

Comportamento temporal da umidade do solo sob Caatinga e solo descoberto na Bacia Experimental do Jatobá, Pernambuco

José Antônio Lopes de Menezes¹, Thais Emanuelle Monteiro dos Santos²,
Abelardo Antônio de Assunção Montenegro³ & José Roberto Lopes da Silva³

Protocol 01.2013 - Received: 02/02/2013 - Accepted: 28/02/2013

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo investigar o comportamento do conteúdo da água no solo sob duas condições de superfície, caatinga e solo descoberto, em duas parcelas experimentais localizadas na Bacia Experimental do Jatobá, no município de Pesqueira, semiárido pernambucano. Os dados de umidade foram coletados a partir de sonda de nêutrons. No estudo de umidade do solo percebeu-se variação da umidade do solo para as duas condições de superfície entre os períodos secos e chuvosos e que a evapotranspiração favoreceu o decréscimo da umidade do solo na condição de cobertura natural no período de estiagem, tornando tais valores inferiores à umidade do solo na condição de solo descoberto. Verificou-se que a umidade do solo não é recuperada quando ocorrem as primeiras chuvas subsequentes ao período de estiagem rigoroso; já no período chuvoso a umidade do solo na condição de cobertura natural aparece superior à umidade na condição de solo descoberto.

Palavras-chave: Caatinga, sonda de nêutrons, umidade do solo

Temporal behavior of soil water under ‘Caatinga’ and bare soil in Experimental Basin of Jatobá, Pernambuco

Abstract: This study aimed to investigate the behavior of soil water content under two surface conditions, ‘Caatinga’ and bare soil, in two experimental plots located in Experimental Basin of Jatobá, in the municipality of Pesqueira, semiarid region in the State of Pernambuco, Brazil. Soil moisture data were collected by a neutron probe device. In the study of soil moisture it was verified that there was variation in soil moisture content for the two surface conditions between dry and rainy periods. Evapotranspiration enhanced the soil moisture decrease for the natural cover condition in the dry season, reducing to values below the soil moisture in bare soil condition. Soil moisture is not recovered when the first events of rain occur subsequent to the period of severe drought. In the rainy season the soil moisture condition in the natural cover appears higher than in the bare soil.

Key words: ‘Caatinga’, neutron probe, soil moisture

¹ Universidade Federal da Bahia, Barreiras, BA. E-mail: tonilopes0203@hotmail.com

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. E-mail: thaisemanuelle@hotmail.com

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. E-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br; rlopes.s@gmail.com

Introdução

A forte dependência entre a atmosfera e a superfície pode ser verificada quando se estuda o comportamento da umidade do solo. O meio mais comum de umedecimento do solo é a partir da chuva e se observa que nem toda a água que chega à superfície do solo infiltra, mas parte dela é ainda perdida por evaporação e escoamento superficial. Destacam-se, como fatores que interferem na infiltração de água no solo, o avanço da frente de umedecimento no perfil do solo e o selamento superficial caracterizado pela energia das gotas de chuva.

O processo erosivo causado pela água das chuvas tem principal abrangência nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são mais elevados. Nessas áreas também é típico as chuvas se concentrarem em certas estações do ano, o que agrava ainda mais a erosão (Santos et al., 2009).

Na região semiárida do Nordeste brasileiro predominam os solos rasos, que tendem a se saturar na chuva e ressecar facilmente nos períodos de estiagem, com vegetação típica de caatinga, clima tropical quente, elevados índices de evapotranspiração durante todo o ano e grandes variações pluviométricas. Os eventos chuvosos se apresentam em algumas épocas e locais com grande intensidade, o que, associado à baixa eficiência da vegetação em proteger solos com erodibilidade alta, resulta em eventos erosivos de grande magnitude (Tavares Filho et al., 2006).

Segundo Santos et al. (2002), por mais que as características da região semiárida sejam generalizadas existem também características específicas de cada sub-região, como a média de precipitação anual, distribuição pluviométrica, tipo de vegetação e tipo de solo. Associada a essas características está a magnitude da erosão.

Segundo Martorano et al. (2008), a ausência ou a presença de vegetação, tal como as práticas agrícolas e a ação de agentes naturais, também são influentes nas propriedades hidrodinâmicas da água no solo. As referidas mudanças são decorrentes de alterações físicas que ocorrem em função do manejo adotado, ocasionando aumento da macroporosidade do solo em relação à microporosidade.

Quando a água se infiltra no solo terá a dinâmica definida a partir da evaporação, da evapotranspiração ou continuará infiltrando para as camadas mais profundas. De acordo com Oliveira et al. (2001), com o processo de redistribuição de água no solo a região do perfil

com alto conteúdo de água drena rapidamente a água para as camadas inferiores mais secas.

No processo de evapotranspiração existe um intervalo hídrico ótimo para o desenvolvimento da vegetação. Este valor se encontra entre o Ponto de Murcha Permanente (PMP) e a Capacidade de Campo (CC). Klein et al. (2006) ressaltam que quando o solo se encontra na CC, os macroporos estão livres e os microporos totalmente preenchidos e que o PMP corresponde ao teor de água no solo no qual as plantas experimentam perdas de turgescência das folhas, não se recuperando quando colocadas em ambiente escuro e saturado.

Apesar de existirem alguns bancos de dados de grande porte, as observações sistemáticas da umidade do solo são escassas, especialmente porque técnicas gravimétricas exigem trabalho intensivo e, portanto, não podem ser implementadas para monitorar rotineiramente áreas extensas (Parent et al., 2006).

Verificando a importância da umidade no solo, vários métodos foram criados para a sua determinação, podendo as medidas ser diretas ou indiretas. Segundo Gevaed & Freitas (2006), a determinação da umidade do solo pode ser feita localmente por meio de métodos não destrutivos, métodos indiretos, que garantem um mínimo de perturbação no ambiente para que a medição não seja afetada pelo procedimento adotado, destacando-se, dentre outros, a sonda de nêutrons, que necessita de um tubo de acesso para realização das leituras. O tipo de tubo de acesso usado para introdução da sonda é um dos fatores que podem alterar a qualidade dos resultados obtidos, pois o tipo de material constituinte do tubo pode influenciar a contagem de nêutrons da sonda. Porém, Ferreira et al. (1998) compararam as leituras da sonda realizada com tubos de PVC e de alumínio e concluíram que os dois tipos apresentaram elevada correlação, e o que determinaria a escolha seria o fator econômico, já que tubos de alumínio possuem custo mais elevado.

O efeito da cobertura do solo sobre a dinâmica da umidade tem sido objeto de intensa investigação na agricultura, embora poucos experimentos de campo tenham concentrado na variabilidade da umidade do solo a longo prazo, sob vegetação natural. A não disponibilidade de medidas de umidade do solo a longo prazo, que se estende por dois ou mais anos sob diferentes tipos de cobertura natural, limita a compreensão dos impactos das alterações da cobertura do solo no ciclo hidrológico (Venkatesh et al., 2011).

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi investigar o comportamento do conteúdo da água no solo sob duas condições de superfície, caatinga e solo descoberto, na Bacia Representativa do Ipanema, localizada no semiárido pernambucano.

Material e Métodos

Os dados foram coletados na Bacia Representativa do Ipanema, no município de Pesqueira, PE (Figura 1). Essa bacia está localizada entre as coordenadas $8^{\circ} 34' 17''$ e $8^{\circ} 18' 11''$ de Latitude Sul e $37^{\circ} 1' 35''$ e $36^{\circ} 47' 20''$ de Longitude Oeste. Ao norte faz limite com a bacia do Rio Ipojuca e ao oeste com a bacia do Rio Moxotó (Silva et al., 2009).

O clima é semiárido muito quente tipo Estepo, segundo classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 607 mm, a temperatura média é de 23°C e a evapotranspiração potencial é de cerca de 2.000 mm por ano (Montenegro & Montenegro, 2006).

Para o estudo da umidade foram considerados dados de uma encosta da bacia. A área possui duas parcelas experimentais com 4,5 m de largura por 11 m de comprimento, delimitadas por alvenaria. Cada parcela representa uma condição de cobertura do solo: Cobertura Natural (CN) e Solo Descoberto (SD) (Figura 2).

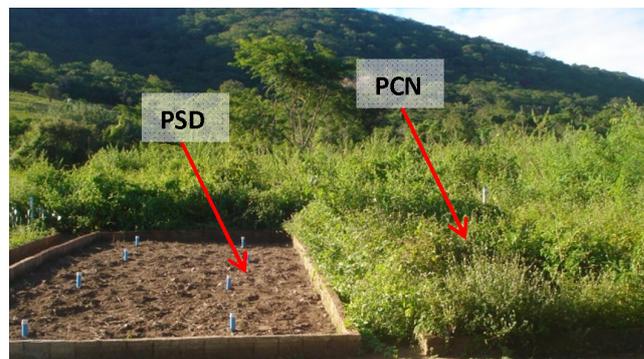
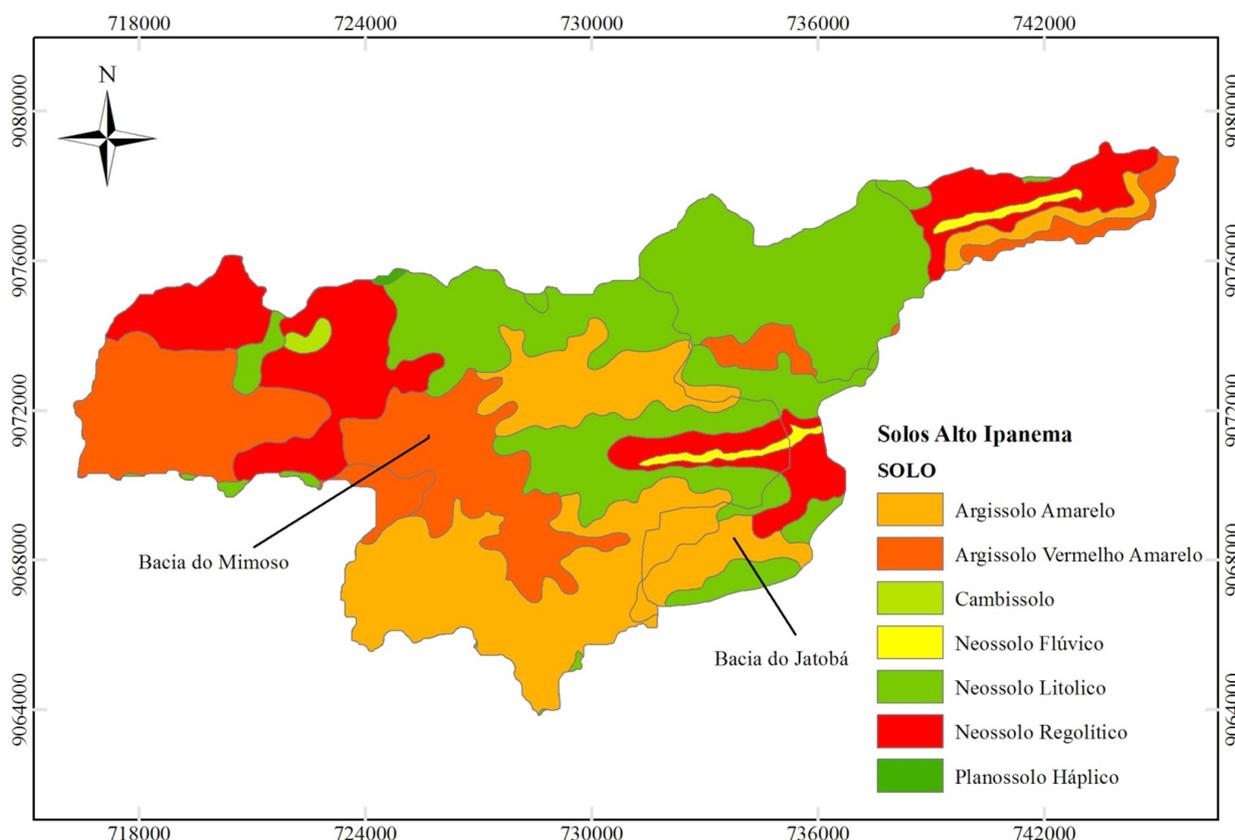


Figura 2. Parcelas experimentais com Solo Descoberto (PSD) e Cobertura Natural (PCN)

Para as leituras do conteúdo volumétrico de água, foram instalados oito tubos de acesso de PVC, em cada parcela, distanciados a cada 2 m. A profundidade de leitura foi de 0,20 m.

O monitoramento do conteúdo de água no solo foi realizado durante o período de junho de 2010 a dezembro de 2011, sendo as leituras realizadas quinzenalmente utilizando-se para isto, uma sonda de nêutrons, modelo CPM 530 DR.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, cujas características físicas se encontram na Tabela 1.



Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2000

Figura 1. Mapa de solos da Bacia Representativa do Alto Ipanema com delimitação das Bacias Experimentais do Jatobá e Mimoso e os tipos de solo presentes

Tabela 1. Características físicas do Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto

Camada (cm)	Horizonte	Areia	Argila	Silte	Dp	Ds
		(g kg ⁻¹)			(kg dm ⁻³)	
0 - 12	Ap	448,5	231,5	320,0	2,64	1,48
12 - 27	A1	441,9	264,8	293,3	2,72	1,51
27 - 46	A2	315,2	324,8	360,0	2,64	1,45
46 - 69	AB	288,5	338,1	373,3	2,67	1,68
69 - 86	Bt	15,2	691,5	293,3	2,66	1,88

Dp- densidade das partículas; Ds- densidade do solo

Resultados e Discussão

A Figura 3 apresenta o comportamento temporal da umidade do Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, na profundidade de 20 cm, no período de 01/06/2010 a 16/12/2010, para as duas condições de superfície: Cobertura Natural (CN) e Solo Descoberto (SD), e também as precipitações com antecedência às leituras da sonda de nêutrons, em sete e quinze dias.

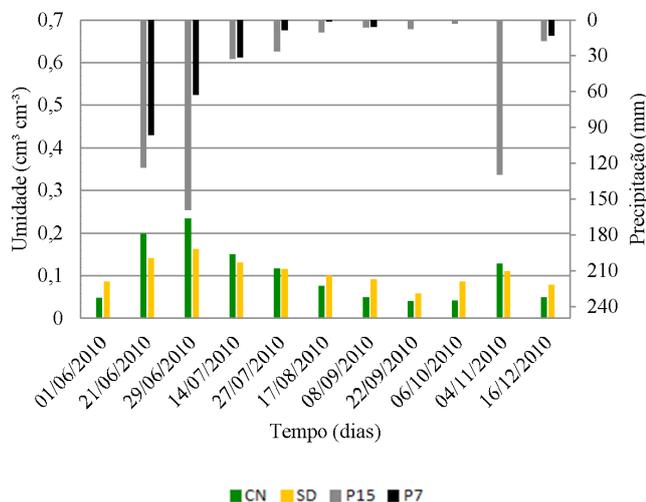


Figura 3. Distribuição temporal do conteúdo médio da água no solo Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto para a condição de Cobertura Natural (CN) e Solo Descoberto (SD) e precipitação antecedente (ocorrida 15 (P15) e 7 (P7) dias antes do monitoramento de umidade) para o período de junho a dezembro de 2010

Observando-se a Figura 3, percebe-se que no dia 01/06/2010 os valores da umidade do solo estavam abaixo do ponto de murcha permanente (0,098 cm³ cm⁻³) para as duas condições de superfície, porém a precipitação antecedente à leitura do dia 21/06 foi suficiente para elevar o valor da umidade do solo em ambos os casos. Nessa leitura a umidade para a condição CN era de 0,199 cm³ cm⁻³, valor este superior à umidade na capacidade de campo (0,15 cm³ cm⁻³), enquanto em SD apresentava valor de 0,141 cm³ cm⁻³. Mulumba & Lal (2008) observaram, investigando o efeito da aplicação de cobertura vegetal nas características físicas do solo, que a adição de resíduos vegetais ao solo aumentou a porosidade, a agregação e o teor de água ao nível da capacidade de campo.

A umidade para a condição SD apresentou-se inferior em 30,5% do valor da umidade do solo em CN, em resposta à precipitação antecedente da leitura do dia 29/06, de 63 mm.

Santos et al. (2011) verificaram, observando os dados de escoamento superficial ocorridos nas mesmas parcelas experimentais, que apenas a parcela de solo descoberto apresentava escoamento superficial, constatando que cerca de 70% da chuva que precipitou na parcela geraram escoamento superficial em função do selamento superficial.

Na condição de solo exposto a energia transmitida à superfície pelas partículas de água é ainda maior, ocasionando erosão do solo e selamento superficial, incrementando, conseqüentemente, o escoamento.

Logo após as precipitações diminuírem, a umidade do solo reduziu em ambos os tratamentos, até alcançar valores inferiores ao ponto de murcha permanente, nos quais o solo em CN apresentou valores inferiores ao SD em 24,5, 45,6, 30,3 e 51,5% para os dias 17/07, 08/09, 22/09 e 06/10, respectivamente. Este comportamento está relacionado à evapotranspiração que caracteriza a diminuição da umidade do solo em função do bioma da área estudada, caatinga. Gevaerde & Freitas (2006) também verificaram que a evapotranspiração possui importância destacada na condição de umidade uma vez que o perfil de raízes determina a retirada de umidade nas camadas do solo e controla o perfil de umidade, típico em cada bioma, relacionando também a estação climática. Santos (2010) também relaciona o menor valor de umidade para o solo com cobertura natural à maior evapotranspiração nesta condição de superfície, analisando a distribuição temporal do conteúdo da água na camada de 20 cm no Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, sob diferentes condições de superfície.

Com a precipitação de 129,86 mm as duas condições de cobertura de solo se apresentaram no intervalo ótimo de umidade, estando o SD com valor inferior em 13,7 %, apresentando diferença estatística segundo os dados da Tabela 2.

Santos et al. (2011) afirmam que as raízes das plantas da região do semiárido permanecem abaixo do ponto de murcha permanente teórico

durante pelo menos seis meses e apresentam recuperação do turgor logo após as primeiras chuvas.

Cessando as chuvas os solos apresentam valores abaixo do ponto de murcha permanente com valor inferior para o solo em CN devido ao efeito da evapotranspiração.

Outro fator determinante da umidade do solo está na composição granulométrica do solo. Para este caso percebe-se predominância da textura arenosa que tem a característica de não reter água em sua superfície apresentando maior tamanho das partículas em função das demais que compõem o solo.

Em seguida, são apresentadas, na Tabela 2, as médias do conteúdo da água no solo, comparadas à probabilidade de 0,05.

Tabela 2. Valores médios do conteúdo de água do Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, sob diferentes condições de superfície em diferentes períodos de monitoramento, para profundidade de 20 cm com precipitação antecedente (ocorrida 15 e 7 dias antes do monitoramento de umidade) nos meses de junho a dezembro com probabilidade de 0,05

Data	Umidade média (cm ³ cm ⁻³)		Precipitação antecedente (mm)	
	CN	SD	15 dias	7 dias
01/06/10	0,04849 b ⁽¹⁾	0,08614 a	-	-
21/06/10	0,19910 a	0,14105 b	123,7	96,4
29/06/10	0,23426 a	0,16269 b	159,4	63
14/07/10	0,15110 a	0,13191 a	32,78	31,256
27/07/10	0,11733 a	0,11541 a	26,296	8,418
17/08/10	0,07593 b	0,10056 a	10,602	1,5
08/09/10	0,05013 b	0,09225 a	6,169	5,908
22/09/10	0,04105 b	0,05898 a	7,678	0
06/10/10	0,04227 b	0,08719 a	3,194	0
04/11/10	0,12901 a	0,11128 b	129,864	0
16/12/10	0,05034 b	0,07928 a	17,5	13,1

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si a nível de probabilidade de 0,05, pelo teste de Tukey. CN – Cobertura Natural e SD – Solo Descoberto

A Figura 4 apresenta o comportamento temporal da umidade do Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, na profundidade de 20 cm, no período de 25/01/2011 a 21/12/2011 para as duas condições de superfície: Cobertura Natural e Solo Descoberto (SD). Também são apresentadas as precipitações com antecedência às leituras de sonda de nêutrons, em sete e quinze dias.

Observando os dados da Figura 4 percebe-se que a precipitação de 35,7 mm que antecedeu a leitura do dia 25/01 foi suficiente para manter o valor da umidade do solo, para as duas condições de superfície, superiores ao ponto de murcha permanente (0,098 cm³ cm⁻³). Porém, com a precipitação de 70,0 mm, ocorreu o decaimento dos valores da umidade no dia 05/02 em ambos

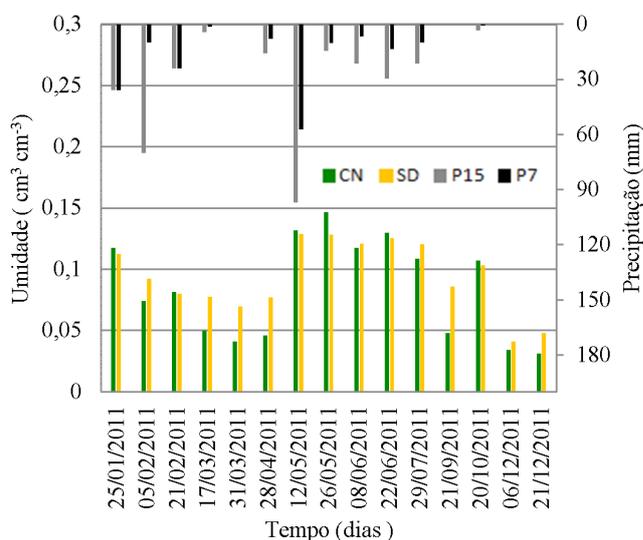


Figura 4. Distribuição temporal do conteúdo médio da água no solo Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, sob condições de Cobertura Natural (CN) e Solo Descoberto (SD) e precipitação antecedente (ocorrida 15 (P15) e 7 (P7) dias antes do monitoramento de umidade) para os meses do ano de 2011

os tratamentos, sendo o valor de CN inferior ao SD em 19,8%.

Nota-se que no dia 21/02 a precipitação de 23,74 mm compensou a perda de umidade do solo por evapotranspiração na condição de CN. Como visto na Tabela 3, os valores de umidade não diferiram ao nível de 5% de probabilidade. Valores baixos de umidade do solo também foram encontrados por Chen et al. (2007) em

Tabela 3. Valores médios do conteúdo de água do Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, sob diferentes condições de superfície em diferentes períodos de monitoramento, para profundidade de 20 cm, com precipitação antecedente (ocorrida 15 e 7 dias antes do monitoramento de umidade) para o ano de 2011, com probabilidade de 0,05

Data	Umidade média (cm ³ cm ⁻³)		Precipitação antecedente (mm)	
	CN	SD	15 dias	7 dias
25/01/11	0,11797 a ⁽¹⁾	0,11299 a	35,7	35,7
05/02/11	0,07435 b	0,09275 a	70	9,7
21/02/11	0,08175 a	0,08055 a	23,7	23,7
17/03/11	0,05032 b	0,07790 a	4,1	1,3
31/03/11	0,04136 b	0,07019 a	0	0
28/04/11	0,04641 b	0,07727 a	15,8	7,9
12/05/11	0,13194 a	0,12934 a	96,8	57,1
26/05/11	0,14698 a	0,12863 a	14,3	9,9
08/06/11	0,11776 a	0,12098 a	21,4	6,3
22/06/11	0,13027 a	0,12543 a	29,5	13,4
29/07/11	0,10903 a	0,12073 a	21,2	9,7
21/09/11	0,04849 b	0,08614 a	0	0
20/10/11	0,10739 a	0,10340 a	3,3	0,51
06/12/11	0,03457 a	0,04134 a	0	0
21/12/11	0,03138 b	0,04805 a	0	0

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. CN – Cobertura Natural e SD – Solo Descoberto

região semiárida da China, ao verificarem que em épocas sem chuva a perda de água no perfil do solo se dá tanto em superfície quanto em profundidade devido ao aumento da evapotranspiração.

A escassez de chuva relativa aos dias 17/03, 31/03 e 28/04 proporcionou uma diferença para a condição de CN em 35,4, 39,9 e 34,3%, respectivamente, comparada à condição SD. A perda de água no solo por evapotranspiração tem relevante influência nas diferenças de valores.

Santos et al. (2011) investigaram a variabilidade temporal do conteúdo superficial da água no solo, através da reflectometria no domínio do tempo (TDR) e verificaram que a cobertura morta se destacou como a prática conservacionista mais adequada para manutenção da umidade do solo, nas condições do estudo. Torres et al. (2006) investigaram o conteúdo de água no solo durante a colheita das culturas do milho e da soja e após a incorporação dos resíduos no solo; estes autores verificaram a importância na manutenção da cobertura vegetal sobre o solo uma vez que o conteúdo de água no solo apresentou diminuição de seus valores, durante a colheita e em seguida, com a incorporação dos resíduos, um aumento nos valores de umidade do solo, mesmo no período de baixa precipitação.

Já a precipitação de 96,8 mm elevou os valores de umidade de solo no dia 12/05 para as duas condições de superfície, e o SD passou a diferir em 2% se comparado ao solo sob CN. Entre os dias 12/05/2011 e 29/07/2011 os valores se mantiveram entre o intervalo ótimo de umidade e, de acordo com a Tabela 4, nenhum valor apresentou diferença estatística. Os meses de maio e julho estão dentro do período considerado chuvoso para esta região e é o que mantém os valores mais elevados da umidade. Rossato et al. (2004) também verificaram que na região do Nordeste do Brasil o percentual de água no solo varia de acordo com a estação chuvosa, em determinada sub-região.

Como não ocorreu precipitação antecedente à leitura do dia 21/09, os solos nas duas condições de tratamento apresentaram redução no valor da umidade; percebe-se, enfim, o efeito da evapotranspiração na condição CN cujo valor de umidade é 43,7% inferior ao verificado no SD.

No mês de outubro a precipitação foi de 31,7 mm e antecedente à leitura do dia 20/10, 3,3 mm. Esses fatores contribuíram para que a umidade se elevasse além do PMP em ambas as condições de superfície.

Já para o mês de dezembro quando não ocorreram chuvas, a umidade voltou a apresentar

valores inferiores ao ponto de murcha permanente e a evapotranspiração condicionou a diferença do solo em CN em relação aos dias 06/12 e 21/12 em -16,4% e -34,7%, respectivamente, quando comparada à condição SD.

Conclusões

1. Nos períodos sem chuva, para as duas condições de superfície, o solo apresenta valores abaixo do ponto de murcha permanente (0,098 cm³ cm⁻³).

2. A evapotranspiração favoreceu o decréscimo da umidade do solo na condição de cobertura natural no período de estiagem, tornando tais valores inferiores à umidade do solo na condição de solo descoberto.

3. A umidade do solo não é recuperada quando ocorrem as primeiras chuvas subsequentes ao período de estiagem rigoroso.

4. No período chuvoso a umidade do solo na condição de cobertura natural é superior à umidade na condição de solo descoberto avaliando os dados do ano de 2010 enquanto para o ano de 2011 a umidade do solo em quase todas as medidas, aparece superior na condição de cobertura natural.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FACEPE, CNPq e da FINEP

Literatura Citada

- Chen, L.; Huang, Z.; Gong, J.; Fu, B.; Huang, Y. The effect of land cover/vegetation on soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau, China. *Catena*, v.70, p.200-208, 2007.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2000. 252p. Boletim de Pesquisa, 11.
- Ferreira, E.; Resende, A. S. de; Balieiro, F.; Zotarelli, L.; Silva, L. A. da; Bacis, M.; Alfaro, M. A.; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S. Avaliação de diferentes tubos de acesso para medição da umidade do solo através do uso de sonda de nêutrons. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 12p. Série Documentos, 59.

- Gevaerd, R.; Freitas, S. Estimativa operacional da umidade do solo para iniciação de modelos de previsão numérica da atmosfera. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, p.1-15, 2006.
- Klein, V. A.; Reichert, J. M.; Reinert, D. J. Água disponível em um Latossolo Vermelho argiloso e murcha fisiológica de culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.646-650, 2006.
- Martorano, L. G, Bergamaschi, H., Dalmago, G. A, Faria, R. T., Mielniczuk, J. Comiran, F. Indicadores da condição hídrica do solo com soja em plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.397-405, 2008.
- Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. L. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.30-37, 2006.
- Mulumba, L. N., Lal, R. Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil & Tillage Research*, v.98, p.106-111, 2008.
- Oliveira, L. F. C.; Bonomo, R.; Cortês, F. C. Desenvolvimento matemático de uma equação para estimativa da capacidade de campo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.13, p.65-69, 2001.
- Parent, A. C.; Anctil, F.; Parent, L. E. Characterization of temporal variability in near-surface soil moisture at scales from 1 h to 2 weeks. *Journal of Hydrology*, v.325, p.56-66, 2006.
- Rossato, L.; Alvalá, R. C. S.; Tomasella, J. Variação espaço-temporal da umidade do solo no Brasil: Análise das condições médias para o período de 1971-1990. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, p.113-122, 2004.
- Santos, C. A.; Sobreira, F. G.; Coelho Neto, A.L. Com portamento hidrológico superficial e erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, Distrito de Ouro Preto - MG. *Revista Escola de Minas*, v.55, p.25-36, 2002.
- Santos, T. E. M. Dinâmica espacial e temporal da umidade do solo em bacia experimental do semiárido pernambucano. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2010. 83p. Tese Doutorado
- Santos, T. E. M.; Montenegro, A. A. A.; Silva, D. D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR), *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.670-679, 2011.
- Santos, T. E. M.; Montenegro, A. A. A.; Silva Junior, V. P.; Silva, J. J. N. Efeito do manejo do solo na contenção do escoamento superficial no Semi-Árido. In: *Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva*, 7. 2009. Caruaru, Anais... Caruaru: Associação Brasileira de Captação de Água de Chuva, 2009. CD-Rom
- Silva, T. P. N. S.; Santos, T. E. M.; Montenegro, A. A. A.; Gusmão, M. A. M.; Ponciano, I. M.; Galino, C. T. Índice de erosividade (EI₃₀) das chuvas para a bacia experimental do Riacho Mimoso, no semiárido pernambucano. In: *Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva*, 7, 2009, Caruaru. Anais... Caruaru: Associação Brasileira de Captação de Água de Chuva, 2009. CD-Rom.
- Tavares Filho, J.; Fonseca, I. C. B.; Ribson, A. A.; Barbosa, G. M. C. Efeito da escarificação na condutividade hidráulica saturada de um Latossolo Vermelho Amarelo sob plantio direto. *Ciência Rural*, v.36, p.996-999, 2006.
- Torres, J. L. R.; Fabian, A. J.; Pereira, M. G.; Andrioli, I. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto. *Revista Brasileira Agrociência*, v.12, p.107-113, 2006.
- Venkatesh, B.; Lakshman, N.; Purandara, B. K.; Reddy, V. B. Analysis of observed soil moisture patterns under different land covers in Western Ghats, India. *Journal of Hydrology*, v.397, p.281-294, 2011.

