

VARIAÇÃO TEMPORAL DA UNIDADE NUM PERFIL DE UM SOLO BRUNO NÃO CÁLCICO VÉRTICO NO ESTADO DE PERNAMBUCO

ANTONIO FAUSTINO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE NETO

Prof. Adjunto do Dep. de Tecnologia da UFRPE.

Algumas peculiaridades no que concerne a Variação Temporal da Unidade de um Perfil de um Solo Bruno não Cálcico Vértico são destacadas neste trabalho. A partir da saturação total do perfil do solo, acompanhou-se a variação do valor da umidade, desde a superfície até 80 cm de profundidade. A capa superficial foi determinada pelo método gravimétrico e das demais camadas com o auxílio de uma sonda de nêutrons.

INTRODUÇÃO

Quando da realização da pesquisa *Escoamento Localizado "Versus" Escoamento na Bacia*, (Albuquerque Neto, 1987a), ressaltou as vantagens do aproveitamento "in situ" da água precipitada, em relação ao rendimento de pequenas, médias e grande bacias hidrográficas. Para tal, Albuquerque Neto (1987b) concebeu um modelo matemático conhecido como *Simulação da Lâmina Escoada em Parcelas de Escoamento*. Na estruturação deste modelo foi necessário a determinação de uma série de parâmetros concernentes a umidade do solo, tanto da superfície como das camadas subjacentes, a fim de explicar o escoamento superficial, resultante de uma chuva de intensidade conhecida e função da unidade do solo.

A influência da umidade do solo no escoamento superficial neste tipo de solo é abordado por Albuquerque Neto (1992). No presente trabalho serão evidenciados alguns aspectos envolvendo a variação temporal da unidade em dois perfis saturados, onde num deles foram tomadas precauções para evitar a evaporação através da superfície do terreno.

Vale ressaltar que durante todo o período de observação, não houve acréscimo de água, pois não ocorreram chuvas.

MATERIAL E MÉTODO

Os experimentos foram instalados adjacentes ao sangradouro do Açude de Conceição (lat. 8° 09' 49" - Long. 37° 52' 09"), no Riacho do Navio, Bacia do Rio Pajeú, Estado de Pernambuco, sobre solos Bruno não Cálcico Vértico. A descrição de um perfil situado ao lado das parcelas é apresentada pela Tabela 1.

TABELA 1 - Característica do perfil do solo

Símbolo	Profundidade (cm)	Densidade Aparente (g/cm ²)	Composição Granulométrica			Classificação Textual
			areia	silte	argila	
A	0 - 13	1.55	44	26	30	Franco Argiloso
B ₁₂	14 - 38	1.54	42	26	32	Franco Argiloso
B ₂₂	39 - 52	1.49	41	23	36	Franco Argiloso
B _{3t}	53 - 76	1.58	54	19	27	Franco Argiloso Arenoso

Para as medidas profundas de unidade, foram introduzidos verticalmente no interior do solo das parcelas construídas para obtenção dos dados, tubos de alumínio, geralmente com 0,90 metros de comprimento, com diâmetro interno de duas polegadas, deixando-se 10 cm acima da superfície. Em cada tubo, que serviu para dar acesso à sonda de nêutrons, a extremidade inferior foi perfeitamente lacrada e na superior colocada uma tampa móvel, ambas de PVC.

A sonda de nêutrons tem a propriedade de emitir uma nuvem esférica de nêutrons rápidos. Quando esta fonte é introduzida no solo, os nêutrons são moderados, proporcionalmente à concentração de hidrogênio. A principal fonte de hidrogênio no solo é a água, logo, a contagem dos nêutrons lentos refletirá o conteúdo da água do solo.

Estas sondas são compostas de três partes principais, como mostra a Figura 1: uma fonte de nêutrons rápidos, um detector de nêutrons lentos e um contador de nêutrons detectados. Existem duas limitações para o uso da sonda: a primeira é o das leituras próximas à superfície, devido a não formação da nuvem estratificada ocasionando a não colisão dos nêutrons; a segunda relaciona-se com a diferença espacial da umidade que não pode ser detectada a intervalos pequenos entre mudanças bruscas de umidade.

A sonda de nêutrons utilizada neste trabalho é de fabricação da Campbell Pacific Nuclear Corp., Califórnia, USA, e foi calibrada no local de pesquisa. Antes da execução do processo para a calibração da sonda, descrito abaixo, é necessário fazer a contagem de verificação na água (Rp), para detectar um possível mau funcionamento da sonda. Os passos para a calibragem são os seguintes:

- a) instalação de tubos de acesso;
- b) execução de sondagens preliminares para determinar os pontos de diferentes umidades e tomar o valor da contagem R;
- c) retirar, no mínimo, seis amostras de solo estruturado;
- d) determinação da umidade das amostras, pelo método gravimétrico;
- e) obter uma regressão linear pelo métodos dos mínimos quadrados, com os valores médios dos itens b e d, para obter a curva de calibragem do solo.

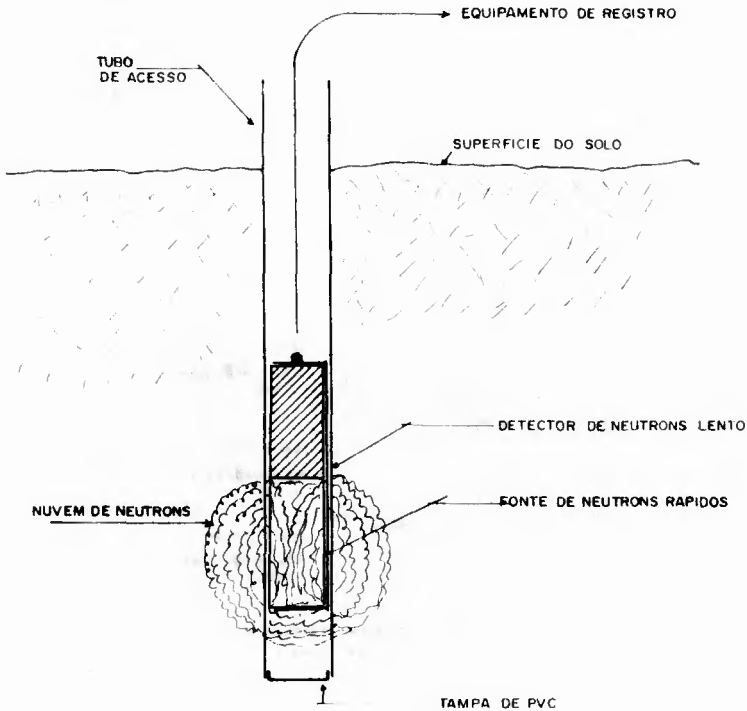


FIGURA 1 - Esquema da sonda de neutrons

Este procedimento foi adotado para definir a calibragem da sonda nas seguintes profundidades: 10, 20, 30, 40 e 60 centímetros. Verificou-se, como mostra a Figura 2, que os pontos tomados, igual ou abaixo 30 centímetros, podem ser considerados pontos de uma mesma reta, enquanto que os conjuntos de pontos tomados a 10 e 20 centímetros, formam cada um, nuvens de pontos, onde foi possível ajustar duas outras retas. Nota-se quase um paralelismo entre

elas, e como não poderia deixar de ser, as curvas de calibragem das camadas mais próximas da superfície, apresentam para uma mesma umidade, uma contagem R menor, visto que parte dos nêutrons emitidos perdem-se através da superfície. Apesar de não oferecer resultados satisfatórios próximo à superfície, a medida de umidade com as sondas de nêutrons, podem ser úteis para definir a variação de umidade num dado período de tempo.

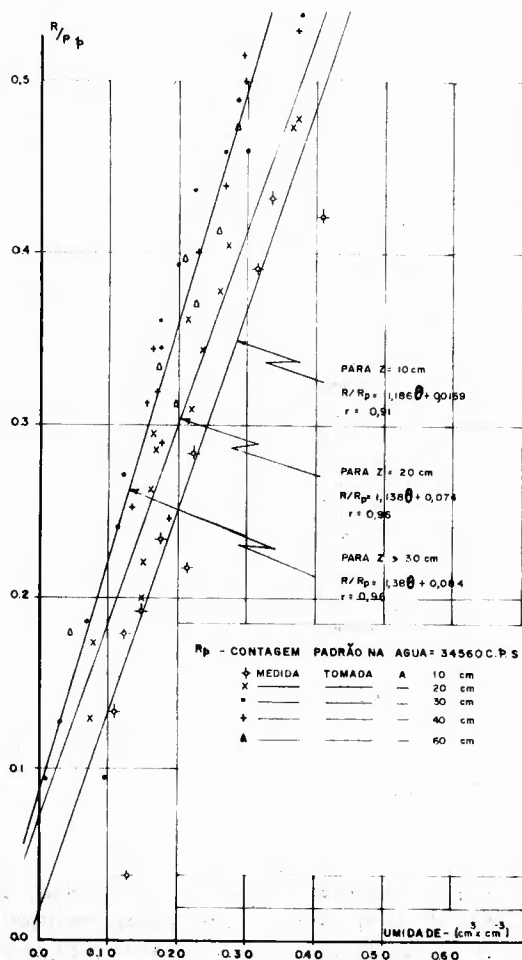


FIGURA 2 - Calibragem da sonda de nêutrons

A umidade superficial do solo foi determinada pelo método gravimétrico, utilizando-se como extrator um cilindro com 1,5 centímetros de altura. Logo, a umidade da capa superficial refere-se ao conteúdo em milímetros da primeira camada do solo com 1,5 centímetros de altura.

Como é do conhecimento geral, as características de um mesmo solo podem variar espacialmente, mesmo entre locais imediatamente adjacentes. Reconhecendo este fato, foram escolhidas preliminarmente duas parcelas planas de 6 x 6 metros, próximas ao local do experimento e manteve-se sobre uma delas uma lâmina d'água de 20 cm de altura durante dois dias.

Subdividiram-se essas parcelas em quadrículos com 2,00 m de lado, o que produziu no seu interior seis intersecções, onde próximo a cada uma amostra: a) a primeira, na parcela inundada logo após o desaparecimento completo da água sobre a superfície e em outras três vezes (2a., 3a. e 4a.), após alguns dias defazados entre si; b) na parcela não inundada (5a.).

A Tabela 2 fornece os parâmetros das cinco amostra estatísticas do teor da umidade.

Tabela 2 - Estatística do teor de umidade das amostras de solo

AMOSTRA	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
1a.	5,74	0,10	0,017
2a.	3,93	0,32	0,081
3a.	2,24	0,48	0,214
4a.	1,36	0,27	0,198
5a.	0,30	0,02	0,066

Observou-se que a umidade é afetada de uma dispersão menor quando o solo encontra-se com o máximo e o mínimo teor de água, tendendo a aumentar na faixa intermediária.

A partir desses fatos, foi possível definir o número necessário de amostras a ser coletado nas parcelas de escoamento, a fim de estimar a umidade média.

Segundo método apresentado em Petersen e Calvin (1965), onde é utilizada a fórmula:

$$N = \frac{t^2 \alpha \delta^2}{d^2} \quad (1)$$

Sendo:

N = número de amostras

$t\alpha$ = t de distribuição de Student com $(N - 1)$ graus de liberdade com α nível de probabilidade

δ = desvio padrão

d = limite desejado

A estimativa da média a um nível de probabilidade de 95% com cinco graus de liberdade, dentro dos limites de confiança, calculados pela relação:

$$L = \text{Média} \pm t \alpha \sqrt{\frac{\alpha^2}{N}} \quad (2)$$

Cujos resultados são:

$$L_1 = 5,74 \pm 0,10$$

$$L_2 = 3,93 \pm 0,34$$

$$L_3 = 2,24 \pm 0,50$$

$$L_4 = 1,36 \pm 0,28$$

$$L_5 = 0,30 \pm 0,02$$

indica que a unidade pode ser determinada com a retirada de um número de amostras em cada parcela, dado pela equação 1, quando substituindo d pelo intervalo de confiança.

Verificou-se que, de um modo geral, o número de amostras será igual a seis, e desta maneira, a unidade média, anterior e posterior a cada chuva simulada será igual a 5,74 mm em todas as vezes que a média das seis amostras apresentaram valor compreendido dentro do intervalo 5,74 mm $\pm$ 0,10; e 0,30 mm dentro do intervalo 0,30 mm $\pm$ 0,02 e o próprio valor da média, fora desses intervalos.

A fim de verificar-se o comportamento da umidade do solo nas diversas profundidades, mesmo a partir da superfície, inundou-se duas parcelas, sendo que uma delas foi mantida coberta com manta de plástico.

Escolheu-se uma área quadrada plana com 6 m de lado que foi delimitada por um dique de chapa galvanizada corrugada de 35 cm de altura, penetrando 10 cm no solo. Assim foi possível inundar as parcelas com o propósito de levar todo o perfil à saturação, cuja verificação foi procedida através de medidas sucessivas de umidade de 10 em 10 cm, com a sonda de nêutrons, utilizando-se tubos de acesso colocados no centro das parcelas.

Após a constatação de que a umidade de todas as camadas mantinham-se constante, esperou-se que a água desaparecesse por completo da superfície, onde neste exato momento foram retirados rapidamente os diques cobrindo a superfície com plástico para evitar a evaporação através da superfície do solo de uma das parcelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 3 e 4 mostram como ocorre no tempo a variação de umidade do solo, para as parcelas sem e com cobertura plástica, respectivamente. Observou-se que a curva representativa da variação da umidade superficial e das camadas mais próximas da superfície decaem bruscamente, com taxa de variação constante, nas primeiras vinte e quatro horas, por força, principalmente, das perdas por evaporação que ocorre certamente ao nível do potencial e da drenagem interna no perfil. Depois deste momento, a taxa de variação de umidade superficial, vai se reduzindo, até igualar-se a umidade mínima. As sucessivas diminuições da taxa de variação da umidade, tanto superficial como a 10, 20 e 30 centímetros de profundidade, deve-se a redução gradativa do estoque hídrico, e isto contribui para que a evaporação não ocorra mais a nível de potencial, mas seja regida pela oferta de água e pelas características físicas do solo, principalmente a textura.

Comparando a variação temporal da umidade da parcela descoberta com a da parcela coberta, nas camadas com profundidade igual ou superior a 40 cm, verifica-se que há, praticamente, diferenças, principalmente no período em que elas estabilizaram-se. O mesmo não acontece nas camadas com profundidade igual ou menor do que 30 cm.

A variação temporal da umidade na parcela coberta dá uma demonstração daquilo que foi definido, quando da determinação das curvas características deste solo (Albuquerque Neto, 1986) pois a partir do momento em que não se nota

praticamente variação da umidade, verificou-se que os solos dos horizontes B_{21t} e B_{22t}, cujas umidades são traduzidas pelos pontos situados a 30, 40 e 50 cm de profundidade, retêm mais umidade do que aquela pertencente ao horizonte B_{3t}, representado graficamente através das curvas de variação temporal de umidade a 60, 70 e 80 cm de profundidade.

Quanto às curvas de variação da umidade a 10 e 20 cm, as mesmas deveriam variar de conformidade com as umidades a 30, 40 e 50 cm de profundidade, pois os solos situados acima de 52 cm retêm praticamente para uma mesma tensão a mesma quantidade de água, porém elas apresentam-se na Figura 4, com excessão da curva superficial, abaixo de todas as outras, por razões definidas anteriormente, ou seja, a perda por evaporação, apesar da cobertura plástica.

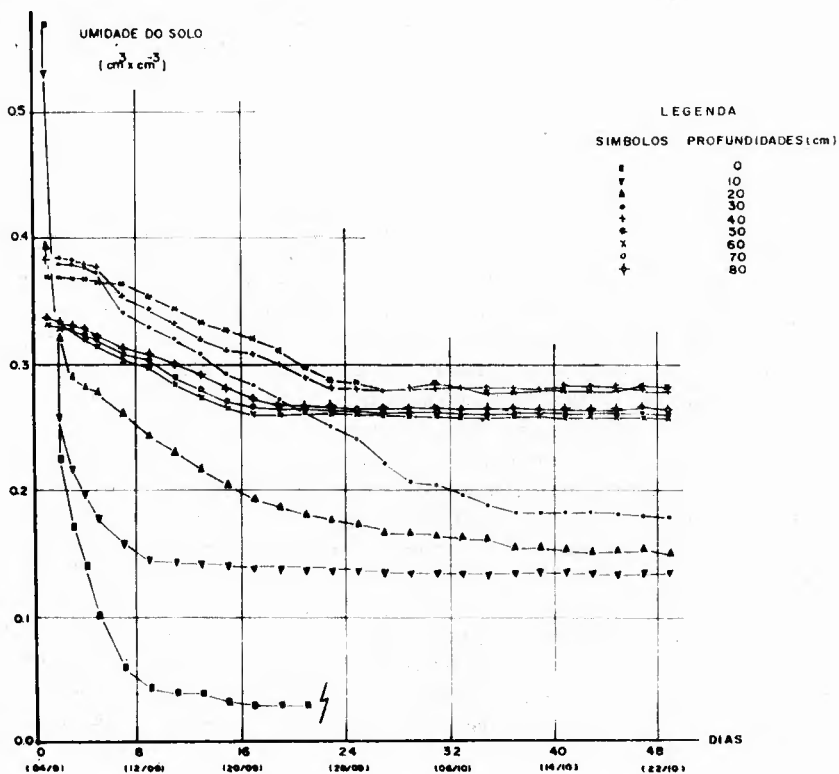


FIGURA 3 - Variação temporal da umidade do solo numa parcela sem cobertura plástica

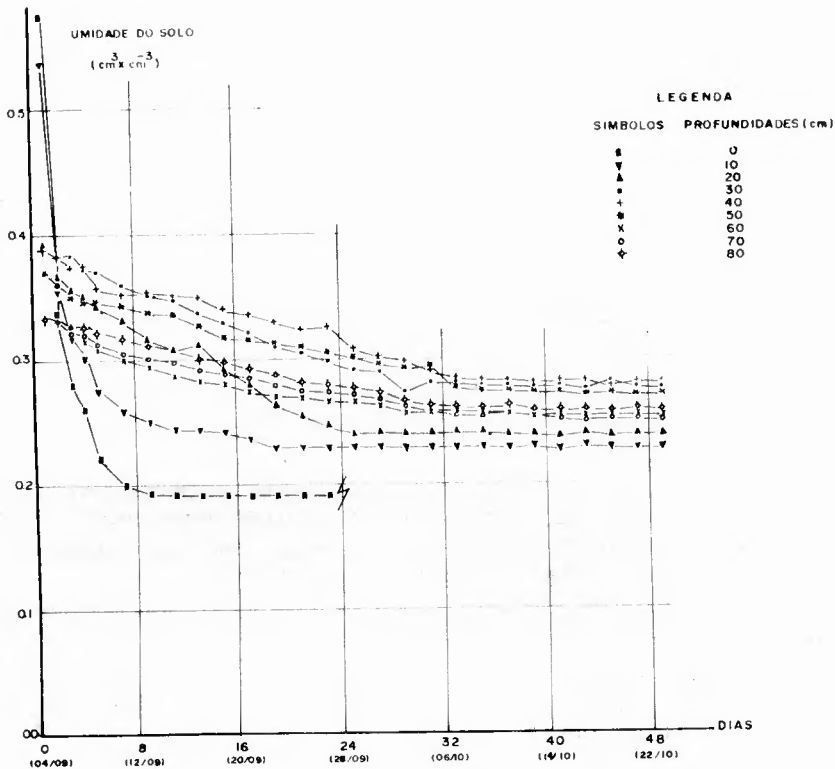


FIGURA 4 - Variação temporal da umidade do solo numa parcela com cobertura plástica

CONCLUSÕES

Observou-se que após a saturação total do perfil, a unidade da capa superficial do solo passa a ter um valor igual ao da unidade mínima, após 16 dias, desde que não haja evidentemente superimento de água neste intervalo de tempo. Uma outra conclusão interessante que merece ser evidenciada, é que a evaporação da água do solo processa-se somente nos trinta primeiros centímetros do solo, aproximadamente.

ABSTRACT

Some particularities about Temporal Variability of Soil Moisture in a Vertic Non-Calcic Brown Soil profile, were studied in this work. After saturating the whole a soil profile, it was monitored the soil moisture variability down to 80 cm depth. Soil moisture measurements were done by neutron probe technique and by gravimetry, for deep and surface soil layers, respectively.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ALBUQUERQUE NETO, A. F. C. de. O balanço hídrico em solos Bruno não cálcico vértico. *Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Série Agronomia*, Recife, n. 2, p. 7-33, 1986.
- 2 - —. O escoamento localizado "versus" o escoamento na bacia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 7.; SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, 3., 1987, Salvador. *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1987a. v. 2, p. 582-590.
- 3 - —. A influência da umidade do solo sobre o escoamento superficial em solos Bruno não cálcico vértico. *Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Série Agronomia*, Recife, v. 3, p. 7-11, 1992.
- 4 - —. Simulação da lâmina escoada em parcelas de escoamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 7.; SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, 3., 1987, Salvador. *Anais...* São Paulo: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1987b. v. 2, p. 571-581.
- 5 - PETERSEN, R. G.; CALVIN, L. D. Sampling. In: BLACK, C. A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. pt. 1, p. 54-72. (Agronomy, 9)

Recebido para publicação em 07 de novembro de 1991.