

# IMPORTÂNCIA DA CAMADA DE SOLO NO LEITO DE RIOS INTERMITENTES NA PROTEÇÃO DO AQUÍFERO: ESTUDO DE CASO

PAULO FRASSINETE DE ARAÚJO FILHO<sup>1</sup>; JAIME JOAQUIM DA SILVA PEREIRA CABRAL<sup>2</sup> E RICARDO AUGUSTO PESSOA BRAGA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Associado da Associação Águas do Nordeste - ANE e prof. da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, pfa@ufpe.br, +55 81 2126-7216

<sup>2</sup>Conselheiro da ANE e prof. da UFPE, jcabral@ufpe.br, +55 81 2126-7216

<sup>3</sup>Presidente do Conselho Deliberativo da ANE e prof. da UFPE, ricardobraga.jc@gmail.com, +55 81 2126-7216

**RESUMO:** A região semiárida do nordeste brasileiro é caracterizada pela escassez de recursos hídricos resultante de precipitações anuais baixas e de taxa de evaporação potencial elevada. No período seco, a população rural é atendida por carros-pipa, cisternas e de cacimbas no leito seco dos rios intermitentes. A água do leito seco é armazenada no período chuvoso quando o curso d'água tem escoamento e infiltra no leito arenoso. A principal força motriz da evaporação é a energia da radiação solar, em que a energia incide sobre a areia que está acima da reserva hídrica, a qual transfere parte do calor para a água. Quanto mais espessa esta camada de areia acima da reserva hídrica menos calor atinge a água e menor a evaporação. Para determinar a importância da camada de solo na evaporação na aluvião e medir a evaporação real, utilizou-se o lisímetro e dentro do dispositivo foi colocado o mesmo material de que é composto o leito seco do rio. A evaporação real foi calculada pelo balanço hídrico no lisímetro, uma vez que o mesmo é fechado nas laterais e no fundo. Para acompanhar o comportamento do nível da água no dispositivo foi instalado um tubo que serve como piezômetro. Foram monitorados dois lisímetros, denominados 4TE e 5DE, com o mesmo tipo de areia, desde 16/04/14. Em 25/12/14, o nível do aquífero no 4TE era de 35,4 cm e no 5DE 36,3 cm. Em 15/01/15, optou-se por adicionar água ao lisímetro 4TE até atingir o nível de 1,2 cm e o lisímetro 5DE não teve seu nível alterado. No período de 15/01/15 a 12/02/15 precipitou 3,0 mm e a evaporação potencial foi de 232 mm. A evaporação real no lisímetro 4TE foi de 322 mm enquanto que a do lisímetro 5DE foi de 20 mm, no mesmo período. Conclui-se que é de vital importância preservar a camada de areia acima do aquífero nos rios intermitentes para diminuir a perda de água por evaporação e conservar por mais tempo esse manancial.

**Palavras-Chave:** Evaporação, Aluvião, Rio intermitente.

**Tema:** Sistemas hídricos sustentáveis

## **INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**

A região semiárida do nordeste brasileiro é caracterizada pela escassez de recursos hídricos, resultante de precipitações anuais baixas e irregulares, concentradas num curto período do ano, e uma taxa de evaporação potencial elevada. Em épocas de longa estiagem, parte da população rural é atendida com água transportada por carros-pipa. Outras alternativas é a utilização de cisternas para armazenar a água da chuva que cai nos telhados e a construção de cacimbas ao longo do leito dos rios e riachos, quando possível.

A cacimba, ou poço amazonas, capta a água armazenada na aluvião do leito do riacho ou do rio. Esta água é armazenada ao longo do período chuvoso quando o curso d'água tem escoamento superficial e ao escoar pela rede de drenagem parte desse escoamento vai se infiltrando no leito arenoso.

A principal força motriz da evaporação é a radiação solar incidente sobre a água. Como a reserva superficial está exposta diretamente à radiação, a taxa de evaporação é máxima. No caso da água da reserva da aluvião, a radiação solar não incide diretamente sobre a água e sim sobre a areia que está acima da reserva hídrica, a qual transfere parte do calor para a água que irá evaporar. Quanto mais espessa esta camada de areia acima do nível freático menos calor atinge a reserva hídrica, portanto menor a evaporação da água contida no aquífero.

Em 1957, PHILIP propôs que a taxa de evaporação da água subterrânea diminuiria exponencialmente em função da profundidade do lençol freático, independentemente do tipo de solo.

Vários trabalhos veem sendo desenvolvidos para determinar, estimar ou medir, a evapotranspiração (Alves et al., 2012, Monte-Mor, et al., 2012 e Gomes et al., 2013) ou mesmo a evaporação em solo exposto (Amazonas, 2013), porém não evidenciam a influência da camada de solo acima do aquífero na diminuição da evaporação potencial sobre o aquífero. Scuderi et al. (2012) avaliou a relação evapotranspiração real e potencial para macrófita aquática.

Soares et al. (2010) calibrou os modelos de Philip (1957), Harbaugh (1988), Moreal-Seytoux (1989) e Grilli & Vidal (1986), para estimar a evaporação em função do nível do lençol freático, utilizando a metodologia de Hargreaves (1997).

Amazonas (2013) aplicou a metodologia do Domo, ou câmara ventilada, para compreender e caracterizar as descargas produzidas por evaporação de águas subterrâneas no semiárido Pernambucano. De forma global, os resultados da evaporação em função do lençol freático apresentaram-se satisfatórios.

O objetivo deste trabalho é verificar a influência da camada de areia na proteção do aquífero sub-superficial em rios intermitentes, evitando a perda de água por evaporação.

## **METODOLOGIA**

Para determinar a influência da camada de solo na perda de água por evaporação no solo saturado da aluvião de rio intermitente no período de estiagem, é necessário mensurar a evaporação real. Para medir a evaporação real de um solo exposto ao longo do tempo foi instalado um dispositivo onde se pode realizar o balanço hídrico e determinar o quanto de água a aluvião está perdendo por evaporação.

Para realizar este balanço foi utilizado um dispositivo chamado lisímetro. O lisímetro é um dispositivo fechado nas laterais e no fundo e é preenchido com o material da área em estudo, onde foi instalado um tubo que serve como piezômetro para monitorar o nível do freático dentro do lisímetro. Também foi instalado um sensor pluviométrico para medir a precipitação ocorrida. O cálculo do balanço hídrico foi realizado conforme a equação 01.

$$ER = (z_i - z_{i-1}) + P \quad (01)$$

onde, ER é a evaporação real (mm),  $z_i$  é o nível do freático (mm),  $z_{i-1}$  é o nível do freático anterior (mm) e P é a precipitação (mm).

O lisímetro utilizado é composto de um cilindro de 56 cm de diâmetro e 2,25 m de comprimento onde foi colocado o mesmo material sedimentar de que é composto o leito seco, até preenchê-lo por completo. A curva granulométrica do solo é mostrada na figura 1 e sua composição na tabela 1. Como o objetivo era estimar a evaporação real no leito seco, o lisímetro precisava ser instalado enterrado na calha do rio, mas devido às possíveis enchentes no período chuvoso, optou-se por instalá-lo na planície de inundação próxima ao eixo do rio. O topo do lisímetro ficou rente à superfície do solo.

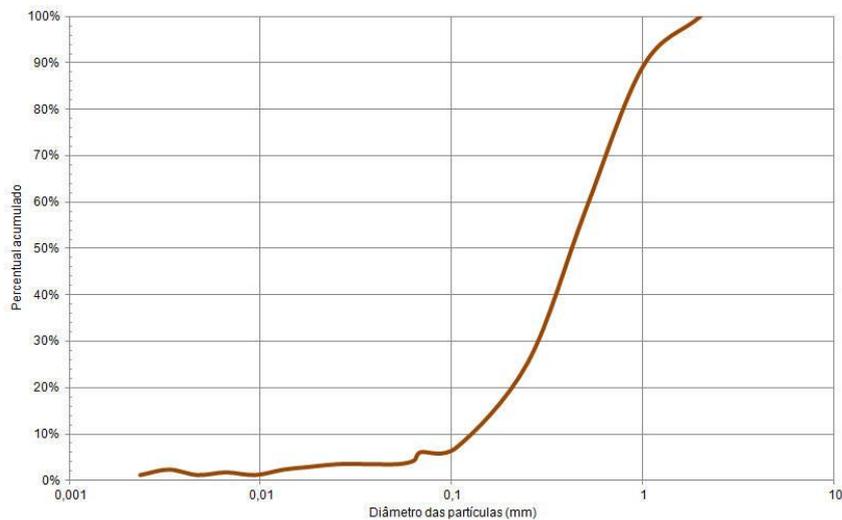


Figura 1 - Curva granulométrica do solo.

Tabela 1 - Composição do solo.

Tipo	Percentual
Areia	95,7 %
Argila	1,2 %
Silte	3,1%

Para determinar a causa da não perda de água por evaporação é necessário verificar se essa condição foi observada devido às condições climáticas ou pela camada de solo acima do freático. Para tanto foi instalado um tanque evaporimétrico próximo aos lisímetros e nas mesmas condições, enterrado. Deste modo se pode mensurar a evaporação potencial e verificar se foi às condições climáticas que favoreceram a não existência da perda de água do freático.

## PRINCIPAIS RESULTADOS

Foram monitorados dois lisímetros (4TE e 5DE) com o mesmo tipo de areia que foi coletada na calha do rio intermitente e sendo iniciado em 16/04/14, abrangendo o período chuvoso e seco. Em 16/04/14, o nível do freático dos dois lisímetros eram diferentes, para simular situações diferentes de nível para a mesma evaporação potencial e verificar se depois de um período grande sem precipitação os níveis dos dois dispositivos se aproximariam.

Optou-se por realizar o monitoramento semanal devido a possível pequena variação do nível diário principalmente quando o nível do freático estivesse muito baixo.

Como a ocorrência de precipitação faz com que o nível do freático se aproxime da superfície, dificultará a verificação da influência da camada de solo na evaporação real. Parar tanto optou por escolher períodos consecutivos sem precipitação, pois a única influência na evaporação real seria a espessura de solo acima do freático. Durante o período de monitoramento só foram observados dois períodos com três semanas consecutivas sem precipitação, 23/10/14 a 13/11/14 e 08/01/15 a 29/01/15 (figura 2) e um período com duas semanas, 09/04/15 a 23/04/15. As precipitações semanais acima de 20 mm foram, 64,6 mm (28/05/14 a 04/06/14), 49,0 (02/04/15 a 09/04/15), 28,8 mm (23/04/15 a 30/04/15) e 22,8 mm (30/04/14 a 07/05/14 e 28/05/15 a 04/06/15).

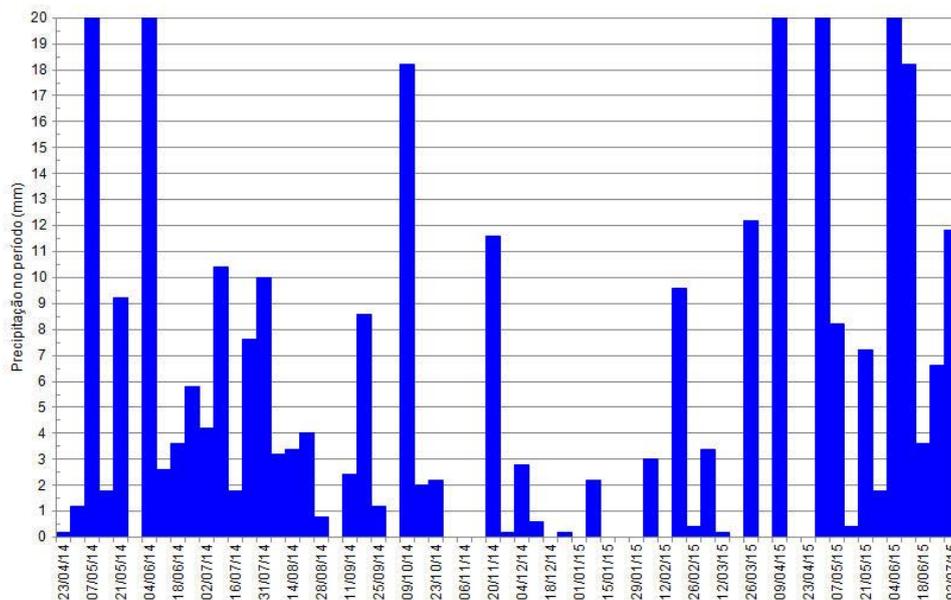


Figura 2 - Comportamento da precipitação.

Como desde 09/2014 o nível do aquífero nos lisímetros estava quase na mesma profundidade (Figura 3) e o mês de janeiro faz parte do período seco, no dia 15/01/15 o nível do freático do lisímetro 4TE estava em 37,5 cm da superfície, então optou-se em elevar o nível até próximo da superfície, pois já se tinha registrado desde 08/01/15 que não havia precipitação. O lisímetro 5DE não teve seu nível alterado que era de 38,2 cm abaixo da superfície. A Figura 4 mostra o comportamento do nível do aquífero nos lisímetros ao longo do tempo depois da alteração do nível do dispositivo 4TE.

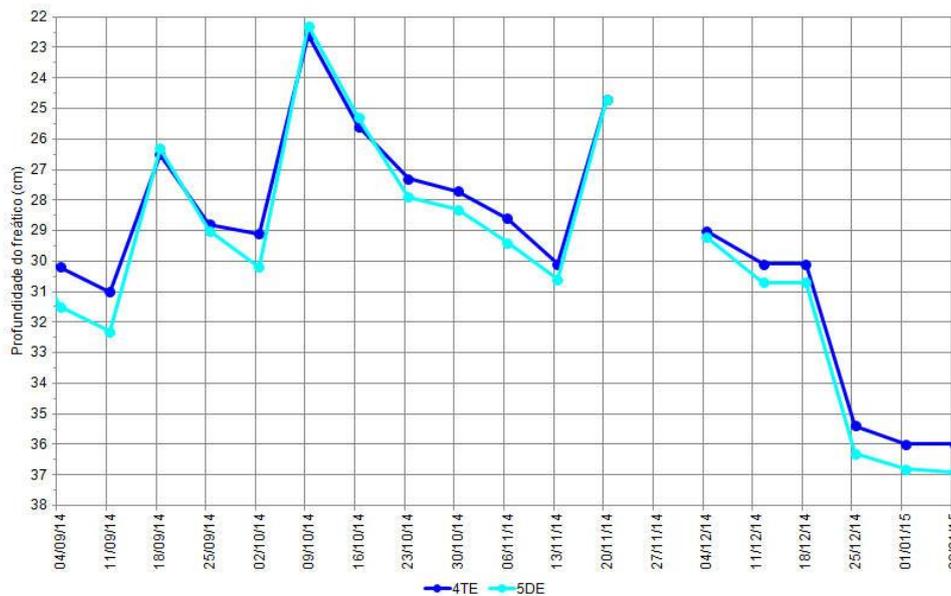


Figura 3 - Comportamento do nível do aquífero nos dois lisímetros, 04/09/14 a 08/01/2015.

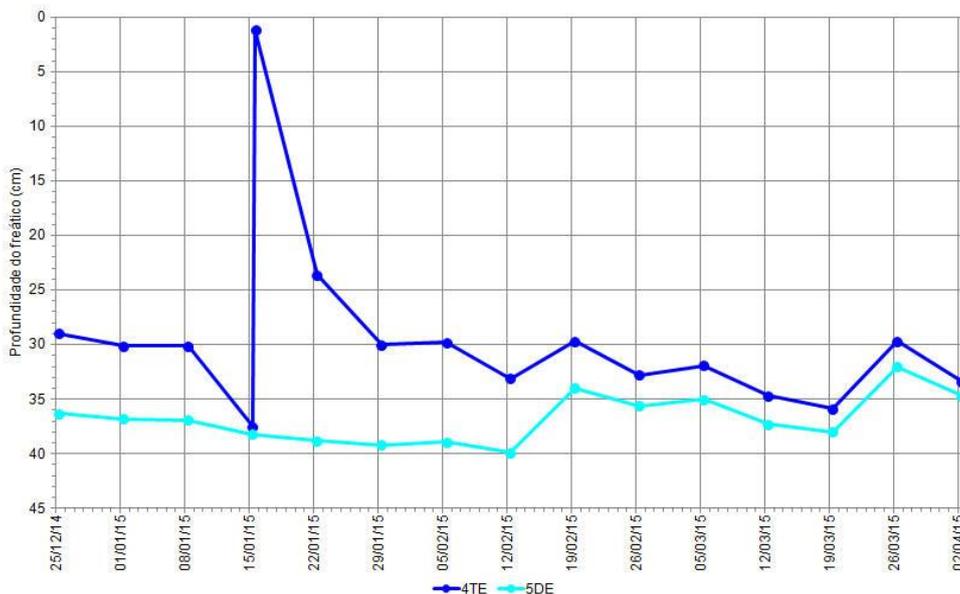


Figura 4 - Comportamento do nível do aquífero nos dois lisímetros, 25/12/14 a 02/04/15.

No período de 15/01/15 a 12/02/15 a precipitação foi de 3,0 mm, que ocorreu no dia 04/02/15 entre 17:35h e 18:15h, e a evaporação potencial foi de 233 mm. A evaporação no lisímetro 4TE foi de 31,9 cm enquanto que no lisímetro 5DE foi de 1,7 cm.

## CONCLUSÃO

A partir de 15/01/15, quando foi elevado o nível do aquífero no lisímetro 4TE, a evaporação real na primeira semana foi de 22,4 cm no 4TE e 0,6 cm no 5DE e na segunda semana foi de 6,4 cm no 4TE e 0,4 cm no 5DE.

Portanto a diferença entre o nível do aquífero no lisímetro 4TE e 5DE foram de: 37,0 cm após a elevação do nível, 15,2 cm após 7 dias e 9,2 cm após 14 dias. Neste

período não ocorreu precipitação, portanto a variação do nível do aquífero é justificada unicamente pela evaporação ocorrida no lisímetro. No período de 29/01/15 a 05/02/15 ocorreu uma chuva de 3,0 mm e 28 dias após a elevação do nível do 4TE a diferença era de 6,8 cm entre os dois lisímetros.

Portanto, concluí-se que é de vital importância preservar a camada de areia acima do aquífero nos rios intermitentes para diminuir ou evitar o efeito da evaporação potencial e conservar por mais tempo a água nesse manancial.

## **AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem à Associação Águas do Nordeste (ANE) pelo apoio à realização da pesquisa no âmbito do Projeto Águas de Areias, assim como agradecem à Petrobras, que patrocina este projeto desenvolvido pela ANE, por meio do Programa Petrobras Socioambiental.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Amazonas, Irami B. (2013). Determinação da evaporação em solo sem vegetação em condições semiáridas. Tese de doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.

Alves, Edevaldo M.; Maciel Netto, André; Antonino, Antonio C. D.; Lima, José R. S.; Souza, Eduardo S.; Montenegro, Suzana M. G. L.; Cabral, Jaime J. S. P., Gondim, Manuella V. S. (2012). Simulação da Dinâmica da Água em Solo Cultivado com Feijão Caupi no Brejo Paraibano. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 3, p. 175-186.

Gomes, Clarissa A.; Lima, José R. S.; Padilha, Karoline M.; Antonino, Antonio C. D.; Júnior, João C. F. B.; Souza, Eduardo S., Montenegro, Suzana M. G. L. (2013). Uso de Água em Cultivo de Mamona no Agreste Meridional de Pernambuco. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, n. 4, p. 77-87.

Monte-Mor, Roberto C. A.; Palmier, Luiz R.; Pinto, Eber J. A., Lima, José E. S. (2012). Estabilidade Temporal da Distribuição Espacial da Umidade do Solo em uma Bacia Intermitente no Semiárido de Minas Gerais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 3, p.101-113.

Scuderi, Carlos; Villanueva, Adolfo, Marques, David M. (2012). Avaliação da Taxa Diária de Evapotranspiração da Macrófita Aquática *Zizaniopsis Bonariensis*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 17, n. 3, p. 69-80.

Soares, W. A., Soares, M. C. V., Silva, R. M., Sobral, P. M. (2010). Calibragem de Modelos para Estimativa da Evaporação em Função do Nível do Lençol Freático. In *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*.