

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

COMPORTAMENTO TEMPORAL DO CONTEÚDO DE ÁGUA DO SOLO SOB CAATINGA E EM SOLO DESCOBERTO NA BACIA EXPERIMENTAL DO JATOBÁ, PESQUEIRA-PE

Menezes, J.A.L.¹; Santos, T.E.M.²; Montenegro, A.A.A.³; Silva, J.R.L.⁴

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 Representativa do Alto Ipanema, localizada 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 que ocorreu variação da umidade do solo para as duas condições de superfície entre os períodos secos e chuvosos, a evapotranspiração favoreceu ao 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. Verifica-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, quando o solo apresenta umidade acima do valor da capacidade de campo ($0,15 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$).

Abstract– This study aimed to investigate the behavior of the soil water content under two surface conditions, scrub and bare soil in two experimental plots located in the Representative Basin Ipanema, located in Pesqueira, semiarid region of Pernambuco. Soil moisture data were collected from a neutron probe device. In the study of soil moisture it was noticed that there was variation in soil moisture for the two surface conditions between dry and rainy periods. Evapotranspiration favored the decrease of soil moisture on the natural cover condition in the dry season, reducing such values below the soil moisture in bare soil condition. Soil moisture is not recovered when the first rains occur subsequent to the period of severe drought. In the rainy season the soil moisture condition in the natural coverage appears higher than in the bare soil, when the soil moisture is above the field capacity ($0.15 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$).

Palavras-Chave – caatinga, sonda de nêutrons, umidade do solo.

¹ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Bahia (UFBA/ICADS), Rua Professor José Seabra, s/n, CEP 47.805-100. E-mail: tonilopes0203@hotmail.com;

² Professora Adjunta; Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710 - Centro - Cruz das Almas/BA - 44.380-000. E-mail: thaisemanuelle@hotmail.com;

³ Professor Adjunto, UFRPE/DTR, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 – Recife, PE. Fone: (81) 3320-6273. E-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br;

⁴ Bolsista CNPq-EXP-II, Departamento de Tecnologia Rural/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 – Recife, PE. Fone: (81) 3320-6264. E-mail: rlopes.s@gmail.com

1. 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 observa-se que nem toda a água que chega a superfície do solo infiltra, parte dela é ainda perdida por evaporação e escoamento superficial. Destaca-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, nessas regiões ocorrem os totais pluviométricos 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., 2007).

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

Outro fator que aumenta os riscos à erosão do solo, no semiárido pernambucano, são as práticas agrícolas de subsistência nas bacias hidrográficas rurais, associadas ao baixo nível tecnológico e aliado à pecuária extensiva (SILVA et al., 2010).

Segundo MARTORANO et al. (2008), a ausência ou a presença de vegetação, bem como as práticas agrícolas e a ação de agentes naturais, também são influentes nas propriedades hidrodinâmicas da água no solo. Relatam também que isso se deve pelas alterações físicas que ocorrem em função do manejo adotado, ocasionando aumento da macroporosidade do solo em relação à microporosidade.

Quando a água 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 umidade, drena rapidamente a água para as camadas inferiores mais secas.

No processo de evapotranspiração, existe um intervalo hídrico ótimo para o desenvolvimento da vegetação, esse valor se encontra entre o Ponto de Murcha Permanente (PMP) e a Capacidade de Campo (CC). KLEIN et al. (2006) afirmam que quando o solo se encontra na (CC), os macroporos estão livres e os microporos cheios e que o (PMP) é o teor de água no solo no qual as plantas experimentam perdas de turgescência das folhas e desta murcha não se recuperam quando colocadas em ambiente escuro e saturado.

Verificando a importância da umidade no solo, vários métodos foram criados para a determinação da mesma, podendo as mediadas serem diretas ou indiretas. Segundo GEVAED et al. (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 entre outros a sonda de nêutrons.

O efeito da cobertura do solo sobre a dinâmica da umidade tem sido objeto de intensa investigação da perspectiva agricultura/agronomia, embora poucos experimentos de campo concentraram-se 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 estenda 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 o de investigar o comportamento do conteúdo da água no solo sob duas condições de superfície, caatinga e solo descoberto na Bacia Representativa do Alto Ipanema localizada no semiárido pernambucano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização da área de estudo

Os dados foram coletados na Bacia Experimental do Jatobá, no município de Pesqueira –PE, inserida na Bacia do Ipanema (Figura 1). Essa bacia está localizada entre as coordenadas 8° 34' 17'' e 8° 18' 11'' de Latitude Sul, e 37° 1' 35'' e 36° 47' e

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).

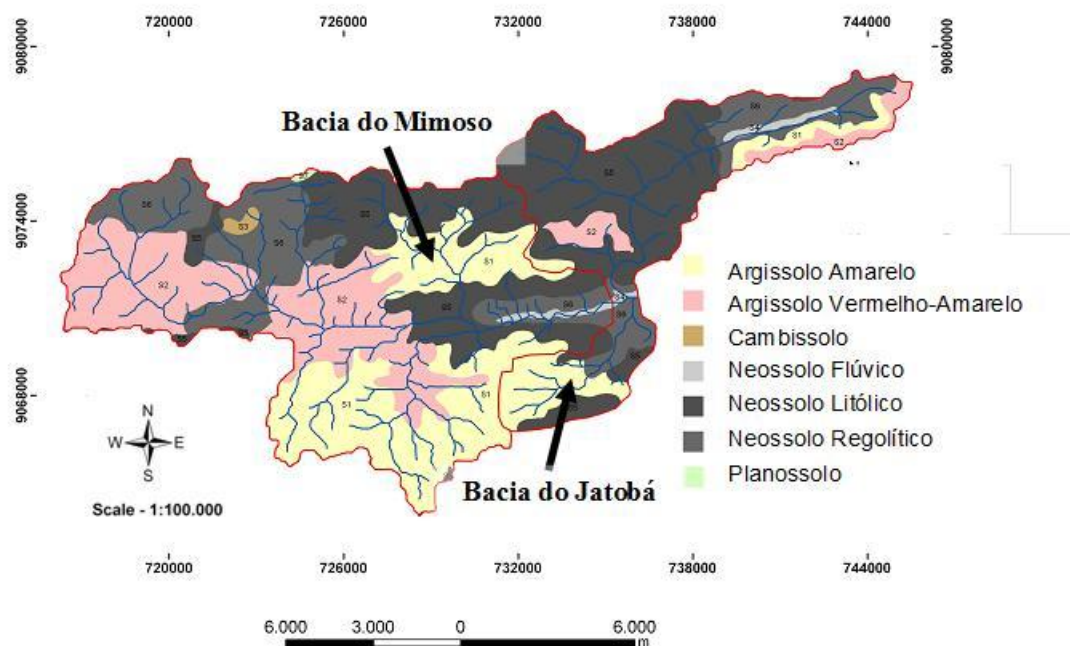


Figura 1. Mapa de solos da Bacia Representativa do Alto Ipanema, com delimitação das Bacias Experimentais do Jatobá e Mimoso, e os tipos de solos presentes (Fonte: Adaptada de EMBRAPA, 2000)

2.2. Características Climáticas da Região

O clima é semi-árido muito quente tipo Estepe, segundo 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).

2.3. Descrição do Experimento

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

Em cada parcela foram instalados oito tubos de acesso de PVC, distanciados de 2 m. A profundidade de análise do conteúdo de água no solo foi realizada a 0,20 m.



Figura 2: Parcelas experimentais com Solo Descoberto (SD) e Cobertura Natural (CN)

2.4. Análise dos dados de umidade do solo

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 para isso uma sonda de nêutrons, modelo CPM 530 DR (Figura 3).



Figura 3: Sonda de nêutrons utilizada na medição da umidade do solo

2.5. Caracterização Física do Solo

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, cujas características físicas encontram-se na Tabela 01.

Tabela 01: Características físicas do Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto

Camada (cm)	Horizonte	Areia	Argila (g Kg ⁻¹)	Silte	DP (Kg dm ⁻³)	Ds (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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 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 as leituras de sonda de nêutrons em sete e quinze dias.

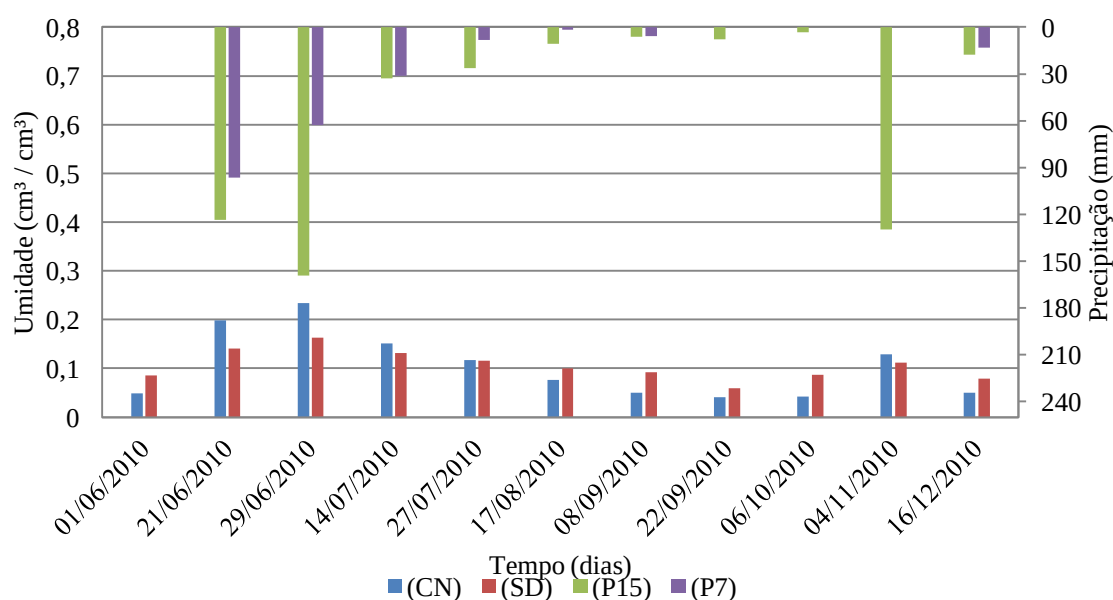


Figura 4. Distribuição temporal do conteúdo médio da água no solo Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, para a condição de Cobertura Natural (CN) e Solo

Descoberto (SD), e precipitação antecedente (ocorrida 15 e 7 dias antes do monitoramento de umidade) para o período de Junho a Dezembro de 2010.

Observando os valores da Figura 4, percebe-se que no dia 01/06, os valores da umidade do solo estão abaixo do ponto de murcha permanente ($0,098 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$) para as duas condições de superfície. Porém, a precipitação antecedente a 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 $0,199 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$, valor este superiora a umidade na capacidade de campo ($0,15 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$), enquanto que o (SD) apresentava valor de $0,141 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$.

A umidade para a condição (SD) apresenta-se inferior a 30,5 % do valor da umidade do solo em (CN) em resposta a precipitação antecedente da leitura do dia 29/06 de 63 mm. Na condição de solo exposto, a energia transmitida à superfície pelas partículas de água é ainda maior, ocasionam a erosão do solo e o selamento superficial, causando consequentemente o escoamento.

SANTOS (2011) observando os dados de escoamento superficial ocorridos nessas parcelas experimentais verificou que apenas na parcela de solo descoberto apresentava escoamento superficial, verificando que cerca de 70 % da chuva que precipitou na parcela gerou escoamento superficial, em função do selamento superficial.

Logo após diminuírem as precipitações, a umidade do solo decae para ambas as coberturas do solo até alcançarem valores inferiores ao ponto de murcha permanente, nos quais o solo em (CN) apresenta 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. Esse comportamento está relacionado à evapotranspiração, que caracteriza a diminuição da umidade do solo em função do bioma da área estudada, caatinga. GEVAERDE & FREITAS (2004) 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 a maior evapotranspiração nessa condição de superfície, analisando a distribuição temporal do conteúdo da água na camada de 20 cm no Argissolo Amarelo Eutrófico Abrúptico, sob diferentes condições de superfície.

Com a precipitação 129,86 mm, as duas condições de cobertura de solo, apresentam-se entre o intervalo ótimo de umidade, estando o (SD) com valor inferior em 13,7 %, apresentando diferença estatística segundo os dados da Tabela 1.

SANTOS (2011) afirma que as 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), observando o efeito da evapotranspiração.

Outro fator determinante da umidade do solo está na composição granulométrica do solo. Para esse caso percebe-se a predominância da areia, que tem a característica de não reter água em sua superfície e o tamanho das partículas que é maior em função das demais que compõe o solo.

Em seguida são apresentadas na tabela (3) as médias do conteúdo da água no solo comparadas na probabilidade de 5%.

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) nos meses de Junho a Dezembro, com probabilidade de 5%

Data	Umidade média (cm ³ /cm ³)		Precipitação Antecedente (mm)	
	CN	SD	15 dias	7 dias
01/06/2010	0.04849 b ⁽¹⁾	0.08614 a	-	-
21/06/2010	0.19910 a	0.14105 b	123,7	96,4
29/06/2010	0.23426 a	0.16269 b	159,4	63
14/07/2010	0.15110 a	0.13191 a	32,78	31,256
27/07/2010	0.11733 a	0.11541 a	26,296	8,418
17/08/2010	0.07593 b	0.10056 a	10,602	1,5

08/09/2010	0,05013 b	0,09225 a	6,169	5,908
22/09/2010	0.04105 b	0.05898 a	7,678	0
06/10/2010	0.04227 b	0.08719 a	3,194	0
04/11/2010	0.12901 a	0.11128 b	129,864	0
16/12/2010	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 ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey. CN – Cobertura Natural e (SD) – Solo Descoberto.

A Figura 5 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). E também as precipitações com antecedência às leituras de sonda de nêutrons em sete e quinze dias.

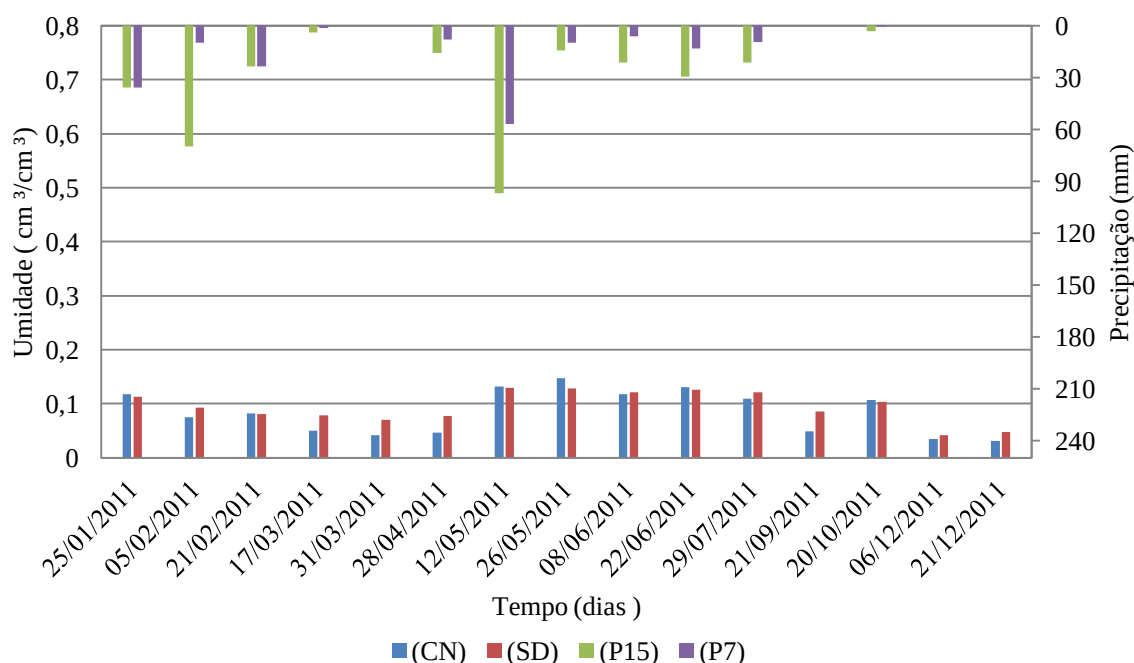


Figura 5 Distribuição temporal do conteúdo médio da água no solo Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, sob condições de Cobertura Natural (CN) e Solo Descoberto (SD), e precipitação antecedente (ocorrida 15 e 7 dias antes do monitoramento de umidade) para os meses do ano de 2011.

Observando os dados da Figura 5, 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 ($0,098 \text{ cm}^3 / \text{cm}^3$). Porém, com a precipitação de 70,0 mm ocorreu o decaimento dos valores da umidade no dia 05/02 em ambos 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 (4), os valores de umidade não diferiram na probabilidade de 5 %.

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 se comparado ao (SD). A perda de água no solo por evapotranspiração tem repercussão nas diferenças de valores.

SANTOS (2011) verificando as perdas de umidade de 33,3 % e 27,7 % para cobertura natural e solo descoberto, salienta a relevância da evapotranspiração na demanda hídrica da parcela com cobertura natural.

Já a precipitação de 96,8 mm, elevou os valores de umidade de solo no dia 12/05 para as duas condições de superfície, o (SD) passa a diferir em 2 % se comparado ao solo em (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. O período nessa região é caracterizado como chuvoso e é o que mantém os valores mais elevados da umidade. ROSSATO et al. (2004) também verificaram que na região do Nordeste, o percentual de água no solo varia de acordo com a estação chuvosa em determinada sub-região.

Como não ocorreu precipitação antecedente a leitura do dia 21/09, os solos nas duas condições de tratamento, apresentaram redução no valor da umidade e percebe-se o efeito da evapotranspiração na condição de (CN) que diferencia do (SD) em 43,7 %.

No mês de Outubro a precipitação foi de 31,752 mm e antecedente a leitura do dia 20/10, 3,302 mm, esses fatores contribuíram para que a umidade em ambas as condições de superfície elevassem além do ponto de murcha permanente.

Já para a condição do mês de Dezembro que 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 se comprado ao (SD).

Em seguida são apresentadas no quadro (4) as médias do conteúdo da água no solo comparadas na probabilidade de 5 %.

Tabela 4. 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 5 %

Data	Umidade média (cm ³ /cm ³)		Precipitação Antecedente (mm)	
	CN	SD	15 dias	7 dias
25/01/2011	0.11797 a ⁽¹⁾	0.11299 a	35,7	35,7
05/02/2011	0.07435 b	0.09275 a	69,99	9,712
21/02/2011	0.08175 a	0.08055 a	23,74	23,74
17/03/2011	0.05032 b	0.07790 a	4,094	1,3
31/03/2011	0.04136 b	0.07019 a	0	0
28/04/2011	0.04641 b	0.07727 a	15,8	7,9
12/05/2011	0.13194 a	0.12934 a	96,8	57,1
26/05/2011	0.14698 a	0.12863 a	14,32	9,956
08/06/2011	0.11776 a	0.12098 a	21,4	6,3
22/06/2011	0.13027 a	0.12543 a	29,5	13,4
29/07/2011	0.10903 a	0.12073 a	21,2	9,7
21/09/2011	0.04849 b	0.08614 a	0	0
20/10/2011	0.10739 a	0.10340 a	3,302	0,508
06/12/2011	0.03457 a	0.04134 a	0	0
21/12/2011	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 significância de 5%, pelo teste de Tukey. CN – Cobertura Natural e (SD) – Solo Descoberto.

4. CONCLUSÃO

Nos períodos sem chuva, o solo para as duas condições de superfície apresentam valores abaixo do ponto de murcha permanente ($0,098 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$).

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

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

No período chuvoso a umidade do solo na condição de cobertura natural aparece superior à umidade na condição de solo descoberto, avaliando os dados do ano de 2010.

No período chuvoso a umidade do solo em quase todas as medidas aparece superior na condição de cobertura natural, avaliando os dados do ano de 2011.

5. AGRADECIMENTOS

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

6. BIBLIOGRAFIA

EMBRAPA. (2000). *“Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco”*. Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD Rom.

FILHO, J. T.; FONSECA, I. C. B.; RIBSON, A. A.; BARBOSA, G. M. C. (2006). *“Efeito da escarificação na condutividade hidráulica saturada de um latossolo vermelho amarelo sob plantio direto”*. Ciência Rural, v. 36, n.3, p.996-999.

GEVAERD, R.; FREITAS, S. (2006). *“Estimativa operacional da umidade do solo para iniciação de modelos de previsão numérica da atmosfera”*, Revista brasileira de Meteorologia, v.21, n.3, p. 1-15.

KLEIN, V. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. (2006) “Água disponível em um Latossolo Vermelho argiloso e murcha fisiológica de culturas”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.646–650.

MARTORANO, L. G, BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A, FARIA, R. T., MIELNICZUK, J., COMIRAN, F. (2008). “Indicadores da Condição Hídrica do Solo com Soja em Plantio Direto e Preparo Convencional”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n.4, p. 397–405.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. (2006). “Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica se solos em planícies aluvial”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p. 30-37.

OLIVEIRA, L. F. C.; BONOMO, R.; CORTÊS, F.C. (2001). “Desenvolvimento matemático de uma equação para estimativa da capacidade de campo”. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.13, n.1, p.65-69.

ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C. S.; TOMASELLA, J. (2004). “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, n.2, p. 113-122.

SANTOS, C.A.; SOBREIRA, F.G.; COELHO NETO, A.L. (2002). “Comportamento hidrológico superficial e erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, Distrito de Ouro Preto – MG”. Revista Escola de Minas, v. 55, n.4, p. 25 – 36.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; JUNIOR, V. P. S.; SILVA, J. J. N. (2007). “Efeito do Manejo do Solo na Contenção do Escoamento Superficial no Semi – Árido”, 6º Simpósio de Captação e manejo de Água de Chuva.

SANTOS, T. E. M. (2010). “Dinâmica espacial e temporal umidade do solo em bacia experimental do semiárido pernambucano”. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 83 p.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, D. D. (2011). “Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se refletometria no domínio do tempo (TDR)”, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n. 7, p. 670 – 679.

SILVA, A. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; JUNIOR, V. P. S.; SANTOS, E. F. (2010). “*Caracterização Sedimentológica e da Umidade do Solo na Bacia Hidrográfica do Alto Ipanema – PE*”, X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX.

SILVA, T. P. N. S.; SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; GUSMÃO, M. A. M.; PONCIANO, I. M.; GALINO, C. T. (2009) “*Índice de Erosividade (EI30) das Chuvas para a Bacia Experimental do Riacho Mimoso, no Semi-Árido Pernambucano*”, 7º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água da Chuva – PE.

VENKATESH, B.; LAKSHMAN, N.; PURANDARA, B.K.; REDDY, V.B. (2011). “*Analysis of observed soil moisture patterns under different land covers in Western Ghats, India*”. Journal of Hydrology, v.397, p.281–294.