Foram realizadas medições em duas estações, de forma sistematizada das profundidades, em cada lago e reservatório de Paulo Afonso, na transição a um metro da incidência das macrófitas e a dois metros destas. Com auxílio de cartas topobatimétricas destes ambientes cedidas pela Prefeitura Municipal de Paulo Afonso, através da Secretaria de Infra-estrutura e Meio Ambiente (SIMA), é possível indicar que locais poderão ser favoráveis à implantação dos módulos de tanques-rede.

RESULTADOS

LAGO DA VILA MILITAR. As medições realizadas em duas estações bem definidas estabeleceram médias ao longo da transição de *T. domingensis* e a dois metros de distância destas plantas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Profundidades obtidas na transição e a 2,00 m de *T. domingensis* no lago da Vila Militar.

Estação	Profundidade na transição (m)	Profundidade a 2,00 m
01	0,80	1,50
02	0,80	1,40
03	0,90	1,60
Média	0,83	1,50

Neste Lago, a profundidade limite para invasão por *T. domingensis* foi em média 1,50 m, sendo a única planta-problema encontrada no referido Lago.

LAGO O TOURO E A SUCURI - As medições foram realizadas acompanhando a transição de ocorrência de *N. brasiliensis*, buscando deduzir uma profundidade média de atuação desta planta-problema no Lago. Conforme Tabela 2, os resultados indicaram uma profundidade limite superior a dois metros para *N. brasiliensis*.

Tabela 2 - Profundidades obtidas na transição e a 2,00 m de *N. brasiliensis* no lago o Touro e a Sucuri.

Estação	Profundidade na transição (m)	Profundidade a 2,00 m
01	2,00	2,05
02	1,50	2,00
03	1,95	2,50
Média	1,82	2,18

LAGO DO CEMITÉRIO - Conforme Tabela 3, *E. crassipes* foi encontrada em todas as profundidades do Lago, o que se justifica por se tratar de macrófita aquática flutuante.

Tabela 3 - Profundidades obtidas na transição e a 2,00 m de *E. crassipes* no lago do Cemitério.

Estação	Profundidade na transição (m)	Profundidade a 2,00 m
01	1,80	2,00
02	1,50	2,50
03	1,20	2,20
Média	1,50	2,23

LAGO DO CAPUCHÚ - A medição encontrada para *T. domingensis*, nas profundidades de transição e a dois metros de ocorrência das plantas são apresentadas na Tabela 4. Para este Lago, a profundidade limite para esta macrófita foi de 1,65 m.

Tabela 4 - Profundidades obtidas na transição e a 2,00 m de *T. domingensis* no lago do Capuchú.

Estação	Profundidade na transição (m)	Profundidade a 2,00 m
01	1,00	1,60
02	1,10	1,70
03	1,05	1,65
Média	1,05	1,65

RESERVATÓRIO DELMIRO GOUVEIA - Na Tabela 5, estão representadas as profundidades limites para *T. domingensis* no reservatório Delmiro Gouveia.

Tabela 5 - Profundidades obtidas na transição e a 2,00 m de *T. domingensis* no reservatório Delmiro Gouveia.

Estação	Profundidade na transição (m)	Profundidade a 2,00 m
01	1,10	1,70
02	1,00	1,50
03	0,80	1,70
Média	0,97	1,65

PROFUNDIDADES CONTROLE DAS ESPÉCIES

Na Tabela 6, são apresentadas sínteses de profundidades limites para a macrófita *T. domingensis* em lagos e no reservatório de Paulo Afonso.

Tabela 6 - Profundidades médias obtidas na transição (a 1,00 m) e a 2,00 m de ocorrência de *T. domingensis* em lagos e reservatório de Paulo Afonso, Bahia.

Lago ou reservatório	Média das profundidades obtidas (m)	
	Transição	a 2,00 m
Vila Militar	0,83	1,50
Capuchú	1,05	1,65
Delmiro Gouveia	0,97	1,65
Média	0,95	1,60

Para *N. brasiliensis*, tendo em vista sua ocorrência somente no lago o Touro e a Sucuri, as profundidades médias obtidas na área de transição e a dois metros das plantas foram de 1,82 e 2,18 m respectivamente.

Para *E. crassipes*, observações freqüentes permitem concluir que a mesma se mantém controlada pelas correntes dos lagos abertos como o reservatório Delmiro Gouveia, sendo forte invasora em ambientes fechados, indiferente da eutrofização e da profundidade.

Para *E. densa*, não foram realizadas medições para esta planta, uma vez que a revisão bibliográfica permite estabelecer valores próximos a nove metros para a transição de ocorrência desta planta em águas claras e correntes (Lopes & Tenório, 2002).

DISCUSSÃO

As populações de plantas subaquáticas são difíceis de manejar e controlar. O hábito perene de crescimento, profundidade de colonização, a facilidade de propagação por segmentos de plantas e o próprio ambiente aquático, levando a diluição de agentes de controle são grandes problemas a serem enfrentados (Borges Neto, Gorgati & Pitelli, 2004).

Segundo Santos & Thomaz (2002), a redução da profundidade afetou de forma diferenciada as lagoas abertas e fechadas refletindo negativamente na assembléia de macrófitas aquáticas.

A proliferação de macrófitas está relacionada com a profundidade. O aumento da lâmina de água está associado à predominância de espécies flutuantes e uma redução de espécies com enraizamento no substrato (Motta Marques *et al.*, 1997).

Existem várias espécies de macrófitas com potencial para causarem prejuízos em ecossistemas aquáticos (Carvalho, Galo, Velini & Martins, 2003). Os aguapés (gênero *Eichornia*), por exemplo, têm sido motivo de grandes preocupações nas represas da companhia Light.

Segundo Agostinho & Gomes (1997), o reservatório de Segredo (rio Iguaçu – PR) tem como característica marcante a escassez de macrófitas, podendo o fato decorrer de seu caráter recente, das características do trecho do Rio em que foi construído (águas rápidas, curso encaixado, amplas e freqüentes variações de níveis decorrentes da operação da barragem e do estado trófico). Estes fatores estão em acordo com o ocorrido no reservatório de Xingó, que apresenta características semelhantes. Também semelhante ao que ocorre no reservatório Delmiro Gouveia, que mantém a população da macrófita *E. crassipes* sob controle, em virtude das correntes nos trechos lóticos.

Lopes & Tenório (2002), afirmam que o melhor mecanismo de convivência com as macrófitas aquáticas em lagos e reservatórios hidrelétricos consiste em adequado manejo destes ambientes, controle de efluentes e o cuidado com a qualidade da água, para que haja uma mínima interferência na geração de energia elétrica e no cultivo de peixes.

A profundidade média encontrada para as plantas-problema *T. domingensis* e *N. brasiliensis* foi de $1,60 \pm 0,38$ m. Para *E. densa* a profundidade limite é de 9,00 m, assim estes resultados estão

em desacordo com o recomendado para o cultivo de peixes em tanques-rede conforme recomendado pela Instrução Normativa Interministerial nº 8 da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP) Art. 1º que estabelece diretrizes referentes a este parâmetro onde diz que a profundidade da área selecionada para implantação de cultivos que necessitam de arraçoamento deverá considerar a altura submersa da estrutura de cultivo mais a distância mínima de 1,50 m entre a parte inferior da estrutura e o álveo do corpo d'água” (Panorama da Aqüicultura, 2003).

Assim, seria necessária uma profundidade mínima de 2,80 m sem ainda considerar o problema macrófitas aquáticas. Portanto, os lagos do acampamento Chesf em Paulo Afonso não se adequam ao cultivo de peixes em tanques-rede em virtude de suas pequenas profundidades.

A partir das profundidades obtidas nas regiões de ocorrência das macrófitas-alvo nos lagos e reservatório estudados, foi possível identificar um nível no qual estas plantas se mantiveram controladas. Estas cotas podem representar uma ferramenta imprescindível para o manejo de controle integrado, aliando-se a outros fatores de ordem químicos, físicos e biológicos, uma vez que a complexidade biológica desses vegetais requer estudos multidisciplinares e freqüentes.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A & Gomes, L. C. (1997). Manejo e monitoramento de recursos pesqueiros: perspectivas para o reservatório de Segredo, pp. 319-364. In: Agostinho, A. A & Gomes, L. C. (ed.), Reservatório de Segredo - Bases ecológicas para o manejo integrado. Maringá: EDUEM.
- Alencar, M. A. R. (1998). Módulo experimental de aqüicultura em tanques-rede no reservatório da Usina Hidroelétrica de Xingó. Monografia (Especialização em Aqüicultura) - Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1998.
- Borges Neto, C. R.; Gorgati, C.Q & Pitelli, R. A. (2004). Influência do fotoperíodo e da temperatura na intensidade de doenças causadas por *Fusarium graminearum* em *Egeria densa* e *E. najas*. *Fitopatologia Brasileira*. 29; 252-258.
- Carvalho, F. T.; Galo, M. L. B. T.; Velini, E. D & Martins, D. (2003). Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. Planta daninha, Viçosa – MG. V. 21. p. 15-19.
- FADURPE (2000). Zoneamento da piscicultura em tanques-rede nos reservatórios do submédio rio São Francisco. Introdução e zoneamento do reservatório de PA –IV. Recife.

Lopes, J. P. & Tenório, R. A. (2002). Contribuição para o conhecimento de macrófitas aquáticas existentes nos lagos e reservatórios do Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso – CHESF. In: XIV Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo. Rio Claro: anais do CSBSP em CD ROM. UNESP.

Motta Marques, D. M. L. da.; Irgang, B.; Giovannini, S. G. T. (1997). A importância do hidroperíodo no gerenciamento de água em terras úmidas (*Wetlands*) com uso múltiplo: O caso da Estação Ecológica do Taim. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória. Anais do SBRH, 3.

Panorama da Aqüicultura. (2003). Instrução Normativa Interministerial N° 8. v. 13. N. 80. p. 60.

Santos, A. M. & Thomaz, S. M. (2002). Diversidade de espécies de macrófitas aquáticas em lagoas de uma planície de inundação tropical: O papel da conectividade e do nível da água. [http://www.cblimnologia.UFJF.BR/Santos, A. M.](http://www.cblimnologia.UFJF.BR/Santos,A.M.) (acessado em 31 de jul. 2006).✻