

EFEITOS DA COBERTURA DE AÇUDES NA EVAPORAÇÃO
DA ÁGUA ARMAZENADA

POR

L.C.G. BARROS^{1/}, E.R. PORTO^{2/} e O. SOUZA^{3/}

Resumo — Conduziu-se o presente trabalho no município de Batalha, Alagoas, no período de 14.11.80 a 13.03.81, que constou da mensuração da evaporação ocorrida em quatro tanques de ferro galvanizado de 2m de diâmetro e 1,10m de profundidade. Estes foram enterrados 90cm no solo e distanciados entre si, de 1,5m. Os tratamentos utilizados foram parafina derretida, placas de isonor, planta aquática (*Pistia Stratiotes* L.) e a testemunha, sem cobertura. Os dados obtidos permitiram observar uma redução na evaporação de 30,81% quando se usou o isonor em placas com cobertura. A evaporação acumulada no período foi de 633,2; 808,2; 880,7 e 915,1mm, respectivamente, nos tanques cobertos com isonor, parafina, planta aquática e sem cobertura. Comparadas as variações das evaporações observadas nos tanques quando se usou os tratamentos, em relação às registradas na calibração dos mesmos, evidenciou-se que essas foram devidas ao efeito dos tratamentos utilizados. O efeito redutor da evaporação apresentado pelo isonor é devido à sua maior capacidade de reflexão da radiação solar e à ação física no impedimento do deslocamento do vapor d'água.

^{1/} Eng^o. Agrônomo, M.S. em Irrigação, Pesquisador da EMBRAPA à disposição da EPEAL. CP. 99 - 57000 - Maceió - AL.

^{2/} Eng^o. Agrônomo, M.S. em Irrigação, Pesquisador da EMBRAPA/CPATSA Petrolina - PE.

^{3/} Zootecnista, Pesquisador da EMBRAPA, à disposição da EPEAL. CP. 99 - 57000 - Maceió - AL.

INTRODUÇÃO

A região nordeste do Brasil com seus 154 milhões de hectares é caracterizado pela irregularidade da distribuição pluviométrica, altas temperaturas e solos rasos, com baixa fertilidade natural e baixa capacidade de retenção de umidade, Brasil, SUDENE (1972). Segundo a classificação climática de Hargreaves, aproximadamente 115 milhões de hectares enquadram-se como muito-árido, árido e semi-árido, EMBRAPA/CPATSA (1978). Nessas áreas a falta de água é fator limitante ou redutor da produção agrícola e da fixação do homem à terra.

Devido às condições climáticas reinantes, a evaporação no nordeste é responsável pela perda de grande volume da água armazenada. Rebouças e Marinho (1972) citam estudos realizados que indicam uma evaporação anual de uma lâmina de 2m de água nessa região. Guerra (1975), informa que durante os meses de Julho a Dezembro ocorre uma perda de 20cm de água mensal, nos açudes do Nordeste, devido à evaporação. Trabalho recente, de Silva, Porto, Morgado e Martins (1980) evidenciou uma perda total de água em açudes de 288mm/mês. A ação deste fenômeno climático se faz sentir em mais de 70.000 açudes existentes na região, dos quais 257 são públicos e armazenam 57,482% do total de água armazenada, o que equivale a 11.496, 702.000m³, Guerra (1980).

Levantamento efetuado em propriedades agrícolas da região do sertão de Alagoas evidenciou que 95% dos açudes e barreiros particulares secavam antes do final da época seca, causando grandes dificuldades no suprimento das necessidades hídricas humana e animal.

Nos Estados Unidos da América, em muitos casos, conservar a água armazenada em tanques e reservatórios é a mais econômica maneira de prover o suprimento hídrico. Cooley e Fink (1973), testando métodos de redução da energia disponível para a evaporação compararam a mudança da cor da água, cobertura da água com material flutuante refletivo, sombreamento da superfície da água e usando barreiras contra vento concluiu que o uso do material flutuante e reflectivo, é o método mais encorajador, devido à alta eficiência apresentada na redução da evaporação, à sua fácil aplicação e baixa manutenção. Lloyd, Myers e Frasier (1970);

BIBLIOGRAFIA

1. A.J.Drummond and A.K.Angström, solar radiation measurements on Mauna Loa (Hawaii) and their bearing on atmospheric transmission. *Solar Energy*, 11, 133 (1967).
2. R.K. Swartman and O. Ogunlade, Solar radiation estimates from common parameters. *Solar Energy*, 11, 170 (1967).
3. H. Masson, Quantitative estimation of solar radiation. *Solar Energy*, 10, 119 (1966).
4. M.Iquebal, A. Study of Canadian diffuse and total solar radiation data I - Monthly average daily horizontal radiation. *Solar Energy*, 22, 81 (1979).
5. M.Iquebal, A. Study of Canadian diffuse and total solar radiation data II - Monthly average hourly horizontal radiation. *Solar Energy*, 22, 87 (1979).
6. V.A.Notaridou and D.P.Lalas, The distribution of global and net radiation over Greece. *Solar Energy*, 22, 505 (1979).
7. A.J.Biga and R.Rosa, contribution to the study of the solar radiation climate of Lisbon. *Solar Energy*, 23, 61 (1979).
8. V.Modi and S.P.Sukhatme, Estimation of daily total and diffuse insolation in India from weather data. *Solar Energy*, 22, 417 (1979).
9. T.N.Goh, Statistical study of solar radiation information in an equatorial region (Singapore). *Solar Energy*, 23, 185 (1979).
10. G.Stanhill, Diffuse sky and cloud radiation in Israel. *Solar Energy*, 10, 96 (1966).
11. K.W. Bøer, the solar spectrum at typical clear weather days. Sharing the sun solar technology in the seventies, Florida American Section of Solar Energy, V.1, 264 (1976).
12. A.P.Thomas and M.P.Thekaekara, Experimental and Theoretical Studies on solar energy for energy conversion. Sharing the sun Solar technology in the seventies, Florida, American Section of Solar Energy, V. 1, 338 (1976).
13. M.P.Thekaekara, Insolation data for Solar Energy conversion derived from satellite measurements of earth radiance. Sharing the sun Solar technology in the seventies, Florida, American Section of Solar Energy V. 1, 313 (1976).
14. A.Angström, Solar and terrestrial radiation. *Q.J.Roy. Met. Soc.* 50, 121 (1924).
15. I. Bennett, Frequency of daily insolation in Anglo North America during June and December. *Solar Energy*, 11, 41 (1967).

16. M.M. Alexander and A.G. Franklin, Introduction into the theory of statistics 2^a Edition McGraw-Hill (1961).
17. J.R.Williams, Solar Energy Technology and Applications, 2^a Edition, Ann Arbor Science, Michigan (1975).

ABSTRACT. Based upon statistical analysis of actual data concerning solar radiation and insolation, we develop a nonlinear empirical equation for estimating the value of the average total solar radiation per day upon a horizontal surface for the city of Fortaleza, Brazil within an uncertainty of + 10%. Calculations using the regression coefficients which relate solar radiation to insolation are presented and give better correlation than those obtained by other authors using the equation which angström proposed. An extrapolation was made for the region of Pentecoste and the maximum error made in the estimate was 11%.

TABELA 1 - Evaporação observada em tanques cobertos com isonor, parafina, planta aquática e sem cobertura, nos diferentes períodos. (em mm).

PERÍODOS	14.11.80	14.12.80	14.01.81	14.02.81	TOTAL	MÉDIA *
	a	a	a	a		
TRATAMENTOS	13.12.80	13.01.81	13.02.81	13.03.81		
Isonor	152,0	175,4	143,9	161,9	633,2	158,3 a
Parafina	180,0	249,4	176,8	202,0	808,2	202,0 b
P. Aquática	230,0	264,4	196,0	224,7	915,1	228,7 c
s/Cobertura	231,0	240,4	200,3	209,0	880,7	220,1 b c
T O T A L	793,0	929,6	717,0	797,6		
M É D I A	198,2	232,4	179,2	199,4		

* Médias seguidas de letra comum na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 1% pelo teste de Duncan.

demais tratamentos (Tabela 1). Este efeito tem sido explicado, principalmente por Cooley (1970); Cooley (1975) e Lloyd, Myers e Frasier (1970), como sendo devido à ação isolante do material, evitando a transferência da temperatura do ar para a água, a ação física sobre o vapor da água servindo como barreira ao seu deslocamento e a reflexão de parte da energia radiativa que chega à superfície exposta, através do aumento do Albedo dessa superfície. Cluff (1967), conseguiu redução de 100% da evaporação sobre a área coberta utilizando cobertura de isonor em placas, aumentou sua durabilidade e eliminou os problemas com o vento, através da introdução de melhoramentos em sua técnica inicial.

As observações feitas durante a condução deste trabalho permitem evidenciar a dificuldade na prática da aplicação da parafina derretida em açudes ou barreiros e a crença de que a eficiência conseguida com a cobertura do isonor possa ser melhorada substancialmente, através do incremento da espessura das placas e da utilização de um método de impermeabilização das mesmas para evitar o fluxo d'água através de suas paredes.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permite-nos, preliminarmente, concluir que o uso da cobertura de superfícies expostas de água com placas de isonor pode ser uma boa opção para a redução da evaporação na região nordeste do Brasil e que o uso da parafina com essa finalidade é de difícil praticabilidade e economicidade duvidosa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CPATSA/EMBRAPA e EMATER-AL através dos Engenheiros Agrônomos Carlos Alberto Vasconcelos Oliveira e Sebastião Geraldo da Silva que prestaram relevante contribuição na efetuação da análise estatística e coleta dos dados no campo, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- 1 - ANDERSON, V. L. Design of Experiments. Marcel Decker Inc., New York, 1.ed. 1974. 418p.
- 2 - BRASIL. SUDENE. Departamento de Recursos Naturais, Recursos Naturais do Nordeste; investigação e potencial (Sumário) Recife, PE., 1972, 108p.
- 3 - CLUFF, C. B. Rafts: new way to control evaporation. Crops & Soil Magazine, U.S.A. 20 (2): 7-9, 1967.
- 4 - COOLEY, K. R. Energy relationships in the design of floating covers for evaporation reductin. Water Resources Research U.S.A. 6 (3): 717-727, 1970.
- 5 - ——— Evaporation supression for conserving water supplies. Proceedings water harvesting Symposium, 192-200, 1975.
- 6 - COOLEY, H. R. & FINK. D. H. Conserving water supplies by evaporation reduction. Proceeding of water animal relation symposium. 191-199, 1973.
- 7 - COOLEY, H. R.; LLOYD, E. & MYERS, F. Evaporation reduction with reflective covers. Journal of the irrigation and drainage division ASCE. (IR3): 353-63, 1973.
- 8 - EMBRAPA. I Plano indicativo de pesquisa agropecuária para o trôpico semi-árido. Petrolina, CPATSA, 49p. 1978.

- 9 - GUERRA, P. de B. Agricultura de vazantes - um modelo agrônômico nordestino. Anais do 3º Seminário Nacional de Irrigação e drenagem. 325-330, 1975.
- 10 - GUERRA, P. de B. Açudes Públicos do Nordeste. Relação dos reservatórios construídos até 1979. Fortaleza. DNOCS, 1980. 21p.
- 11 - LLOYD, E.; MYERS, F. & FRASIER, G. W. Evaporation reduction with floating granular materials. Journal of the irrigation and drainage division. ASCE. 96 (IR4): 425-36, 1970.
- 12 - REBOUÇAS, A. da C. & MARINHO M. E. Hidrologia das secas; nordeste do Brasil. Recife, SUDENE, 126p. 1976.
- 13 - SILVA, A. de S.; PORTO, E. R., MORGADO, L. B. & MARTINS, C. E. uma técnica simples para a exploração de vazantes de açudes. Anais do V Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, São Paulo, 1: 60-79, 1980.