

**DETERMINAÇÃO DA EVAPORAÇÃO DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS  
SUPERFICIAIS COBERTOS POR DIFERENTES PLANTAS AQUÁTICAS  
FLUTUANTES**

**MARCO ANTÔNIO ROSA DE CARVALHO<sup>1</sup>; LILIAN CRISTINA CASTRO DE  
CARVALHO<sup>1</sup>; LORENA OLIVEIRA DE SOUSA<sup>1</sup>; VINICIUS ALBUQUERQUE DA  
SILVA<sup>1</sup> E GUILHERME BARROSO DE LIMA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Eixo de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus Sobral,  
Av. Dr. Guarany, 317, Bairro Derby Clube, CEP 62.042-030, Sobral, Ceará, Brasil, E-mail:  
marcorosa@ifce.edu.br; liliancarv@ifce.edu.br; loreninha\_oliveira@hotmail.com;  
albuquerque.vinicius60@aluno.ifce.edu.br; guilherme.barroso63@aluno.ifce.edu.br*

**1 RESUMO**

A região Nordeste do Brasil, com suas condições de semiárido, vem sofrendo constante período de seca devido aos altos índices de evaporação que apresenta, em alguns casos 300 % acima da pluviosidade. Tais índices propiciam grandes perdas para a região, de uma forma geral, e mesmo para o país. A presente pesquisa estudou uma das ferramentas para controle da evaporação em reservatórios superficiais – plantas aquáticas flutuantes. O trabalho foi realizado na Zona Rural do município de Senador Pompeu-CE, local representativo do semiárido cearense, onde foram instaladas cinco caixas d'água (fabricadas por material plástico) de 310 litros, com diferentes coberturas, para se determinar as taxas de evaporação e evapotranspiração durante três meses de observação. O delineamento foi inteiramente aleatorizado com cinco tratamentos, sendo cada cobertura um tratamento, são eles: área livre de cobertura, com cobertura de taboa (*Typha domingensis*), com cobertura de tiririca (*Cyperus rotundus*), com cobertura de aguapé (*Eichhornia crassipes*) e com cobertura de alface d'água (*Pistia stratiotes*). Os dados dos tratamentos estudados foram submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1%.

**Palavras-chave:** evapômetros, macrófitas aquáticas, açude.

**CARVALHO, M. A. R.; CARVALHO, L. C. C.; SOUSA, L. O.; SILVA, V. A.; LIMA, G.  
B.**

**DETERMINATION OF WATER EVAPORATION IN SURFACE RESERVOIRS  
COVERED BY DIFFERENT FLOATING AQUATIC PLANTS**

**2 ABSTRACT**

The Northeast Region of Brazil, with its semiarid conditions, has been experiencing constant periods of drought due to high evaporation rates, which, in some cases, are 300% greater than the

amount of rainfall. Such rates cause great losses for the region in general and even for the country. This research investigated one of the tools for controlling evaporation in surface reservoirs—floating aquatic plants. The work was carried out in the rural area of the municipality of Senador Pompeu-CE, a representative location of the semiarid region of Ceará, where five 310-liter water tanks (made of plastic material) with different coverings were installed to determine the evaporation and evapotranspiration rates during three months of observation. The design was completely randomized with five treatments, with each cover being a treatment, namely, an area free of cover, a cover of cattail (*Typha domingensis*), a cover of nutsedge (*Cyperus rotundus*), a cover of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and a cover of water lettuce (*Pistia stratiotes*). The data from the studied treatments were subjected to analysis of variance, and the means were compared via Tukey's test at 1%.

**Keywords:** evaporimeters, aquatic macrophytes, reservoir.

### 3 INTRODUÇÃO

A água faz parte da composição de todos os seres vivos, seu consumo equilibrado é fundamental para a sobrevivência das espécies, desta forma, seu manejo e conservação requer uma especial atenção. Essa responsabilidade fica por conta dos órgãos de gestão dos recursos hídricos.

Os reservatórios artificiais, também conhecidos como barragens, represas ou açudes, são alternativas viáveis para acumular água doce, com vários objetivos, dentre eles o abastecimento público.

Este tipo de reservatório é a principal fonte de captação de água em locais onde não existem rios perenes ou lagos naturais, mas aqui no Nordeste brasileiro devido às características do solo cristalino e condições de clima semiárido, ocorrem grandes perdas ao longo do ano, sendo muito mais por evaporação do que por infiltração.

Vários estudos vêm sendo realizados na tentativa de minimizar os efeitos da evaporação em grandes reservatórios, tais como: sistema de barra vento, corpos flutuantes, corpos refletores, filmes monomoleculares, todos com custos elevados, grandes impactos ambientais e baixa operacionalidade. Estes métodos devem ser

analisados e comparados com as plantas aquáticas flutuantes, que já são bem adaptadas à nossa região.

Tundisi e Tundisi (2008) mostram que as macrófitas aquáticas incluem desde organismos flutuantes de pequenas dimensões (1 a 5 mm), até grandes árvores, como ciprestes (*Taxodium spp*) existentes nos pântanos no Sul dos Estados Unidos. As macrófitas aquáticas constituem-se em plantas emergentes firmemente enraizadas em solo submerso, plantas flutuantes com folhas como as ninféias e aguapés, e plantas totalmente submersas. Macrófitas flutuantes como *Lemma*, *Eichhornia azurea* ou *Eichhornia crassipes* formam grandes tapetes embaraçados e, em alguns casos, ligados por raízes ou estalões que absorvem todos os seus nutrientes diretamente da água e não dos sedimentos.

O objetivo geral deste trabalho é quantificar e analisar comparativamente as perdas por evaporação ou evapotranspiração ocorridas em superfícies d'água livres e habitadas por plantas aquáticas de ocorrência comum em corpos d'água do Ceará, no intuito de subsidiar estudos técnicos que venham favorecer a redução significativa dos espelhos d'água de reservatórios de pequenos e médios portes do Estado. Como objetivos específicos,

temos: identificar a cultura de melhor comportamento na redução da evapotranspiração; determinar a Evapotranspiração da cultura da taboa (*Typha domingensis*); determinar a Evapotranspiração da cultura da tiririca (*Cyperus rotundus*); determinar a Evapotranspiração da cultura do aguapé (*Eichhornia crassipes*); e determinar a Evapotranspiração da cultura da alface d'água (*Pistia stratiotes*).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental localizado na Zona Rural do município de Senador Pompeu, região do Sertão Central do Ceará, de clima semiárido, inserida no bioma Caatinga.

As coordenadas geográficas da região em que foi instalado o experimento são: 5° 39' de latitude Sul, 39° 16' de longitude Oeste e altitude média de 217 m.

A temperatura média anual é de 27° C e a precipitação média é de 730,7 mm por ano, concentrados entre os meses de fevereiro a abril (IPECE, 2014).

O experimento determinou a evaporação e a evapotranspiração de quatro culturas, em cinco caixas d'água de 310 litros, confeccionadas em plástico, cada qual com uma cobertura diferente, caracterizando os cinco tratamentos:

- 1) caixa d'água sem cobertura (superfície livre de plantas aquáticas flutuantes),
- 2) caixa d'água com cobertura de taboa (*Typha domingensis*),
- 3) caixa d'água com cobertura de tiririca (*Cyperus rotundus*),
- 4) caixa d'água com cobertura de aguapé (*Eichhornia crassipes*) e
- 5) caixa d'água com cobertura de alface d'água (*Pistia stratiotes*).

A análise estatística foi realizada de acordo com os critérios estabelecidos pela estatística experimental (Ferreira, 2000). Nessa análise, foi utilizada planilhas do EXCEL, na análise da variância; os tratamentos foram comparados pelo teste F, considerando-se um nível mínimo de significância de 1% de probabilidade. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey, aos níveis de 5% de probabilidade.

A evaporação na caixa d'água foi obtida pela diferença entre as leituras do período (15 dias), que foi o volume evaporado (leitura da régua). Não ocorreram chuvas no período da pesquisa.

As caixas d'água foram instaladas rentes a superfície do solo e para evitar interferências externas como dessedentação de animais ou ainda interferências antrópicas, os reservatórios foram protegidos por cerca de arame farpado, em uma área de 0,25 hectare, com vegetação de porte controlado a 10 cm da superfície do solo (Figura 1).

**Figura 1.** Disposição das caixas d'água



Nos quatro tratamentos com plantas, houve a preocupação de manter toda a superfície da água com plantas em estado natural, se desenvolvendo bem, sem pragas ou doenças e preenchendo 100 % da área

disponível (Figura 2). Para isso, era realizada uma inspeção quinzenal, que determinava o desbaste ou o acréscimo de plantas, conforme a necessidade.

**Figura 2.** Caixa d'água 100% preenchida com alface d'água



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados utilizados nas análises referem-se ao período de 21/09/14 a 27/12/2014, correspondendo a 97 dias de

observações, sendo realizado seis leituras de evaporação durante esse período. Evaporações obtidas durante a pesquisa para cada tratamento são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Evaporações (em cm) durante a pesquisa

Tratamentos	Repetições						Total
	I	II	III	IV	V	VI	
Aguapé	22,1	37,1	21,9	23,9	28,1	40,7	173,8
Livre	16,2	26,2	15,4	16,2	17,1	22,7	113,8
Tiririca	15,7	26,9	15,4	16,4	16,9	22,3	113,6
Alface d'água	15,8	26,7	14,8	15,5	16,2	21,8	110,8
Taboa	19,3	48,2	30,7	31,6	35,8	53,1	218,7
Total	89,1	165,1	98,2	103,6	114,1	160,6	730,7

Observou-se pela Tabela 1, que a repetição II apresentou maior evaporação, a repetição I a menor. O tratamento com cobertura de taboa apresentou maior evaporação, o tratamento com alface d'água foi menor e o livre foi intermediário.

O resultado da análise de variância demonstrou que houve diferença significativa, ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise de variância dos tratamentos (em cm)

Causa de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	4	1563,94	390,985	6,92 **
Resíduo	25	1413,21	56,5284	
Total	29	2977,15		

O coeficiente de variação do experimento, na análise dos tratamentos foi de 30,86%.

Para comparação entre as médias dos tratamentos, foi realizado o Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação entre a evaporação média das leituras para os 5 tratamentos

Tratamentos	Média dos tratamentos
Alface d'água	18,47 a
Tiririca	18,93 a
Livre	18,97 a
Aguapé	28,97 ab

Taboa	36,45 b
-------	---------

De acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, o tratamento com “alface d’água” apresentou a menor evaporação média das leituras, apesar de não diferir estatisticamente dos tratamentos com “tiririca”, “livre” e “aguapé”; o tratamento com “taboa” foi o que apresentou a maior evaporação média das leituras, mas não diferiu estatisticamente do tratamento com “aguapé”.

Diferente do resultado encontrado na pesquisa, Marinho *et al.* (2015) relatam que a alface d’água (*Pistia stratiotes* L.) favoreceu para o aumento da evapotranspiração, devendo ser retirado dos açudes e utilizado como adubo natural.

## 6 CONCLUSÕES

O tratamento com taboa teve altas taxas de evaporação, apresentando o pior desempenho em relação ao controle da evaporação em reservatórios superficiais.

As diferenças de evaporação entre o tratamento com alface d’água, tiririca e livre foram mínimas, porém menores valores de

evaporação foram observados no tratamento com alface d’água, considerando este mais adequada para o controle da evaporação em reservatórios superficiais.

## 7 REFERÊNCIAS

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. 3. ed. Maceió: UFAL, 2000. 419 p.

IPECE. **Perfil Básico Municipal, Senador Pompeu**. Fortaleza: SEPLAN, 2014. 18 p.

MARINHO, F. J. L.; AGUIAR, R. L.; UCHOA, T. R.; LEITE, S. F.; NASCIMENTO, A. S. Mecanismo redutor de evapotranspiração em manancial hídrico localizado no Semiárido Paraibano. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 20, p. 94-103, 2015.

TUNDISI, J. G., TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.