

## EFICIÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL NA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA E SOLO NO MUNICÍPIO DE IGUATU

ANTONIO GEBSON PINHEIRO<sup>1</sup>; JÚLIO CESAR NEVES DOS SANTOS<sup>2</sup>; HELBA ARAÚJO DE QUEIROZ PALÁCIO<sup>3</sup>; JOSÉ RIBEIRO DE ARAÚJO NETO<sup>4</sup> E EUNICE MAIA DE ANDRADE<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Manuel de Medeiros, s/n, CEP:52171-90, Recife-PE. E-mail: [gebson10@hotmail.com](mailto:gebson10@hotmail.com);

<sup>2</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Uberlândia, Fazenda Sobradinho, s/n, CEP:38400-970, Uberlândia-MG. E-mail: [juliosantos@iftm.edu.br](mailto:juliosantos@iftm.edu.br);

<sup>3</sup>Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre km 05, s/n, CEP:63500-000, Iguatu-CE. E-mail: [helbaraujo23@yahoo.com.br](mailto:helbaraujo23@yahoo.com.br);

<sup>4</sup>Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre km 05, s/n, CEP:63500-000, Iguatu-CE. E-mail: [junioifcelabas@gmail.com](mailto:junioifcelabas@gmail.com);

<sup>5</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Avenida Minter Hull, s/n, CEP:60455-970, Fortaleza-CE. E-mail: [eandrade.ufc@gmail.com](mailto:eandrade.ufc@gmail.com).

### 1 RESUMO

O estudo sobre as mudanças da cobertura vegetal é de importância primária para o entendimento de possíveis alterações em processos hidrológicos. Objetivou-se avaliar a influência da retirada da cobertura vegetal nas perdas de água e solo para diferentes classes de chuvas: < 20 mm, 20 – 60 mm, 60 – 80 mm e > 80 mm. O estudo foi desenvolvido no município de Iguatu, Ceará. Foram monitoradas duas parcelas de erosão com diferentes manejos: solo exposto e com pastagem. O estudo ocorreu durante os anos de 2011 a 2014. O ano de 2011 caracterizou-se como o de maior volume pluviométrico (1.372 mm). Do total precipitado neste ano, 610 e 724 mm foram perdidos por escoamento superficial nas parcelas de pastagem e solo exposto, respectivamente; com perda de solo de 3.746 e 52.114 kg ha<sup>-1</sup>. Em 2013 ocorreu o menor somatório pluviométrico (630,8 mm), sendo perdidos por escoamento 85,8 e 313,4 mm e ocasionadas perdas de solo equivalentes a 82 e 12.820 kg ha<sup>-1</sup> para as parcelas de pastagem e solo exposto, respectivamente. Tais resultados evidenciam a importância da cobertura vegetal na redução das perdas de água e solo e a forte influência da concentração de chuvas da região nos processos hidrológicos.

**Palavras-chave:** escoamento superficial, classes de chuvas, solo exposto

**PINHEIRO, A. G.; SANTOS, J. C. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R.; ANDRADE, E. M**  
**EFFICIENCY OF VEGETABLE COVERAGE IN REDUCING WATER AND SOIL WASTE IN IGUATU MUNICIPALITY**

### 2 ABSTRACT

The study on the changes of vegetal cover is of primary importance for the understanding of possible alterations in hydrological processes. The objective of this study was to evaluate the

influence of vegetation cover removal on water and soil losses for different rainfall classes: < 20 mm, 20 - 60 mm, 60 - 80 mm and > 80 mm. The study was developed in the city of Iguatu, Ceará. Two erosion plots with different management were monitored: exposed soil and pasture. The study took place during the years 2011 to 2014. The year 2011 was characterized as the one with the highest rainfall volume (1,372 mm). Of the total rainfall during this year, 610 and 724 mm were lost by surface runoff in pasture and exposed soil plots, respectively; with soil loss of 3,746 and 52,114 kg ha<sup>-1</sup>. In 2013 the lower rainfall total occurred (630.8 mm), with waste due to runoff being 85.8 and 313.4 mm causing soil losses corresponding to 82 and 12,820 ha<sup>-1</sup> for pasture and exposed soil plots, respectively. These results highlight the importance of vegetation cover to reduce water and soil losses and the strong influence of rainfall concentration in the region on hydrological processes.

**Keywords:** runoff, rainfall classes, exposed soil

### 3 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o território brasileiro tem apresentado diferentes transformações no que diz respeito ao padrão espacial de uso e cobertura do solo. A década 1996-2006 caracterizou-se por apresentar aumento de 30% nas áreas de lavouras na Região Nordeste do Brasil, além da substituição das áreas de vegetação natural por lavouras e pastagens (IBGE, 2006).

O crescimento acelerado de lavouras no semiárido do Nordeste Brasileiro e a substituição das áreas de vegetação natural por lavouras e pastagens vêm ocasionar a degradação ambiental e alterar o comportamento hidrológico da região (RAMOS et al., 2014; ARAÚJO NETO et al., 2013). As ações antrópicas, tais como a eliminação da cobertura vegetal nativa e substituição por uma cobertura invasora, vêm promovendo degradação e produzindo consequências sobre os diferentes componentes ambientais. Tal ação pode ocasionar a perda parcial ou total do solo devido a fenômenos como a erosão hídrica (SCHICK et al., 2014) e causar o assoreamento e a eutrofização de cursos d'água, consequentemente danos ao produtor e a sociedade (CARDOSO et al., 2012; SANTOS; MONTENEGRO, 2012; BATISTA et al., 2014).

A movimentação de água no perfil do solo é determinada diretamente pelas características da textura e estrutura, pois determinam a quantidade e disposição dos poros (SANTOS; PEREIRA, 2013). O relevo e a presença de cobertura vegetal são características que influenciam diretamente nos processos de infiltração e escoamento da água, pois áreas inclinadas são propícias a maior escoamento e baixa taxa de infiltração, e a presença de cobertura vegetal é de importância primária no processo de percepção da precipitação, reduzindo o escoamento (SANTOS et al., 2017; KLEIN; KLEIN, 2014).

Montenegro et al. (2013) evidenciam que o escoamento, transporte de sedimentos e o armazenamento de água no solo são fenômenos complexos e envolvem vários processos independentes, como: umidade antecedente, frequência e intensidade de chuvas e a cobertura do solo.

Araújo Neto et al. (2013) verificaram que a remoção parcial ou total da vegetação influencia na disponibilidade hídrica, modificando o comportamento hidrológico. A cobertura vegetal proporciona uma barreira física dissipando o fluxo de água escoado e consequentemente aumenta o tempo de oportunidade de infiltração da água no solo, diminuindo a perda de solo

(SANTOS et al., 2016; LIMA et al., 2015; RODRIGUES et al., 2013; CARVALHO et al., 2012), e reduzindo o escoamento superficial (SANTOS et al., 2017).

Contudo, no semiárido brasileiro ainda são poucos os estudos voltados ao entendimento dos processos erosivos e sobretudo com alterações no uso do solo. Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito da cobertura do solo e das características das chuvas (classes e erosividade) nas perdas de água e solo no semiárido brasileiro.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Bacia Experimental de Iguatu (BEI), a qual está localizada na bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, no município de Iguatu, entre as coordenadas geográficas 6°23'36" a 6°23'57" S e 39°15'15" a 39°15'30" W, com altitude média de 217,8 m.

O clima da região é do tipo BS (Semiárido quente), de acordo com a classificação climática de Köppen. O Índice de Aridez elaborado por Thornthwaite é de 0,44, evidenciando-se como semiárido. A evapotranspiração potencial média é de 1.988 mm ano<sup>-1</sup>, a precipitação média histórica no município de Iguatu é de 864 ± 304 mm (média de 1932 a 2013). A distribuição temporal das chuvas apresenta uma concentração de 85% no período de janeiro-maio, dos quais cerca de 30% são registrados no mês de março.

O solo da área de estudo foi classificado como VERTISSOLO EBÂNICO Carbonático Típico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), através de trincheira escavada próximo as parcelas. O relevo é suave ondulado, os solos são relativamente profundos (2 a 3 m) com presença elevada de silte (38,7%) e argila (32,2%) nas camadas superficiais e subsuperficiais. Devido ao tipo de argila (2:1) presente, é comum o surgimento de fendilhamento no solo nas épocas secas do ano (baixa umidade) e expansão quando úmido.

Foram monitoradas duas parcelas de erosão: sendo uma com cobertura vegetal de capim (*Andropogon gayanus*, Kunt) (Figura 1A), pós desmatamento e queima da vegetação original de caatinga, e a outra mantida sem cobertura vegetal (Figura 1B), de forma a estudar os processos erosivos sem o efeito protetor da vegetação. O estudo foi desenvolvido durante os anos hidrológicos de 2011 a 2014, perfazendo 119 eventos erosivos.

**Figura 1.** Detalhes da vegetação nas parcelas experimentais: pastagem (*Andropogon gayanus*, Kunt) (A); e parcela de erosão sem cobertura vegetal (B)



As parcelas de erosão tinham 20 m<sup>2</sup> (2 x 10 m), com o comprimento maior obedecendo o sentido da declividade (5,6%), conforme a metodologia descrita por Santos et al. (2011). As parcelas foram contornadas com chapas de aço galvanizada de 0,30 m de largura, sendo enterradas 0,15 m no solo. A parte inferior da parcela foi conectada a um sistema coletor, constituído de 3 tanques com capacidade de 30, 100 e 200 L, respectivamente. O primeiro tanque é composto de um sistema de 7 janelas. Após o enchimento do primeiro tanque, 1/7 do escoamento superficial da parcela era canalizado para o segundo tanque, que uma vez cheio, o excedente era conduzido para o terceiro tanque. A lâmina escoada e as perdas de solo do evento foram calculadas em função do produto do volume total escoado por área e da concentração de sólidos totais nas amostras da água de escoamento.

Para mensuração do volume de água escoado superficialmente e das perdas de solo, após cada evento de chuva erosiva (que geraram escoamento superficial), no acumulado de 24 horas, foram quantificados os volumes de escoamento e coletado amostras de água e solo. Após prévia homogeneização da água e sedimento retidos no primeiro tanque coletor, foram extraídas amostras utilizando garrafas plásticas de 0,5 L de capacidade, devidamente identificadas.

As amostras de água coletadas após eventos geradores de escoamento superficial eram conduzidas ao Laboratório de Água, Solos e Tecido Vegetal do IFCE - Campus Iguatu, as análises de sólidos totais foram realizadas conforme a Metodologia Standard Methods (APHA, 1998).

Os dados pluviométricos foram obtidos em uma estação meteorológica automática instalada na área de estudo, que contém um pluviógrafo de báscula, com aquisição de dados a cada 5 minutos.

De posse dos dados de precipitação, foram calculadas as intensidades (I) de cada evento, em mm h<sup>-1</sup>, além da máxima intensidade em trinta minutos, I<sub>30máx</sub> (mm h<sup>-1</sup>). A energia cinética (EC) associada à chuva, em MJ ha<sup>-1</sup> foi obtida pela equação 1 proposta por Wischmeier e Smith (1958) modificada por Foster et al. (1981):

$$EC = 0,119 + 0,0873 \text{ Log } I \quad (1)$$

Em que:

EC - Energia cinética da chuva, em MJ ha<sup>-1</sup>,

I - Intensidade da chuva, em mm h<sup>-1</sup>.

Os valores obtidos através da equação (2) foram utilizados para o cálculo do índice de erosividade EI<sub>30</sub>, a partir da equação abaixo:

$$EI_{30} = EC \ I_{30 \text{ máx}} \ P \quad (2)$$

Em que:

EI<sub>30</sub> - índice de erosividade, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>;

I<sub>30máx</sub> - intensidade máxima média da chuva em 30 minutos, em mm h<sup>-1</sup>;

P - Altura pluviométrica total do evento, em mm.

As erosividades mensais e anuais (R) foram obtidas pelo somatório dos índices EI<sub>30</sub> dos eventos de chuvas individuais para cada período. Os resultados obtidos foram classificados de acordo com as classes propostas por Carvalho (2008), de acordo com a Tabela 1. Para investigar a resposta hidrológica em função da altura pluviométrica, os eventos foram divididos em quatro classes: < 20 mm, 20 – 60 mm, 60 – 80 mm e > 80 mm.

**Tabela 1.** Classe para interpretação do índice de erosividade anual

Erosividade (MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	Classe de erosividade
R ≤ 2.452	Erosividade fraca
2.452 < R ≤ 4.905	Erosividade moderada
4.905 < R ≤ 7.357	Erosividade moderada a forte
7.357 < R ≤ 9.810	Erosividade forte
R > 9810	Erosividade muito forte

Fonte: adaptada de Carvalho (2008)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência da cobertura vegetal em relação à geração de escoamento e perdas de solo, confirma-se no fato de que na parcela com solo descoberto foi registrado a ocorrência de escoamento superficial para todos os 119 eventos de precipitação pluviométrica (Tabela 2). Em contrapartida, na parcela com pastagem ocorreram 54 eventos de escoamento superficial, constatando uma redução de 54,6% no número de eventos que geraram escoamento superficial em relação a parcela com solo exposto. O impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo exposto acarreta o início da erosão hídrica podendo resultar em grandes perdas de solo, água e nutrientes, essências para o crescimento e desenvolvimento das plantas (CARDOSO et al., 2012) além de provocar aumento na eutrofização e assoreamento nos cursos d'água (BATISTA et al., 2014).

**Tabela 2.** Perda de água e solo em função dos eventos de precipitação na área do semiárido brasileiro nos anos de 2011 a 2014

Classe (mm)	Solo Exposto				Pastagem			
	Eventos	PPT (mm)	ESC (mm)	Perda de solo (kg ha <sup>-1</sup> )	Eventos	PPT (mm)	ESC (mm)	Perda de solo (kg ha <sup>-1</sup> )
<20	59	682	208	6.293	17	235	105	314
≥20 e <40	32	981	501	22.564	16	452	211	1.518
≥40 e <60	19	913	483	34.693	14	687	333	2.770
≥60	9	796	301	19.705	7	567	233	967
Total	119	3.372	1.493	83.256	54	1.942	883	5.568

A parcela com solo exposto apresentou uma lâmina escoada equivalente a 44,3% do total das chuvas com potencial erosivo (Tabela 2). Valores inferiores aos observados nesta pesquisa foram encontrados por Santos; Silva; Srinivasan (2007) analisando as perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. Os mesmos encontraram lâmina escoada para as parcelas desmatadas, variando entre 35% e 38% do total precipitado.

Os eventos pluviométricos de magnitude inferior a 20 mm foram responsáveis por 20,2% do total de 3.372 mm de chuvas erosivas na parcela com solo exposto (Tabela 2). A lâmina escoada foi equivalente a 13,9% do total de 59 eventos de chuvas erosivas na parcela com solo exposto. Na classe pluviométrica superior a 60 mm, observa-se menor número de eventos com geração de escoamento em relação às demais classes, computando-se 7,6% e 13% do total de eventos erosivos nas parcelas com solo exposto e com pastagem, respectivamente. A referida classe de chuva foi responsável por perdas de solo na ordem de 23,7% e 17,4% nas

parcelas com solo exposto e com pastagem, respectivamente. Estes resultados corroboram com a constatação de que os eventos pluviométricos com maior magnitude são responsáveis pelas maiores perdas de solo na Região Semiárida (SANTOS et al., 2016; SANTOS et al., 2011).

Em todas as classes de chuvas estudadas, a parcela com solo exposto apresentou maiores perdas de água e solo (Tabela 2), expressando o efeito positivo da cobertura vegetal na retenção dos processos erosivos no semiárido (SANTOS et al., 2016; LIMA et al., 2015; RODRIGUES et al., 2013; CARVALHO; BRUMATTI; DIAS, 2012). A parcela com solo exposto perdeu, em média, aproximadamente 17 vezes mais solo em relação à parcela com vegetação, demonstrando a vulnerabilidade do solo após a retirada da cobertura vegetal tornando-o mais susceptível às ações climáticas. A inexistência de cobertura vegetal facilita a desfragmentação das partículas do solo e o arraste por um eventual escoamento superficial após um evento pluviométrico de maior altura (OLIVEIRA et al., 2015).

Com relação à erosividade, foram computados valores extremos de 12.641 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para o ano de 2011, e 4.479 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para o ano de 2013. A erosividade média anual para a região de Iguatu foi de 8.002 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, durante o período estudado (Tabela 3). Este valor é classificado como erosividade forte, de acordo com Carvalho (2008), evidenciado pela Tabela 1, mas foram superiores às médias anuais encontradas por Schick et al. (2014) em Lages – SC (5.033 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), Santos e Montenegro (2012) no Agreste Central Pernambucano (2.779,8 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e Dias e Silva (2003) em Fortaleza - CE (6.774 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>).

**Tabela 3.** Valores anuais, mensais e médios mensais do índice de erosividade EI<sub>30</sub> (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) para a Bacia Experimental de Iguatu.

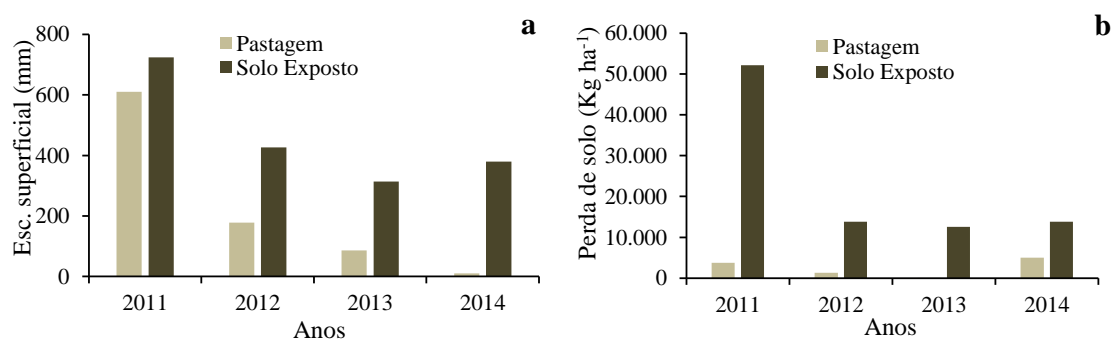
Meses	2011	2012	2013	2014	Média	DP	CV(%)	Máx	Mín
Jan	2.314	480	203	635	908	955	105	2.314	203
Fev	2.238	3.671	354	1.589	1.963	1.381	70	3.671	354
Mar	589	1.613	247	1.485	983	670	68	1.613	247
Abr	5.113	1.348	649	3.029	2.535	1.988	78	5.113	649
Mai	2.388	119	2.869	559	1.484	1.348	91	2.869	120
Jun	0	121	158	178	114	80	70	178	0
Jul	0	0	0	42	10	21	200	42	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	18	5	9	200	18	0
Out	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	12.641	7.352	4.479	7.536	8.002	3.395	42	12.641	4.479

Em contrapartida, a erosividade média anual encontrada neste trabalho de 8.002 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> foi inferior aos outros valores encontrados por Machado et al. (2014) no Pantanal – MS (10.440 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), Albuquerque (2013) na Bacia Hidrográfica do rio Apeú – PA (22.001,3 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e Oliveira et al. (2012) estudando a erosividade média do Mato Grosso do Sul (9.318 ± 870 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). A grande variabilidade espacial do fator erosividade no Brasil é natural, decorrente das diferentes variações climáticas entre as diversas regiões do País, indicando grande variabilidade no risco de erosão hídrica.

Constatou-se uma elevada variação na erosividade mensal, sendo o maior potencial erosivo médio mensal apresentado no mês de abril (Tabela 3). Estes resultados corroboram com os encontrados por Santos e Montenegro (2012), no Agreste Central de Pernambuco, onde constataram maior potencial erosivo nos primeiros meses do ano. Esta concentração da maior erosividade é decorrente do regime hidrológico onde as chuvas se concentram nos primeiros meses do ano, com a total ausência ou pouquíssimas precipitações entre os meses de julho e dezembro (Tabela 3).

De acordo com os resultados, constata-se que em todos os anos avaliados houve maiores perdas de água e solo na parcela sem cobertura vegetal (Figura 2), evidenciando a importância da cobertura vegetal. A ação da cobertura do solo por resíduos culturais é extremamente importante no controle da erosão hídrica, dissipando a energia cinética decorrente do impacto das gotas de chuva (RAMOS et al., 2014).

**Figura 2.** Escoamento superficial (a) e perda de solo (b), em parcelas com cobertura vegetal de pastagem e sem cobertura vegetal



As maiores perdas de solo foram registradas na parcela com solo descoberto no ano de 2011, computando-se 52.114,0 kg ha<sup>-1</sup>, aproximadamente 3,9 vezes maior em relação às perdas de solo dos demais anos avaliados. Oliveira et al. (2008), avaliando a tolerância de perda de solo por erosão para o estado da Paraíba, encontraram valor máximo médio de tolerância equivalente a 10.640,0 kg ha<sup>-1</sup>. Fato que pode ser explicado pela exposição do solo à energia cinética do impacto causado pelas gotas das chuvas, desfragmentando as partículas do solo e consequentemente sofrendo o arraste pelo fluxo de massa.

## 6 CONCLUSÕES

- 1 A cobertura de pastagem ocasionou menores perdas da água e solo em relação a solos expostos.
- 2 Eventos pluviométricos com magnitudes inferiores a 20 mm são os mais recorrentes, mas possuem baixo potencial na geração de perdas de água e solo.
- 3 A classe pluviométrica entre 40 e 60 mm não foi a mais frequente, mas gerou as maiores perdas do solo.
- 4 A erosividade média anual foi de 8.002,3 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, classificada como forte.

## 7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. **Erosividade das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Apeú, região nordeste do Estado do Pará**. 2013. 70 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington: American Public Health Association, 1998. 1220 p.

ARAÚJO NETO, J. R.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; SANTOS, J. C. N.; LOBATO, F. A. O. Análise comparativa do escoamento superficial de microbacias experimentais em clima semiárido tropical. **Water Resources and Irrigation Management**, Campina Grande, v. 2, p. 111-120, 2013.

BATISTA, A. A.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; IZIDIO, N. S. C.; LOPES, E. B. Sazonalidade e variação espacial o índice de estado trófico do açude Orós, Ceará, Brasil. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 1, p. 39-48, 2014.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J.; FREITAS, D. A. F.; AVANZI, J. C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 6, p. 632-638, 2012.

CARVALHO, A. P. V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 148-156, 2012.

CARVALHO, D. F.; SOUZA, W. J.; PINTO, M. F.; OLIVEIRA, J. R.; GUERRA, J. G. M. Perdas de água e solo sob diferentes padrões de chuva simulada e condições de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 708-717, 2012.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno - 1a. Aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 335-345, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

FOSTER, G. R.; McCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 36, n. 6, p. 355-9, 1981.

IBGE. Censo agropecuário – 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. 775 p. Disponível em:



<[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf)>. Acesso em: 7/dez, 2016.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manjo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 15, p. 3915-3925, 2014.

LIMA, C. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, T. E. M.; ANDRADE, E. M.; MONTEIRO, A. L. N. Práticas agrícolas no cultivo da mandioca e suas relações com o escoamento superficial, perdas de solo e água. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 697-706, 2015.

MACHADO, D. O.; ALVES SOBRINHO, T. A.; RIBEIRO, A. S.; IDE, C. N.; OLIVEIRA, P. T. S. Erosividade da chuva para o bioma Pantanal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 195-202, 2014.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; LIMA, J. L. M. P.; SINHGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. **Catena**, Amsterdam, v. 109, p. 139-149, 2013.

OLIVEIRA, F. P.; SANTOS, D.; SILVA, I. F.; SILVA, M. L. N. Tolerância de perda de solo por Erosão para o estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 8, n. 2, p. 60-72, 2008.

OLIVEIRA, J. G. R.; BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; TORRES, E. C. Perda de Solo e Água e Riscos Ambientais de Concentração de Nutrientes no Escoamento Superficial em Solo Cultivado no Sistema de Plantio Direto e Submetido a Adubações Orgânicas e Mineral. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 1, p. 93-112, 2015.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; CARVALHO, D. F.; PANACHUKI, E. Spatial variability of the rainfall erosive potential in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, p. 69-79, 2012.

RAMOS, J. C.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; MARIOTI, J.; WERNER, R. S. Influência das condições de superfície e do cultivo do solo na erosão hídrica em um cambissolo húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 1587-1600, 2014.

RODRIGUES, O. R.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; MENDONÇA, L. A. R.; SANTOS, J. C. N. Sediment loss in semiarid small watershed due to the land use. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, p. 488-498, 2013.

SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no Semiárido da Paraíba. **Revista Okara: Geografia em Debate**, João Pessoa, v. 1, p. 1-152, 2007.

SANTOS, J. C. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; ARAÚJO NETO, J. R. Runoff and soil and nutrient losses in semiarid uncultivated fields. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, p. 813-820, 2011.

SANTOS, J. N. S.; ANDRADE, E. M.; GUERREIRO, M. J. S.; MEDEIROS, P. H. A.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R. Effect of dry spells and soil cracking on runoff generation in a semiarid micro watershed under land use change. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 541, p. 1057-1066, 2016.

SANTOS, J. N. S.; ANDRADE, E. M.; MEDEIROS, P. H. A.; ARAÚJO NETO, J. R.; PALÁCIO, H. A. Q.; RODRIGUES, R. N. Determinação do fator de cobertura e dos coeficientes da MUSLE em microbacias no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1157-1164, 2014.

SANTOS, J. N. S.; ANDRADE, E. M.; MEDEIROS, P. H. A.; GUERREIRO, M. J. S.; PALÁCIO, H. A. Q. Effect of Rainfall Characteristics on Runoff and Water Erosion for Different Land Uses in a Tropical Semiarid Region. **Water Resources Management**, Atenas, v. 31, p. 173-185, 2017.

SANTOS, J. N.; PEREIRA, E. D. Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na sub-bacia do rio Maracanã-MA. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 20, p. 63-71, 2013.

SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 871-880, 2012.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; COGO, N. P.; GONZÁLEZ, A. P. Erosividade das chuvas de Lages, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 1890-1905, 2014.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transaction American Geophysical Union**, Washington, v. 39, n. 52, p. 285-91, 1958.