

# EFEITO DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE NA EROSÃO E UMIDADE DO SOLO

*Thais E. M. Santos<sup>1</sup>; Abelardo A. A. Montenegro<sup>2</sup>; Isaac M. Ponciano<sup>3</sup>; José R. L. da Silva<sup>4</sup>; Tatiana P. N. da Silva<sup>3</sup>; Matheus A. M. Gusmão<sup>3</sup>*

**RESUMO**--- A disponibilidade de água no solo às plantas é essencial no desenvolvimento das culturas em regiões que apresentam distribuição desuniforme das precipitações. O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito de diferentes condições de superfície do solo nas perdas de solo e água, bem como de se analisar o comportamento da umidade do solo nestes sistemas. O experimento foi instalado em região semi-árida, município de Pesqueira-PE. As perdas de solo e água, bem como o monitoramento de umidade foram realizados em 4 condições de cobertura vegetal: solo descoberto; solo cultivado com feijão consorciado com palma em nível; feijão cultivado morro abaixo e solo sob vegetação natural. Os resultados mostram a eficiência da inserção de prática conservacionista na redução das perdas de solo e água, de 33,16% e 33,5%, respectivamente, quando comparado com a condição de cultivo morro abaixo, mesmo em eventos de chuva de elevada erosividade. Ficou evidenciado também o efeito da prática conservacionista na manutenção da umidade no solo, apresentando uma perda de 8,69% da umidade, enquanto que o cultivo morro abaixo apresentou redução de 27% para o mesmo período analisado.

**ABSTRACT**--- The availability of soil water to plants is essential to crop development in regions that presents desuniform rainfall distribution. The aim of this work was to evaluate the effect of different conditions of soil surface in soil and water losses, as well as to analyze the behavior of soil moisture in these systems. The experiment was conducted in the semiarid region, town of Pesqueira-PE. The soil and water losses as well as the monitoring of humidity were carried out on 4 vegetation cover conditions: bare soil, soil cultivated with beans intercropped with cactus along contour lines; beans grown down the slope and soil under natural vegetation. The results have shown the efficiency of the integration of conservation practice in reducing soil and water, 33.16% and 33.5% respectively, when compared to the condition of crops down the slope, even in events of high rainfall erosivity. It has also been highlighted the effect of conservation practice in the maintenance of soil moisture, showing a loss of 8.69% of moisture while down slope systems showed a decrease of 27% during the same analyzed period.

**Palavras-chave:** manejo do solo, umidade, erosão hídrica

---

1) Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, Bolsista CT-Hidro/CNPq, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, e-mail: thaisemanuelle@hotmail.com

2) Professor Adjunto, UFRPE, DTR, Bairro Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900. e-mail: monte@hotmail.com.br

3) Aluno de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco. e-mail: isaacmattos@hotmail.com; tatyambiental@hotmail.com; matheusmgusmao@hotmail.com.

4) Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Bolsista CNPq, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, e-mail: rlopes.s@gmail.com.

# 1 - INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água no solo às plantas é essencial para o desenvolvimento das culturas em regiões que apresentam uma distribuição desuniforme das precipitações, sobretudo em regiões semi-áridas onde em determinados períodos do ano, a água se torna fator limitante. Associado ao uso adequado do recurso hídrico, a busca por manejos que viabilizem a produção ecologicamente correta e sustentável de alimentos tem sido uma constante preocupação dos vários segmentos da sociedade envolvidos com a pesquisa, ensino, extensão e produção (Souza *et al.*, 2008).

Na medida em que o manejo do solo, nas diversas atividades humanas, elimina a cobertura vegetal, sua superfície fica mais exposta à ação do impacto das gotas de chuva e da enxurrada. Desta forma, tanto o impacto das gotas de chuva quanto à enxurrada contribuem para modificar as condições físicas da superfície do solo, alterando a rugosidade superficial, a porosidade e a taxa de infiltração de água (Albuquerque *et al.*, 2002).

Este processo caracteriza a erosão do solo que é o desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela água e pelo vento; entre os fatores que influenciam na magnitude do processo erosivo, estão as chuvas, a infiltração, a topografia do terreno, a cobertura vegetal e a natureza do solo (Bertoni & Lombardi Neto, 2005).

Diversas são as técnicas disponíveis para se manejar o solo de forma viável econômica e ambientalmente, mas o uso de técnicas inadequadas pode proporcionar a inutilização permanente de áreas para a exploração agrícola (Cruz, 2006). Neste sentido, a utilização de plantas formando barreiras surge como alternativa para a manutenção da qualidade do solo, sendo capazes de reduzir a intensidade do processo erosivo podendo, inclusive, promover o restabelecimento de suas condições físicas e químicas.

Carvalho *et al.* (2008) avaliando o efeito da erosividade da chuva e dos padrões de precipitação associados a diferentes tipos de preparo e cobertura do solo na erosão hídrica de um Argissolo Vermelho-Amarelo, concluiu que o uso da Crotalária como cobertura do solo, reduziu em 67,2% e em 85,0% as perdas de água e solo, respectivamente, quando comparado com o cultivo do Milho morro abaixo.

Ante o exposto se desenvolveu este trabalho com o propósito de se avaliar o efeito de diferentes condições de superfície do solo nas perdas de solo e água, bem como de se analisar o comportamento da umidade do solo nestes sistemas.

## 2 - METODOLOGIA

### 2.1 - Área de estudo

O estudo foi realizado na Bacia Experimental do Jatobá, que possui área de 13,50 km<sup>2</sup>, localizada na Região Agreste do Estado de Pernambuco, exhibe clima semi-árido muito quente tipo Estepe, segundo Köeppen. A precipitação média anual na região é de 607 mm, a temperatura média é de 23°C e a evapotranspiração é de cerca de 2000 mm. A vegetação predominante é a caatinga hipoxerófila, cactáceas e bromeliáceas (Montenegro *et al.*, 2004).

### 2.2 – Parcelas experimentais

As perdas de solo e água foram obtidas a partir de quatro parcelas experimentais instaladas em uma encosta na Bacia Experimental. O solo no local do experimento é um Argissolo Amarelo Eutrófico abrupto, cujas características encontram-se na Tabela 01. As parcelas são delimitadas por alvenaria, com dimensões de 4,5 m de largura e 11 m de comprimento, e na suas extremidades inferiores foram instalados sistemas coletores de enxurrada, constituídos de uma calha conectada por uma tubulação de PVC a um primeiro tanque de alvenaria, localizado imediatamente abaixo da parcela. Este tanque, por sua vez, está conectado ao segundo tanque de alvenaria, através de uma tubulação de PVC pelo qual, o extravasamento do primeiro tanque entrará no segundo (Figura 1). Após cada chuva, amostras de enxurrada foram retiradas dos tanques coletores das parcelas para a determinação das perdas de solo, e o volume total de água deixando as parcelas.

Os tipos de cobertura presentes nas parcelas eram: solo descoberto, plantio de feijão morro abaixo, plantio de feijão consorciado com palma forrageira em nível formando barreiras e caatinga.

Tabela 1- Características físicas do Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abrupto.

Horizonte	Profundidade (cm)	% de Areia	% de Argila	% de Silte	% argila natural	Dp (g/cm <sup>3</sup> )	Ds (g/cm <sup>3</sup> )
Ap	0-12	44,85	23,15	32,00	11,20	2,64	1,48
A1	12-27	44,19	26,48	29,33	11,20	2,72	1,51
A2	27-46	31,52	32,48	36,00	15,20	2,64	1,45
AB	46-69	28,85	33,81	37,33	15,20	2,67	1,68
Bt	69-86	1,52	69,15	29,33	32,87	2,66	1,88



Figura 1- Detalhe das parcelas experimentais de erosão instaladas em campo.

### 2.3 - Procedimento de amostragem nas parcelas

O processo de amostragem, medição dos volumes e quantificação do solo e água de enxurrada, foi executado conforme metodologia proposta por Cogo (1978). A cada evento pluviométrico um volume de escoamento superficial foi registrado no conjunto de tanques localizado na seção inferior das parcelas. Essa solução encontrada nos tanques era homogeneizada com auxílio de um bastão, e em seguida, eram retiradas amostras de 900 ml de cada parcela (tratamento) para serem levadas ao Laboratório de Água e Solo da UFRPE. Em cada calha havia um pequeno orifício, conectado por um tubo de PVC a um tanque (de capacidade de 500 litros). Posteriormente, as misturas de água e sedimentos retidos em cada tanque foram homogeneizadas, sendo coletadas amostras individuais de 1,0 litro para cada evento pluviométrico. Estas amostras foram levadas para o laboratório, onde os potes foram secos em estufa a 65° C. A diferença entre o peso do pote e o peso do pote com os sedimentos e enxurrada foi utilizado para cálculo das perdas de solo e água.

### 2.4 - Erosividade

Utilizou-se para este estudo dados de um pluviógrafo automático, modelo TB4-L Rain Gauge da Campbell Scientific, com resolução de 0,254 mm e capacidade de acumulação de 0 à 700 mm de pluviosidade, no intervalo de uma hora. O aparelho é dotado de um datalogger, programado para registrar precipitação a cada 5 minutos durante o evento de chuva. O equipamento está localizado próximo às parcelas de erosão.

Os dados para os cálculos da erosividade foram de fevereiro a maio de 2009, considerando apenas as chuvas erosivas e levando-se em consideração apenas às chuvas individuais.

As alturas de chuvas foram divididas por sua duração e assim obteve-se a intensidade. Para determinação do índice de erosividade ( $EI_{30}$ ), fez-se necessária a multiplicação de dois parâmetros

específicos das precipitações erosivas: Energia cinética total da chuva (E), em MJ mm (ha h)<sup>-1</sup>, e intensidade máxima em 30 min (I<sub>30</sub>), em mm h<sup>-1</sup>. De acordo com Wischmeier & Smith (1978), conforme Foster *et al.* (1981), foi considerada a seguinte equação de cálculo da energia cinética por milímetro de chuva:

$$Ec = 0,119 + 0,0873 \log I \quad (1)$$

(quando  $I \leq 76$  mm/h, e se  $I > 76$  mm/h,  $Ec = 0,283$ )

onde:

Ec = Energia cinética em MJ/ha . mm

I = Intensidade da chuva em mm/h

A energia cinética por incremento de chuva foi então determinada como:

$$Eci = Ec.vol \quad (2)$$

em que:

Vol. = Quantidade de chuva do incremento (volume precipitado mm)

Eci = Energia cinética do incremento (MJ/ha)

A energia cinética total foi obtida pelo somatório da energia cinética de cada incremento:

$$Ect = \sum Eci \quad (3)$$

Logo o EI<sub>30</sub> foi calculado pela expressão:

$$EI_{30} = Ect.I_{30} \quad (4)$$

Cada chuva foi segmentada em intervalo de 5 minutos, e identificada a maior lâmina de chuva precipitada em intervalo contínuo de 30 minutos, com a qual se obteve a intensidade máxima de chuva observada nessa duração (I<sub>30</sub>). Desta forma, foi calculado para cada precipitação, o índice EI<sub>30</sub> em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

## 2.5 - Monitoramento da umidade do solo

Visando o estudo da umidade do solo em diferentes condições de superfície do solo, implantou-se oito tubos de PVC de 50 mm, em cada tratamento nas parcelas experimentais, onde a umidade está sendo avaliada nas profundidades de 20, 40 e 60 cm utilizando-se uma sonda de nêutrons, modelo CPN 503DR (Figura 2).

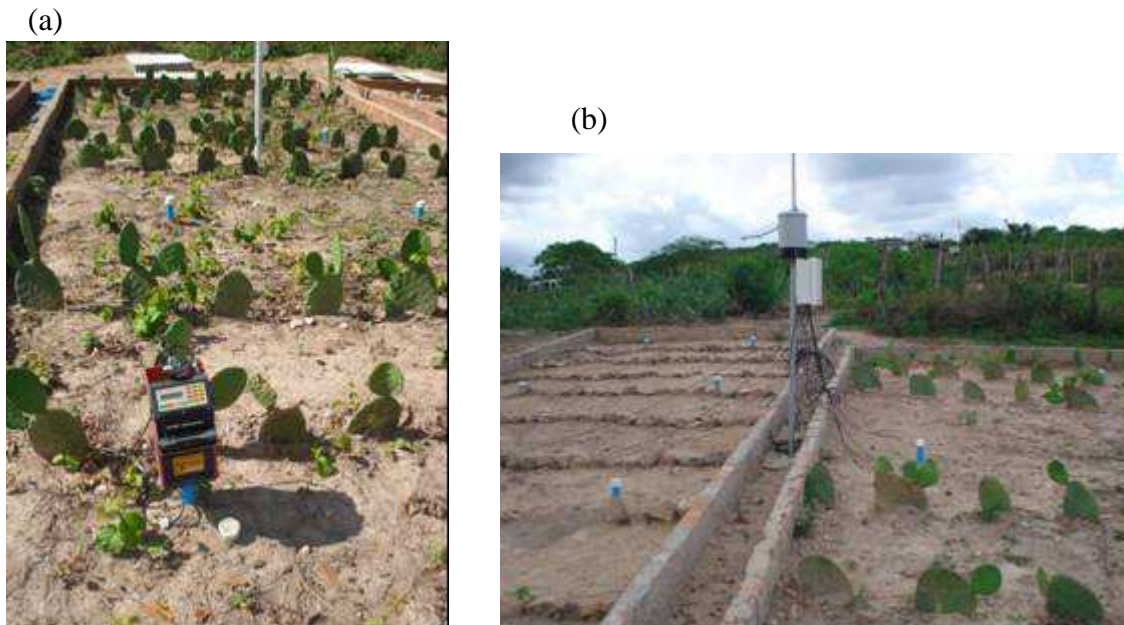


Figura 2. Sonda de nêutrons utilizada nas leituras de umidade (a) e pluviômetro automático instalado no local do experimento (b) para registro da precipitação.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta a distribuição temporal das chuvas ocorridas durante o período de observações, apresentando o mês de abril com o maior volume precipitado, em torno de 152,91 mm.

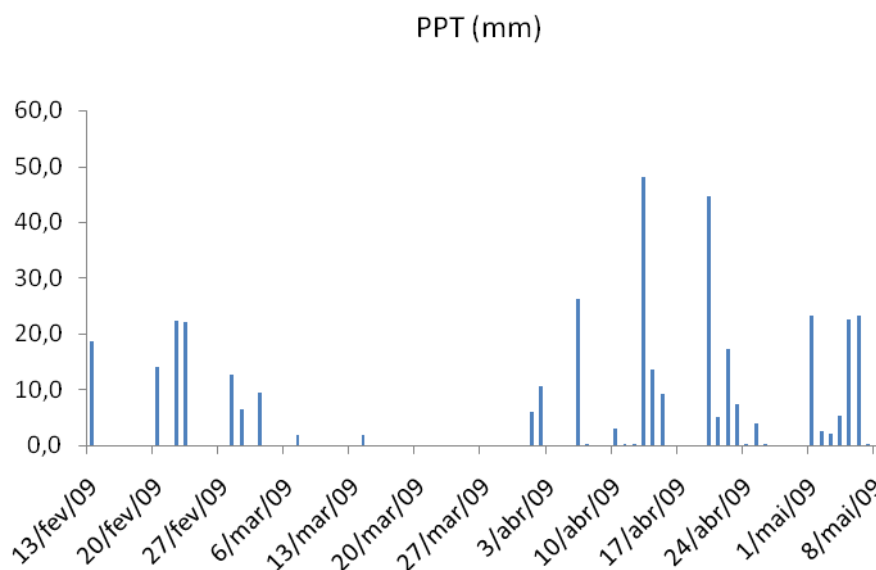


Figura 3- Distribuição temporal das precipitações pluviométricas na área experimental durante o período de observação.

Durante estes meses ocorreram 35 eventos chuvosos, destes, 12 foram classificados como erosivos, segundo a classificação de Carvalho *et al.* (2004). Nestes quatro meses de observação, o índice erosivo total de 1630,04 Mj.mm/ha/h, já supera o índice erosivo total anual encontrado na mesma bacia para o ano de 2005, cujo valor foi de 1617,68 Mj.mm/ha/h, segundo Santos *et al.* (2006). Observa-se na Tabela 02 o elevado potencial erosivo dos meses de fevereiro e abril de 2009.

Tabela 2- Valores médios mensais e anual da precipitação pluvial e índice de erosividade (EI<sub>30</sub>) para a Bacia do Jatobá, ano 2009.

Mês	Precipitação		EI <sub>30</sub> mensal	
	mm	%	(Mj.mm/ha.h)	%
JANEIRO	0,00	0,00	0,00	0,00
FEVEREIRO	85,34	31,61	426,64	26,17
MARÇO	9,14	3,39	23,81	1,46
ABRIL	152,91	56,63	1000,90	61,40
MAIO	22,61	8,37	178,69	10,96
Total anual	270,00	100	1630,04	100

A Figura 4 abaixo apresenta as distribuições percentuais dos dados de erosividade e precipitação para os anos de 2004, 2005 e 2009. Observa-se que a erosividade apresentou uma correlação positiva em relação à precipitação em todos os anos, fato também constatado por Moura *et al* (1987) para o município de Mossoró, por Margolis *et al.* (1985) para o município de Caruaru e Oliveira Júnior (1990) para Manaus. Verifica-se uma tendência de maior potencial erosivo das chuvas nos meses de Janeiro a Junho, enquanto que nos demais meses a erosividade das chuvas chega a zero, indicando que no primeiro semestre os riscos de erosão são maiores.



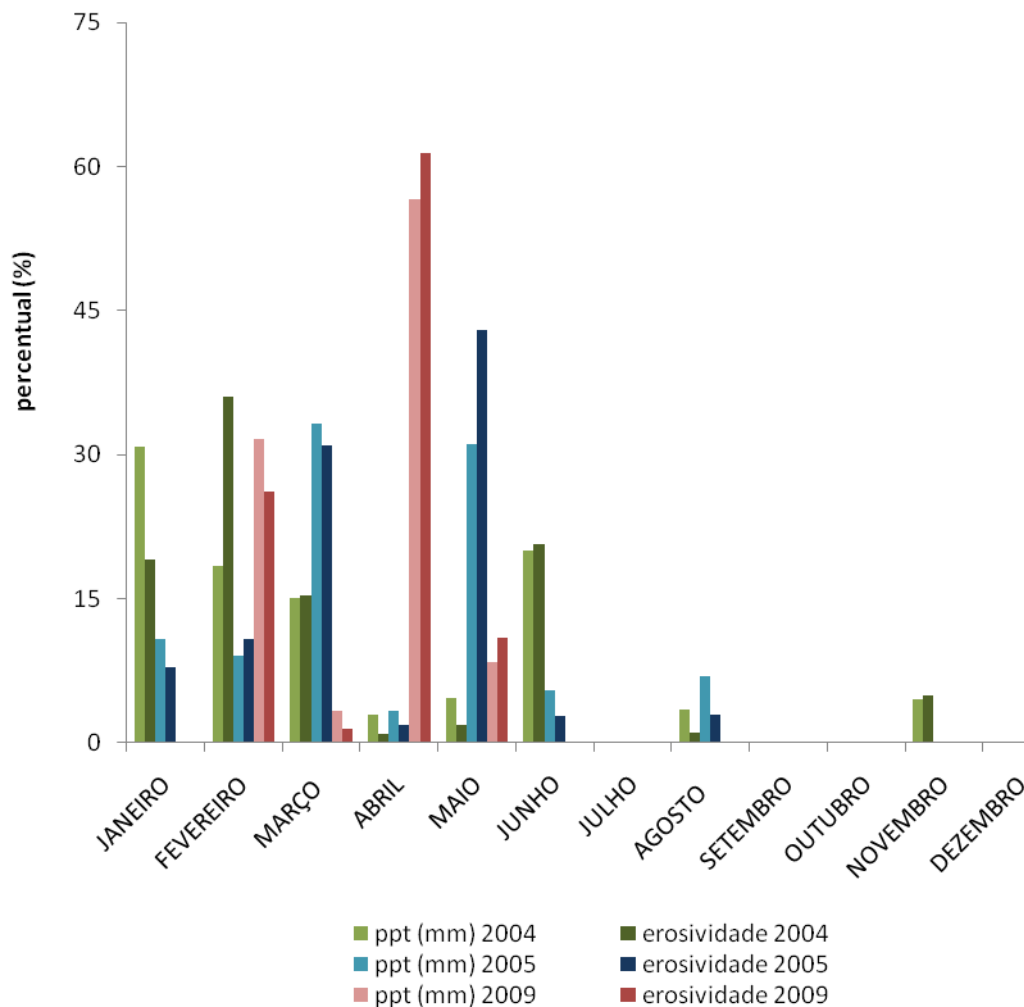


Figura 4- Distribuição percentual das precipitações e erosividades mensais, para a Bacia do Jatobá, nos anos de 2004, 2005 e 2009.

Correlacionando os dados do índice de erosividade, para os meses de 2004 e 2005, verifica-se que eles têm em comum o índice de erosividade zero nos meses de Julho, Setembro, Outubro e Dezembro e uma concentração do EI30 no primeiro semestre, coincidindo com a época de preparo do solo e plantio na região semi-árida de Pernambuco. O alto potencial erosivo das chuvas nessas épocas do ano, aliado ao fato do solo encontrar-se sem cobertura e desagregado, particularmente, quando o preparo convencional (arações e gradagens) é utilizado, pode contribuir significativamente para grandes perdas de solo e água. Nesse contexto, ressalta-se a necessidade da substituição do manejo adotado na região que é o cultivo morro abaixo, ainda amplamente empregado na região, pelo plantio com adoção de práticas conservacionistas, no qual age como eficiente cobertura e proteção do solo, diminuindo as perdas por erosão. Esse fato pode ser observado nas Figuras 5 e 6, onde se encontram as perdas de água e solo, respectivamente.

Neste sentido, mesmo no mês de abril, onde o índice de erosividade foi elevado, correspondendo a 61,4% do total dos meses em análise, verifica-se a eficiência da adoção da palma



forrageira, disposta em barreiras naturais para contenção do escoamento superficial, consorciada com feijoeiro cultivado em nível, quando comparada com os tratamentos solo descoberto e feijão cultivado morro abaixo. A redução das perdas de água e solo foram, respectivamente, de 33,16% e 33,5%, comparando-se o cultivo do feijoeiro consorciado com palma em nível com o cultivo morro abaixo do feijoeiro.

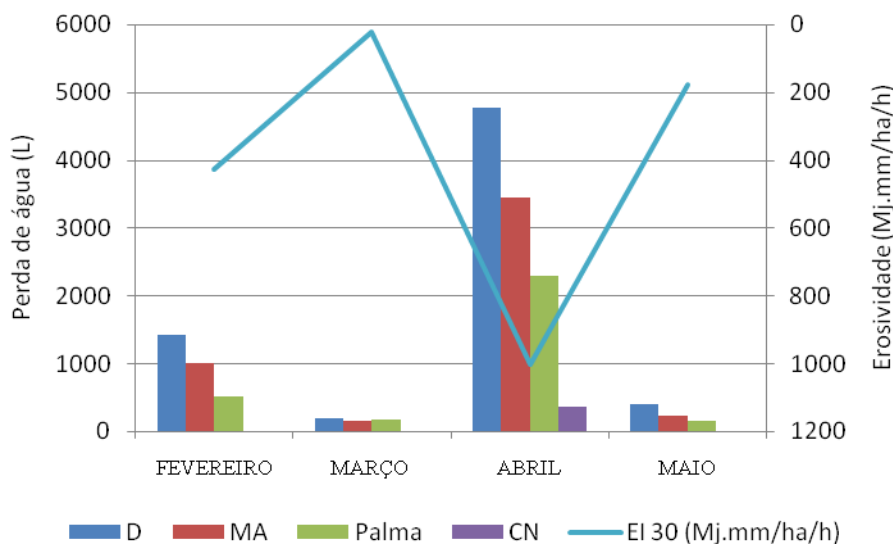


Figura 5- Perdas de água (L) nos diferentes tratamentos estudados e sua relação com o índice de erosividade mensal (Mj.mm/ha/h).

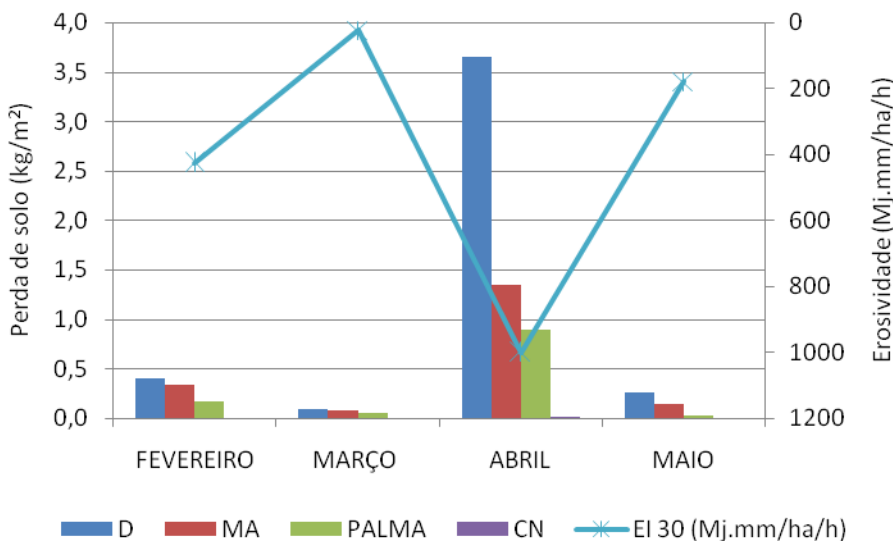


Figura 6- Perdas de solo ( $\text{kg/m}^2$ ) nos diferentes tratamentos estudados e sua relação com o índice de erosividade mensal (Mj.mm/ha/h).

Com relação ao monitoramento da umidade do solo durante estes meses, as Figuras 7 e 8 representam a variação da umidade do solo sob diferentes manejos do solo. Observa-se que ocorreu uma tendência de aumento da umidade com a profundidade do solo, no início do período de observações, e ao longo do tempo houve um aumento da umidade do solo na superfície, especialmente quando se observa o tratamento de cobertura natural, o que pode ser explicado pela presença de vegetação densa que permitiu uma maior infiltração da água nesta profundidade. Santos *et al.* (2009) avaliando o efeito da cobertura morta na umidade do solo encontraram valores significativamente mais altos, desta variável, nos tratamentos cobertura morta e cobertura natural, motivado pela menor evaporação do solo nu, decorrente da cobertura do solo por resíduos.

Observa-se ainda na Figura 7 que até o mês de março a condição de cobertura natural apresentou uma oscilação no teor de umidade do solo mais acentuada em relação aos demais tratamentos. Entre as datas de 03 e 17 de fevereiro, este tratamento teve uma perda de 27% da umidade, enquanto que este valor foi de 8,69%, para a condição de cultivo morro abaixo. Não houve perda de umidade para os tratamentos de solo descoberto e solo cultivado com palma. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que ocorreram poucos eventos chuvosos neste período, e a evapotranspiração foi mais acentuada neste período. A partir do mês de abril verifica-se uma maior ocorrência de precipitação pluviométrica (Figura 3), e assim verifica-se o papel da vegetação mais evidente na retenção da umidade do solo.

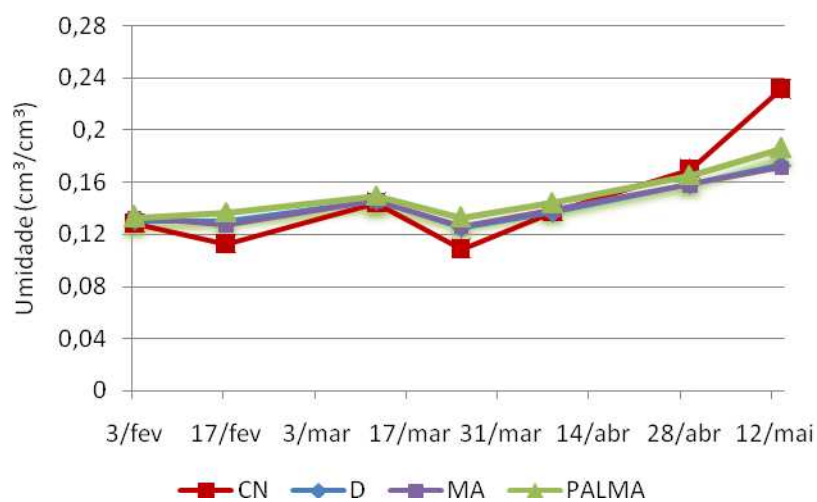


Figura 7- Variação da umidade do solo em função dos tratamentos, na profundidade de 20 cm.

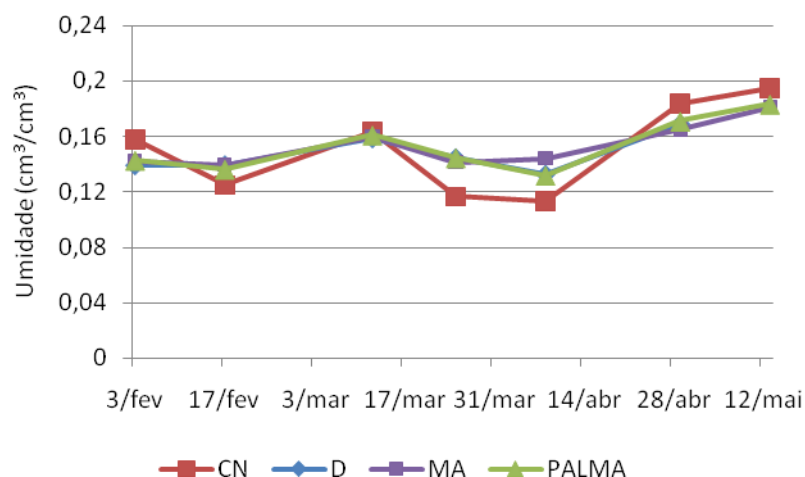


Figura 8- Variação da umidade do solo em função dos tratamentos, na profundidade de 40 cm.

#### 4 - CONCLUSÕES

Verificou-se uma tendência de um maior risco de erosão hídrica no primeiro semestre do ano, para a Bacia do Jatobá.

Os resultados mostraram a eficiência da inserção de prática conservacionista na redução das perdas de solo e água, de 33,16% e 33,5%, respectivamente, quando comparado com a condição de cultivo morro abaixo, mesmo em eventos de chuva de elevada erosividade.

Ficou evidenciado também o efeito da prática conservacionista na manutenção da umidade no solo, apresentando uma perda de 8,69% da umidade, enquanto que o cultivo morro abaixo apresentou redução de 27% para o mesmo período analisado.

#### AGRADECIMENTOS

Os Autores agradecem ao CNPq/ Ct-Hidro e FINEP/BEER pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE, pelo apoio financeiro e logístico.

#### BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, A. W.; LIBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J.R. (2002) “Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (6-1), pp.136-141.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.(2005). “Conservação do solo” São Paulo: Ícone, 355p.

CARVALHO, M.P.; FREDDI, O.S.; VERONESE, V.(2004) “Critérios de classificação de chuva individual erosiva para o Estado de São Paulo”. Maringá, (26-2), pp. 175-183.

- CRUZ, E. S. (2006). “*Influência do preparo do solo e de plantas de cobertura na erosão hídrica de um Argissolo Vermelho-Amarelo*”. Seropédica: UFRRJ, 58p. Dissertação Mestrado
- MARGOLIS, E.; SILVA, A.B. & JACQUES, F.O. (1985) “*Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE)*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, (9) pp.165-169.
- MOURA, A.R.B.; MEDEIROS, J.F. (1987)“*Determinação inicial da erosividade da chuva (Fator R) em 1985, em Mossoró (RN)*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, (11) pp.229-23.
- MONTENEGRO, A.A.A.; NASCIMENTO, J.; CORREA, M.M.; SILVA, V.P.; MOURA, R.F.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, S.M.G.L; SANTOS, T.E.M. (2004) “*Implantação e Monitoramento da Bacia Experimental do riacho Jatobá*”. In: Anais do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. São Luis, Anai.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; MEDINA, B.F. (1990) “*A erosividade das chuvas em Manaus (AM)*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, (14) pp.235-239.
- SANTOS, T.E.M.; SILVA, J.R.L.; ANDRADE, T.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; SILVA JÚNIOR, V.P.; SANTOS, E.S. (2006). “*Índice de erosividade ( $EI_{30}$ ) das chuvas para a bacia experimental do Jatobá, no semi-árido pernambucano*”. In: VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Gravatá, Gravatá, Out. 2006, CD Rom.
- SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; PEDROSA, M. E. (2009). “*Características Hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. (3-13) pp.217–225.
- SOUZA, A. P.; LIMA, M. E.; ANDRADE, I. P. S.; ROCHA, H. S.; CARVALHO, D. F.; GUERRA, J. G. M. (2008) “*Flutuação da Umidade do Solo sob Diferentes Resíduos Vegetais Usados como Cobertura Morta*” in Anais do XVII Congresso de manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais, Rio de Janeiro, Ago. 2008, CD-ROM.