

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO PARA CONTROLE MECÂNICO DE PLANTAS AQUÁTICAS NA UHE DE AMERICANA-SP¹

Development of Equipment for Mechanical Control of Aquatic Plants at the Americana Reservoir in Brazil

BRAVIN, L.F.N.², VELINI, E.D.³, REIGOTTA, C.⁴, NEGRISOLI, E.⁵, CORRÊA, M.R.⁵ e CARBONARI, C.A.⁶

RESUMO - Os objetivos deste trabalho foram desenvolver e avaliar o rendimento operacional de um equipamento para controle de plantas aquáticas, além de estabelecer procedimentos que permitissem a otimização dessa prática na UHE de Americana-SP. O equipamento constitui-se de uma esteira de margem (3,0 m de largura x 10,0 m de comprimento) para captação e condução das plantas até um picador, que as fragmenta antes do descarte, facilitando assim sua decomposição e seu transporte. A análise realizada indicou que a capacidade operacional foi de aproximadamente 7,73 m³ h⁻¹. Considerando-se a menor taxa de crescimento observada no histórico do reservatório, 2,27%, o sistema deveria permitir a remoção de aproximadamente 28 m³ h⁻¹. Dessa forma, esse equipamento pode funcionar como um método auxiliar no controle das plantas aquáticas, não realizando um controle efetivo se empregado de forma isolada.

Palavras-chave: planta daninha, reservatório, manejo.

ABSTRACT - *The aim of this work was to develop and evaluate the operational capacity of a device for aquatic plant control, as well to establish procedures to improve plant control at the Americana reservoir in Brazil. Basically, the equipment consists of a shore conveyor (3.0 m wide x 10.0 m long) for collecting and carrying the plants to a cutter (that breaks the plants before transportation, facilitating their decomposition and transport. The analysis showed that the operational capacity of the equipment was approximately 7.73 m³ h⁻¹. Considering the lowest growth index observed in the reservoir description, 2.27%, the system should remove approximately 28 m³ h⁻¹. This equipment can act as a support for aquatic plant control, without providing an effective control when used alone.*

Key words: weed, reservoir, management.

INTRODUÇÃO

A construção de reservatórios em rios nas bacias hidrográficas do Brasil, em especial na região Sudeste, causa profunda modificação não só na ictiofauna local, como também nos demais componentes da fauna e flora. A paisagem também é alterada, pelo alagamento repentino das

margens e planícies. Além disso, a introdução de espécies exóticas contribui para o desequilíbrio da tênue estabilidade que possa vir a se estabelecer após o barramento (Braga, 2002).

O carregamento de fertilizantes aplicados em áreas de atividades agrícolas e agropecuárias para cursos d'água e reservatórios

¹ Recebido para publicação em 16.1.2005 e na forma revisada em 30.3.2005.

² Professor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu – FATEC, Rua Ítalo Bacchi, s/nº, 18606-855 Botucatu-SP, <lfbravin@terra.com.br>. ³ Prof. Dr. do Departamento de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, s/nº, 18610-307 Botucatu-SP. ⁴ Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, Campinas-SP. ⁵ Eng.-Agr., aluno do curso de Doutorado em Agronomia do Departamento de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Botucatu-SP. ⁶ Eng.-Agr., aluno do curso de Mestrado em Agronomia do Departamento de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Botucatu-SP.



artificiais, além da descarga de efluentes residenciais e industriais, leva esses ambientes a uma condição de eutrofização, contribuindo com o crescimento acelerado e descontrolado da comunidade de plantas aquáticas (Martins et al., 2003).

São poucas as opções para o controle de plantas aquáticas no Brasil, uma vez que existe um único herbicida (fluridone) registrado para essa finalidade e com atuação satisfatória somente em plantas submersas (Marcondes et al., 2002, 2003). Também não são conhecidos exemplos de uso efetivo do controle biológico de macrófitas aquáticas, porém o estudo realizado por Myazaki & Pitelli (2003), viabilizando o uso de peixes no controle de algumas macrófitas, deve ser considerado. Dessa forma, a única alternativa que vem sendo utilizada em alguns reservatórios de usinas hidrelétricas é o controle mecânico. Segundo Antuniassi et al. (2002), este controle tem sido a prática mais utilizada em algumas regiões, tanto em função das condições operacionais como por restrições ambientais a outros métodos.

Diferentes sistemas e equipamentos têm sido usados no controle de plantas aquáticas, os quais podem colher, dragar, picar, cortar ou realizar duas ou mais dessas funções conjuntamente (Marcondes et al., 2003). De acordo com Velini (1998), as operações relacionadas ao controle mecânico podem ser divididas em quatro etapas: a retirada das plantas de rios, canais, lagos e reservatórios; o transporte das plantas ainda no corpo hídrico; a transferência desse material para o ambiente terrestre; e o transporte e descarte do material coletado. No entanto, esse assunto vem sendo estudado por diversos pesquisadores, como Murphy (1988), Haller (1998) e Antuniassi et al. (2002).

Os objetivos deste trabalho foram desenvolver e avaliar o rendimento operacional do equipamento para controle de plantas aquáticas, além de estabelecer procedimentos que permitissem a otimização do controle dessas plantas no reservatório da UHE-Americana-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O equipamento foi desenvolvido e construído na UHE de Americana-SP (CPFL), sendo

instalado na margem direita do reservatório, a aproximadamente 500 m a montante da barragem, onde se acumula grande biomassa de plantas. Ele é constituído por uma esteira de margem, para captação de plantas do reservatório, e um picador acoplado, para fragmentação das plantas, com a finalidade de facilitar seu transporte e sua decomposição.

A esteira de margem (Figura 1) possui dimensões de 3,0 m de largura e comprimento de 10,0 metros, totalizando 30 m². As plantas foram retiradas do corpo hídrico e encaminhadas ao picador (Figura 2), acoplado a um motor elétrico com potência de 60 HP. Este possuía as seguintes dimensões: boca máxima de 2,00 m (compreende a tomada de plantas junto à esteira de margem); boca na linha de corte de 1,40 m (linha de corte efetiva); largura de corte de 1,20 m; e boca de saída de 1,30 m (bocal de saída, com plantas trituradas).

Para encaminhamento das plantas flutuantes até a esteira marginal foi utilizada uma embarcação (Figura 3), com potência efetiva de 113 HP (motor a diesel Mercedes, modelo 366). Para otimização do rendimento operacional, o sistema de propulsão foi alterado, diminuindo a resistência ao avanço da embarcação, tendo em vista a dificuldade de navegação entre as plantas com o sistema anteriormente existente.

Após a finalização da construção e instalação do equipamento, foram realizadas avaliações operacionais do sistema, para determinação da capacidade operacional do equipamento.

Os resultados da capacidade operacional do sistema foram obtidos por meio dos seguintes procedimentos: remoção de plantas pelo equipamento, determinação da quantidade coletada (m², kg e m³) e tempo necessário para o término da operação.

Também foram realizadas estimativas de biomassa, com base no sistema de coleta e fragmentação das plantas, para determinação de sua massa por unidade de área. Depois destas avaliações foi realizada a análise de imagens de satélite, obtidas no dia 8 de junho de 2004, para determinação da quantidade total de plantas presente no reservatório, conforme proposto por Galo et al. (2002).

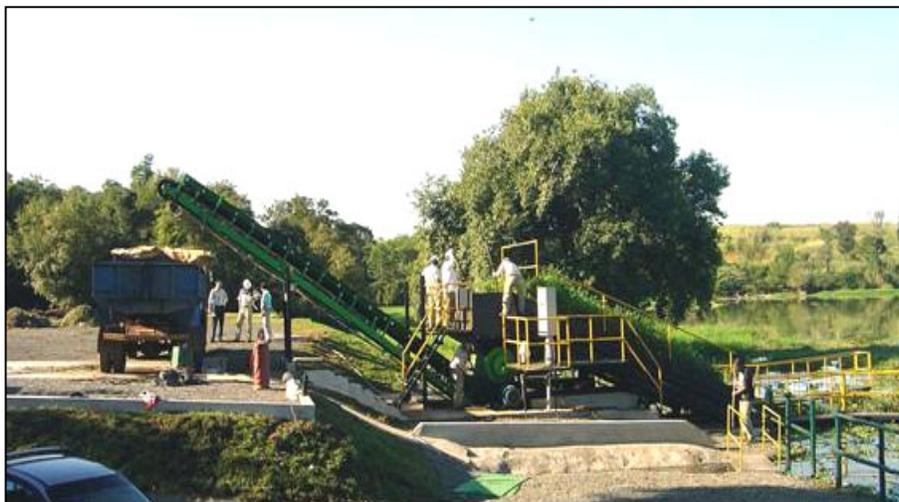


Figura 1 - Visão geral da esteira instalada na margem do reservatório.



Figura 2 - Coleta de plantas na esteira de coleta de plantas aquáticas.



Figura 3 - Detalhe da embarcação encaminhando plantas aquáticas até a esteira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo operacional foi feito com a coleta de sete amostras de biomassa de plantas aquáticas, para determinar o potencial de uso do sistema no controle das espécies presentes na UHE de Americana-SP. Os resultados estão sumarizados na Tabela 1.

Para avaliar o desempenho do sistema, tornou-se fundamental conhecer a quantidade de biomassa e a taxa de crescimento das plantas no reservatório. Dessa forma, através da análise da imagem de satélite, determinou-se a presença de 265,06 ha infestados com plantas em todo o reservatório.

Estimativas de biomassa, utilizando o sistema de controle e fragmentação desenvolvido, indicaram a presença de $348,16 \pm 35,51$ t de plantas aquáticas por hectare. De modo análogo, foram observados $807,31 \pm 98,65$ m³ de plantas por hectare. Cada metro cúbico de plantas fragmentadas possuía peso médio de $428,29 \pm 18,14$ kg.

A partir dessas informações e da estimativa da área total ocupada com macrófitas, foi possível determinar um total de 92.283 t ou 213.986 m³ de plantas marginais e flutuantes no reservatório. Os dados estão de acordo com estudo realizado por Velini et al. (2002), os quais observaram taxas mensais de

Tabela 1 - Informações obtidas na avaliação operacional do sistema de coleta e fragmentação de plantas aquáticas. Americana-SP, 2004

Amostra	Quantidade coletada			Tempo (minutos)	Rendimento (min m ⁻³)
	m ²	kg	m ³		
1	60,3	1.950	4,5	45	10,00
2	54,9	2.050	4,5	40	8,89
3	61,5	2.010	4,5	24	5,33
4	55,8	1.920	4,5	30	6,67
5	49,7	1.960	4,5	26	5,78
6	55,7	1.820	4,5	30	6,67
7	158,0	5.210	11,76	60	5,10
Média	94,4	2.647,5	5,95	46,88	6,92 ± 1,72

Intervalo de confiança estabelecido pelo teste t a 5% de probabilidade.

crescimento da vegetação oscilando entre 2,27 e 3,35% ao mês, sendo os maiores valores observados quando as massas de plantas encontravam-se mais fragmentadas e dispersas.

O perímetro total das massas de plantas, associado à área total infestada, foram os principais determinantes das taxas mensais de crescimento. A máxima fragmentação e dispersão das plantas foi verificada no ano de 2000, com o maior perímetro total (37,8 km). Entre os anos de 1985 e 2001, a ocupação do reservatório com plantas aquáticas evoluiu de 0,21 para 16,0%.

Dessa maneira, considerando a menor taxa de crescimento observada (2,27%), o equipamento desenvolvido deveria operar numa taxa de controle de 6,01 ha por mês, ou 4.852 m³ de plantas por mês, para que a área infestada fosse mantida constante. Destaca-se que essa taxa de crescimento é conservadora e observada somente quando as massas de plantas são mantidas íntegras.

A análise realizada, apresentada na Tabela 1, indicou um rendimento de 1 m³ de planta a cada 6,92 ± 1,72 minutos, o que confere uma capacidade operacional de 8,67 m³ h⁻¹, tornando impossível superar o crescimento das plantas nas condições consideradas (22 dias trabalhados ao mês, com 8 horas de trabalho ao dia).

A maior limitação ao trabalho do sistema correspondeu às pequenas dimensões da entrada do picador. Nesse caso, somente plantas

de pequeno porte, como aguapé (*Eichhornia crassipes*) e alface-d'água (*Pistia stratiotes*) puderam ser trituradas. Contudo, quando foram coletados blocos de plantas contendo *Brachiaria subquadripara*, ocorreu o entupimento da entrada do picador, exigindo o corte manual das plantas.

A predominância da gramínea, em termos de infestação, em todo o reservatório limitou a capacidade operacional do sistema e inviabilizou o seu uso prático. Outra limitação importante foi a presença de pedaços de madeira, que também podem danificar o sistema de facas, exigindo a coleta manual.

Deve ser destacado que, se forem implementadas práticas de manejo que permitam reduzir as populações de plantas aquáticas presentes no reservatório em aproximadamente 75%, os equipamentos desenvolvidos poderão ser efetivamente utilizados como instrumentos de manejo, mantendo as populações sob controle.

LITERATURA CITADA

- ANTUNIASSI, U. R.; VELINI, E. D.; MARTINS, D. Remoção mecânica de plantas aquáticas: análise econômica e operacional. *Planta Daninha*, v. 20, p. 31-43, 2002. (Edição especial)
- BRAGA, F. M. S. O estudo de recifes artificiais como atratores de peixes no reservatório de Volta Grande, Rio Grande (MG-SP). *Acta Limnol. Bras.*, v. 14, n. 2, p. 65-76, 2002.

- 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)
- HALLER, W. T. Options for mechanical and chemical aquatic weed control. In: WORKSHOP CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Resumos...** Brasília: IBAMA, 1998. p. 46-53.
- MARCONDES, D. A. S.; MUSTAFÁ, A. L.; TANAKA, R. H. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupia. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: EDUEM, 2003. p. 299-316.
- MARCONDES, D. A. S. et al. Eficiência do fluridone no controle de plantas aquáticas submersas e efeitos sobre algumas características ambientais. **Planta Daninha**, v. 20, p. 73-81, 2002. (Edição especial)
- MARCONDES, D. A. S. et al. Eficiência do fluridone no controle de plantas aquáticas submersas no reservatório de Jupia. **Planta Daninha**, v. 21, p. 69-77, 2003. (Edição especial)
- MARTINS, D. et al. Caracterização química das plantas aquáticas coletadas no reservatório de Salto Grande (Americana-SP). **Planta Daninha**, v. 21, p. 21-26, 2003. (Edição especial)
- 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, p. 53-59, 2003. (Edição especial)
- MURPHY, K. J. Aquatic weed problems and their management: a review. II. Physical control measures. **Crop Protec.**, v. 7, p. 283-302, 1988.
- VELINI, E. D. Controle mecânico de plantas aquáticas no Brasil. In: WORKSHOP CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Resumos...** Brasília: IBAMA, 1998. p. 32-35.
- VELINI, E. D. et al. Manejo de plantas aquáticas em grandes reservatórios: riscos associados à estratégia de não ação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 610.