



## **Erosão Hídrica em Neossolos de Referência no Estado de Alagoas sob Diferentes Taxas de Cobertura Morta**

Caio Silva Fonseca<sup>1</sup>, Ilâne Benício dos Santos<sup>2</sup>, Julio Cesar Silva Cavalcante<sup>3</sup>, Julio César Calixto Costa<sup>4</sup>,  
André Luiz Pereira Barbosa<sup>5</sup>, Cícero Gomes dos Santos<sup>6</sup>

1. Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca, e-mail: [engenheiroagronomocaio@gmail.com](mailto:engenheiroagronomocaio@gmail.com), 2. Universidade Federal de Alagoas - Campus Arapiraca, e-mail: [ilainebenicio@gmail.com](mailto:ilainebenicio@gmail.com), 3. Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca, e-mail: [juliocesar.cavalcante2011@hotmail.com](mailto:juliocesar.cavalcante2011@hotmail.com), 4. Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, e-mail: [julio.calixto@ufrpe.br](mailto:julio.calixto@ufrpe.br), 5. Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca, e-mail: [andreluiz.agronomia@gmail.com](mailto:andreluiz.agronomia@gmail.com), 6. Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca, e-mail: [cgomes@arapiraca.ufal.br](mailto:cgomes@arapiraca.ufal.br)

**RESUMO** - A erosão em entressulcos é a fase inicial do processo erosivo, resultante do impacto das gotas de chuva, que promovem a desagregação e transporte das partículas do solo por fluxo laminar, removendo a camada superficial rica em nutrientes essenciais às culturas. Os Neossolos, pouco desenvolvidos e compostos por materiais minerais ou orgânicos pouco espessos, são amplamente distribuídos no semiárido de Alagoas. Dentre suas subclasses, os Neossolos Regolíticos apresentam textura predominantemente arenosa a média, além de cores claras ou esbranquiçadas. Este estudo avalia as condições hidráulicas, a desagregação do solo e a resistência ao escoamento na erosão em entressulcos de Neossolos Regolíticos de referência no Estado Alagoas, considerando a presença de resíduos vegetais. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Solos do Curso de Agronomia da UFAL - Campus Arapiraca, utilizando chuva simulada. As amostras foram coletadas em condições naturais (0-20 cm de profundidade), peneiradas e secas à sombra antes da análise no Laboratório de Física do Solo. O simulador de chuva foi baseado no modelo de Meyer e Harmon (1979) e equipado com bico aspersor Veejet 80-150, gerando energia cinética próxima à das chuvas naturais. Os resultados indicam que a maioria dos tratamentos apresentaram números de Reynolds (Re) de 500 e de Froude (Fr) >1, caracterizando um regime de transição/subcrítico. A adição de palha (0,20 e 0,30 kg m<sup>2</sup>) influenciou a taxa de desagregação do solo, com amostras coletadas em três localidades de Alagoas, conforme referenciado pela Embrapa (2013).

**Palavras-chave:** Escoamento superficial, Característica hidráulicas, Solos de Alagoas.

**ABSTRACT** - Interrill erosion is the initial phase of the erosion process, resulting from the impact of raindrops, which promote the disintegration and transport of soil particles by laminar flow, removing the surface layer rich in nutrients essential to crops. Neosols, poorly developed



and composed of thin mineral or organic materials, are widely distributed in the semi-arid region of Alagoas. Among its subclasses, Regolithic Neosols have a predominantly sandy to medium texture, in addition to light or whitish colors. This study evaluates the hydraulic conditions, soil disintegration and resistance to runoff in erosion in interrulces of reference Regolithic Neosols in the State of Alagoas, considering the presence of plant residues. The research was conducted in the Soil Laboratory of the Agronomy Course at UFAL - Campus Arapiraca, using simulated rain. The samples were collected under natural conditions (0-20 cm deep), sieved and dried in the shade before analysis in the Soil Physics Laboratory. The rain simulator was based on the model by Meyer and Harmon (1979) and equipped with a Veejet 80-150 sprinkler nozzle, generating kinetic energy close to that of natural rain. The results indicate that most treatments presented Reynolds numbers (Re) of 500 and Froude numbers (Fr)  $>1$ , characterizing a transition/subcritical regime. The addition of straw (0.20 and 0.30 kg m<sup>2</sup>) influenced the soil disintegration rate, with samples collected in three locations in Alagoas, as referenced by Embrapa (2013).

**Keywords:** Surface runoff, Hydraulic characteristics, Soils of Alagoas.

## INTRODUÇÃO

A erosão é um processo físico que consiste na degradação, transporte do solo, pela água ou pelo vento. A forma de erosão produzida pela ação da água consiste em uma das formas mais prejudiciais de degradação do solo, uma vez que reduz a capacidade produtiva (Bezerra; Cantalice, 2006). Esta forma de erosão consiste em três momentos, iniciando com o processo de desagregação, transporte e a deposição de partículas de solo pela ação das gotas de chuva e pelo escoamento superficial (Cassol, 2003).

O desprendimento das partículas do solo é definido como a liberação de agregados, que podem permanecer próximos à sua posição original ou serem transportados (Carvalho et al., 2002). O estágio inicial e mais crítico da erosão hídrica ocorre com a desagregação ou desprendimento das partículas, resultado da energia de impacto das gotas d'água combinada com a força degradante do escoamento superficial (Bahia et al., 1992).

O estudo do processo erosivo pode ser dividido conforme a origem do sedimento, sendo classificado em erosão em entressulcos, erosão em sulcos e erosão em voçorocas, que juntas compõem o processo global conhecido como erosão bruta (Casali et al., 2009). A erosão em entressulcos representa a primeira fase do processo, iniciando-se com o impacto das gotas de chuva, principal responsável pela desagregação das partículas do solo. O fluxo laminar atua como o principal agente de transporte dessas partículas, sendo auxiliado pela turbulência gerada pelo impacto direto das gotas de chuva, que suspende e mantém os sedimentos no escoamento (Cassol; Lima, 2003).

A cobertura do solo, seja por vegetação viva ou por resíduos vegetais, é uma das estratégias mais eficazes no controle do processo erosivo em entressulcos (Cantalice et al.,



2009). A presença dessa cobertura impede que as gotas de chuva atinjam diretamente o solo, evitando assim a desagregação das partículas. Além disso, a proteção contra danos aos resíduos vegetais favorece maiores taxas de infiltração da água ao longo do período chuvoso.

Com isso, os resíduos na superfície acabam retendo a água de escoamento por mais tempo, aumentando a lâmina de infiltração no solo e aumentando tanto a velocidade quanto a capacidade de transporte do escoamento superficial. A cobertura vegetal exerce essa proteção de três formas principais: (i) interceptando e dissipando a energia cinética das gotas de chuva, prevenindo a desagregação das partículas e a formação de selos superficiais; (ii) diminuir a capacidade de transporte do fluxo superficial ao diminuir sua velocidade e aumentar sua profundidade, o que dissipa a energia das gotas d'água e reduz a taxa de desagregação do solo; e (iii) aumentar a rugosidade hidráulica do fluxo, ou diminuir a velocidade de escoamento na erosão em entressulcos (Govers et al., 2007; Martins et al., 2017).

Os Neossolos são solos com baixo grau de desenvolvimento pedogenético, geralmente caracterizados por sua pequena profundidade efetiva, pela predominância de areias quartzosas de baixa fertilidade natural ou pela presença de horizontes, herdados diretamente do material de origem. Esses solos possuem estrutura pouco consolidada, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, o que pode limitar seu uso agrícola sem manejo adequado. No entanto, dependendo das condições climáticas e do transporte de matéria orgânica, podem apresentar potencial para determinados usos, especialmente em sistemas de manejo (Castro et al., 2006; Pedron et al., 2009; Santos et al., 2012).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes taxas de cobertura do solo em condições de laboratório sob o escoamento superficial na erosão entressulcos com chuva simulada.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local da pesquisa**

As avaliações das taxas de erosão hídrica em entressulcos sob chuva simulada, em condições de solo descoberto e com diferentes taxas de cobertura por resíduos vegetais, conforme preconiza o WEPP, foram realizadas no Laboratório de Física e Manejo do Solo da Universidade Federal de Alagoas, localizado no município de Arapiraca. O local possui as coordenadas geográficas 9° 45' 58" de latitude Sul e 35° 38' 58" de longitude Oeste, com altitude de 264 m, pertencente à região do Agreste Alagoano. O estudo utilizou amostras de Neossolo Regolítico de referência do Estado de Alagoas (Tabela 1), conforme a EMBRAPA (2013).



**Tabela 1** - Locais de coletas dos Neossolos de referência do estado de Alagoas.

Unidade de Solos	Localização	Mesorregião
Neossolo Regolítico	Girau do Ponciano	Agreste
Neossolo Regolítico	Santana do Ipanema	Sertão
Neossolo Regolítico	Porto Real do Colégio	Litoral

Fonte: Autores (2025).

### Procedimentos metodológicos

Os solos foram encontrados em condições naturais, na profundidade de 0,0 a 0,20 m, nos municípios de Girau do Ponciano, Santana do Ipanema e Porto Real do Colégio, em áreas pertencentes à subordem dos Regolíticos de referência existentes no estado de Alagoas.

Para os testes, foi utilizado um simulador de chuva, juntamente com duas bandejas de 0,5 m<sup>2</sup> cada, medindo 0,5 m de largura por 1 m de comprimento. O equipamento foi construído conforme as especificações propostas por Meyer e Harmon (1979) e está equipado com um bico aspersor do tipo Veejet 80-150, com diâmetro interno de 12,7 mm. Esse simulador reproduz uma distribuição de tamanhos de gotas e níveis de energia cinética semelhantes às chuvas naturais, correspondendo a 0,294 MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> e 17,64 MJ ha<sup>-1</sup> para os 40 minutos de teste (Figura 1).

**Figura 1** - Vista parcial do sistema de teste de chuva simulada, em operação nas dependências da Universidade Federal de Alagoas.



Fonte: Fonseca (2018).

A avaliação das taxas de erosão hídrica em entressulcos foi realizada em laboratório sob chuva simulada, considerando condições de solo descoberto e diferentes níveis de cobertura com resíduos vegetais. O simulador de chuva foi posicionado a 3,1 m acima da superfície do solo, operando com uma pressão de serviço constante de 41 kPa, aferida com o auxílio de um



manômetro. O abastecimento do equipamento foi realizado por meio de um sistema de bomba submersa, instalado em dois reservatórios de polietileno com capacidade de 1.000 litros cada. As chuvas simuladas tiveram uma intensidade média de 60 mm h<sup>-1</sup>, valor aferido por um conjunto de 10 pluviômetros distribuídos aleatoriamente ao redor e fora da área útil das parcelas experimentais.

A taxa de desagregação do solo em entressulcos (Di) foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Bezerra e Cantalice (2006):

$$D_t = \frac{M_{ss}}{AD_C}$$

Onde M<sub>ss</sub> é a massa de solo seco desagregado (kg), A é a área da parcela (m<sup>2</sup>) e D<sub>c</sub> é a duração da coleta em (s).

As perdas de solo (P<sub>s</sub>) foram calculadas de acordo com a metodologia proposta, também, por Bezerra e Cantalice (2006):

$$P_s = \frac{\sum(QC_{st})}{A}$$

Onde a perda de solo (P<sub>s</sub>) é dada em kg m<sup>-2</sup>, Q representa a vazão (L s<sup>-1</sup>), C<sub>s</sub> é a concentração de sedimentos (kg L<sup>-1</sup>), t é o intervalo de tempo (s) e A é a área da parcela (m<sup>2</sup>).

A velocidade superficial (V<sub>s</sub>) do escoamento gerada pela chuva simulada foi determinada pelo tempo gasto, registrada com um cronômetro, para que um corante (azul de metileno) percorresse a distância entre dois pontos fixos na parcela, sendo expresso em ms<sup>-1</sup>. Com isso, foi possível calcular as velocidades médias do escoamento, aplicando o produto das velocidades superficiais do escoamento por um fator de correção (a = 2/3), conforme descrito por Bezerra e Cantalice (2006).

### **Análise dos dados**

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação múltipla de médias e análise de medidas repetidas, com ajuste pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A maioria dos tratamentos apresentou valores de Re superiores a 500 e Fr > 1, estabelecendo que o regime de escoamento é de transição/subcrítico, comportamento observado em todas as três localidades. Os regimes de escoamento, caracterizados por baixos valores de Reynolds, são típicos de erosão em entressulcos, o que está em conformidade com a magnitude das lâminas de escoamento observadas. Os valores de velocidade média para as três doses de palha e as três localidades apresentam grande variabilidade de altura da lâmina para os três



tratamentos e as três localidades, na qual foi registrada uma diminuição na altura da lâmina em todas as localidades.

Ao relacionar as perdas de solo e as taxas de desagregação do solo nas localidades estudadas, observa-se que não houve diferença estatística significativa. Essa ausência de diferença pode ser explicada pelo fato de os testes terem sido realizados em Neossolos Regolíticos provenientes dos municípios de Santana do Ipanema (Sertão Alagoano), Girau do Ponciano (Agreste Alagoano) e Porto Real do Colégio (Leste Alagoano), um comportamento bastante uniforme, como era esperado (Tabela 2).

**Tabela 2** - Características hidráulicas dos escoamentos gerados pelas chuvas simuladas para diferentes doses de palha e localidades.  $q$  = descarga líquida por unidade de largura;  $V_m$  = velocidade média;  $h$  = altura da lâmina de escoamento;  $Re$  = Número de Reynolds;  $f$ .

Doses (kg m <sup>-2</sup> )	$q$ (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	$V_m$ (m s <sup>-1</sup> )	$h$ (m)	$Re$	$Fr$
Santana do Ipanema					
0	$7,10 \times 10^{-6}$	0,0181	0,0005	8,332	0,319
0,2	$2,93 \times 10^{-6}$	0,0254	0,0002	5,009	0,648
0,3	$5,41 \times 10^{-6}$	0,0381	0,0001	6,574	0,741
Porto Real do Colégio					
0	$7,17 \times 10^{-6}$	0,0181	0,00049	8,373	0,325
0,2	$4,34 \times 10^{-6}$	0,0252	0,00017	5,009	0,653
0,3	$5,36 \times 10^{-6}$	0,0293	0,00022	3,291	0,587
Girau do Ponciano					
0	$6,42 \times 10^{-6}$	0,0164	0,0005	6,553	0,227
0,2	$4,02 \times 10^{-6}$	0,0258	0,0002	3,366	0,663
0,3	$5,23 \times 10^{-6}$	0,0375	0,0001	4,291	0,040

Fonte: Autores (2025).

O resultado da análise estatística para as três localidades estudadas, apresentou um comportamento diferente das taxas de perdas de solos e das taxas de desagregação, com uma diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade para as três doses de palhas. Os resultados que se expressam na tendência do comportamento do gráfico, indica um aumento na velocidade de escoamento à medida que as doses de palha aumentam (Tabela 3).

**Tabela 3** - Taxas médias de erosão obtidas pelas chuvas simuladas sobre diferentes doses de palhas,  $P_s$  = Perda de solo,  $D_r$  = taxas de desagregação do solo e velocidade do escoamento para Neossolo Regolítico oriundos de três municípios de Alagoas: Santana do Ipanema, Porto Real do Colégio e Girau do Ponciano.

Municípios	$P_s$ (kg m <sup>-2</sup> )	$D_r$ (Kg m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	$V_m$ (m s <sup>-1</sup> )
Santana do Ipanema	0,022053 a	0,000085 a	0,026810 b
Girau do Ponciano	0,025828 a	0,000089 a	0,028028 ab
Porto Real do Colégio	0,025890 a	0,000096 a	0,029747 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2025).

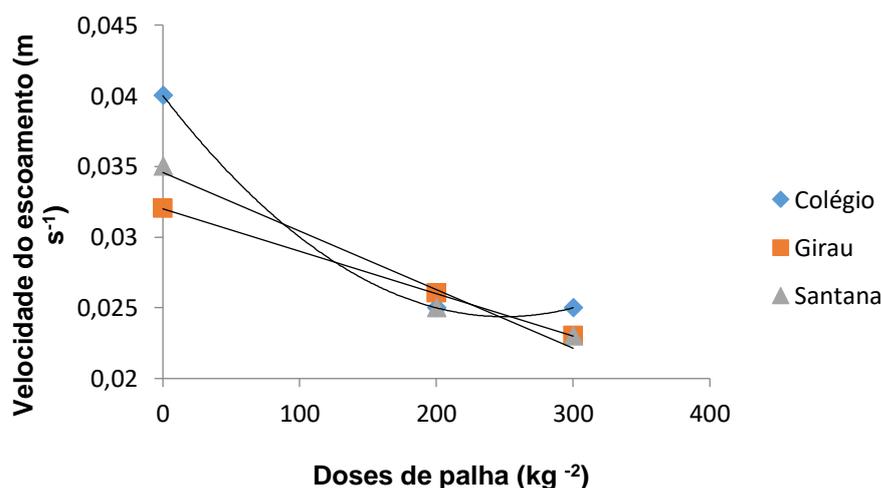


A análise das perdas de solo nas três localidades estudadas, Santana do Ipanema, Girau do Ponciano e Porto Real do Colégio, considerou a aplicação de palha em doses de 200 e 300 kg/m<sup>2</sup>, além da ausência dessa cobertura, sob testes de chuva simulada em Neossolo Regolítico. Conforme apresentado na Figura 3, observa-se que o aumento na quantidade de palha reduz significativamente as perdas de solo, um comportamento consistente entre todas as localidades. O menor coeficiente de determinação ( $r^2 = 91$ ) foi registrado para o Neossolo Regolítico de Girau do Ponciano, enquanto Santana do Ipanema apresentou o maior ajuste da curva, com  $r^2 = 98$ . Esses resultados confirmam a importância da cobertura do solo com palha na redução da erosão. Resultados semelhantes foram obtidos por Cantalice et al., (2009), que avaliaram doses de 0,40 e 0,60 kg/m<sup>2</sup> de palha de cana-de-açúcar e observaram efeitos positivos na diminuição das perdas de solo.

A aplicação de diferentes doses de palha foi avaliada quanto às taxas de desagregação do solo, considerando as doses de 0,20 e 0,30 kg/m<sup>2</sup> de palha de capim em três localidades do estado de Alagoas, onde foram coletadas amostras de Neossolo Regolítico (Embrapa, 2013). Observou-se que o comportamento das taxas de desagregação seguiu um padrão semelhante ao das perdas de solo, diminuindo com o aumento das doses de palha aplicadas nas parcelas. Esse resultado indica que a cobertura com palha protege o solo do impacto direto das gotas de chuva, reduzindo sua desagregação (Figura 4).

Resultados semelhantes foram relatados por Barbosa (2016) em estudos com Latossolos de Alagoas. Esses achados também corroboram com os de Cantalice et al., (2009), que analisaram diferentes doses de palha de cana-de-açúcar em declividades de 5% e 15%. No menor declive, o coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,36$ ) indicou uma limitação no transporte de sedimentos desagregados pelo impacto da chuva, porém o aumento na quantidade de palha mostrou-se eficiente na redução das taxas de erosão.

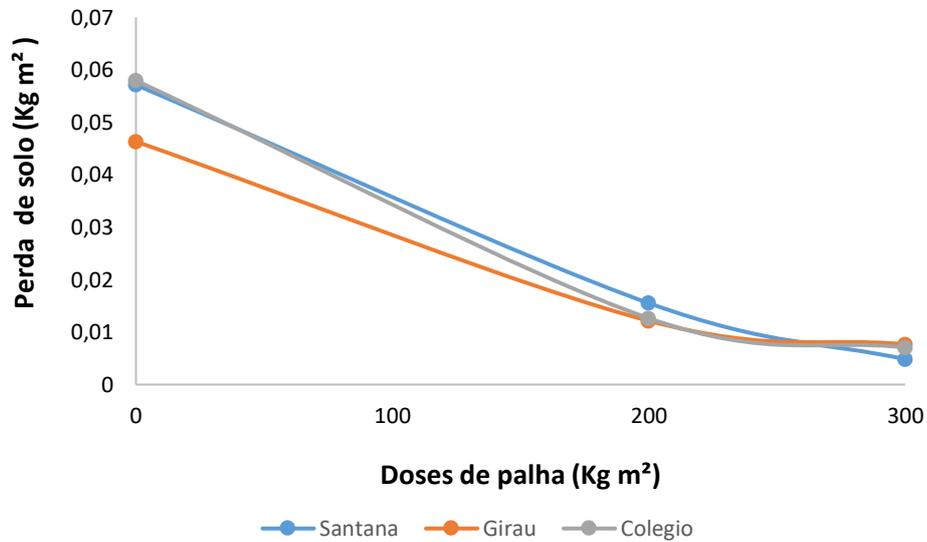
**Figura 2** - Velocidade de escoamento com doses de palha de capim para os municípios Alagoanos de Santana do Ipanema, Girau do Ponciano e Porto Real do Colégio.



Fonte: Autores (2025).

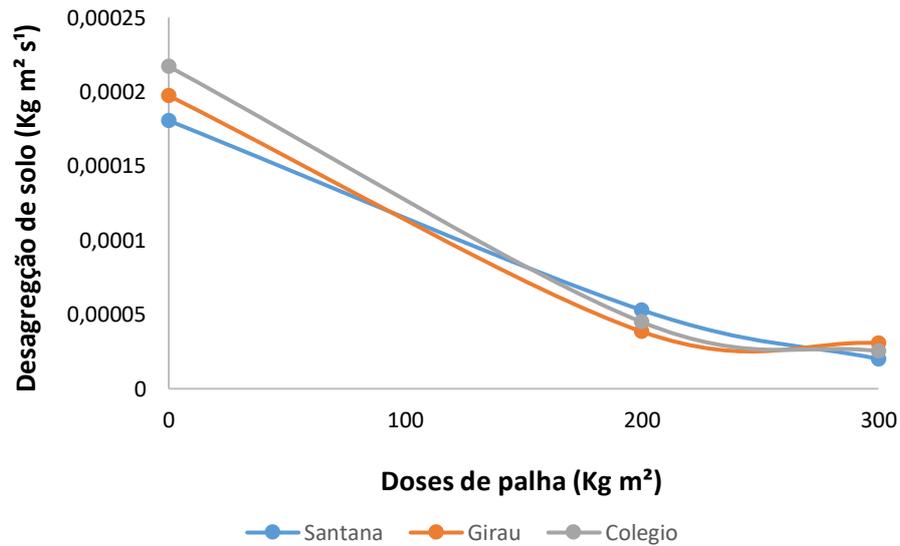


**Figura 3** - Taxas de perda do solo com doses de palha de capim para os municípios Alagoanos de Santana do Ipanema, Girau do Ponciano e Porto Real do Colégio.



Fonte: Autores (2025).

**Figura 4** - Taxas de perda do solo com doses de palha de capim para os municípios Alagoanos de Santana do Ipanema, Girau do Ponciano e Porto Real do Colégio.



Fonte: Autores (2025).



## CONCLUSÕES

No estudo do processo erosivo em entressulcos em Neossolos Regolíticos coletados no município de Girau do Ponciano, Santana do Ipanema e Porto Real do Colégio, observou-se que o aumento das doses de palha reduziu significativamente a velocidade de escoamento superficial.

Entre as localidades analisadas, o Neossolo Regolítico de Girau do Ponciano apresentou os menores valores de velocidade de escoamento.

Os resíduos vegetais na superfície do solo, durante os testes de chuva simulada, funcionaram como uma barreira física, reduzindo o contato com a chuva e, assim, proporcionando uma menor taxa de desagregação do solo e aumentando sua resistência ao deslocamento, o que refletiu diretamente na redução das taxas de perdas de solo.

## CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que o trabalho não possui conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA, V. G.; CURI, N.; CARMO, D.; MARQUES, J. J. G. S. M. **Fundamentos de erosão do solo. Informe agropecuário. Belo Horizonte**, v.16, n.176, p.25-31, 1992.
- BARBOSA, A. L. P. **Erosão hídrica em Latossolos de referência no estado de Alagoas sob diferentes taxas de cobertura morta**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, 2016.
- BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B. **Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar**. R. Bras. Ci. Solo, v.30, 2006, p.565- 573.
- CASALÍ, J.; GIMÉNEZ, R.; BENNETT, S. Gully erosion processes: monitoring and modelling. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.34, 2009, p.1839-1840.
- CANTALICE, J. R. B.; SILVA, M. D. R. O.; RODRIGUES, J. J. V.; RODAL, M. J. N.; PESSOA, L. M. Estrutura lenhosa e hidrodinâmica do escoamento superficial em uma área de Caatinga. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.201-211, 2009.
- CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perda de solo e água em Argissolo Vermelho Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.385-389, 2002.
- CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.38, 2003, p.117-124.
- CASTRO, L. G.; COGO, N. P.; VOLK, L. B. S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.339-352, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2013. 306p.



- GOVERS, G.; GIMÉNEZ, R.; VAN OOST, K. Rill erosion: exploring the relationship between experiments, modelling and field observations. **Earth-Science Reviews**, v. 84, n. 3, p. 87-102, 2007.
- MARTINS, C. S. R.; SANTOS, A. M. M.; COSTA, K. D. S.; LIMA, R. S. R.; PISCOYA, V. C.; CALADO, G. Q.; MICHELON, G. K.; NASCIMENTO, M. R.; SANTOS, P. R.; CARVALHO, R. R. C. Influência da Vegetação na Erosão Hídrica em Ambiente Semiárido: Uma Revisão de Literatura. **XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica – Universidade do Vale do Paraíba**, v.11, 6p, 2017.
- MEYER, L. D.; HARMON, W. C. Multiple-intensity rainfall Simulator for erosion research on row sideslopes. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, 1979. P.100-103.
- PEDRON, F. A.; AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D.; STÜRMER, S. L. K.; MENEZES, F. P. Morfologia e Classificação Taxonômica de Neossolos e Saprólitos Derivados de Rochas Vulcânicas da Formação Serra Geral no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.119-128, 2009.
- SANTOS, J. C. B.; JÚNIOR, V. S. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da Região Semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, p. 683-695, 2012.