

**EROSIVIDADE E PADRÕES HIDROLÓGICOS NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO, PERNAMBUCO**Antonio Gebson Pinheiro¹ & Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Souza²

1 - Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestre em Engenharia Agrícola, UFRPE/Recife-PE, gebson10@hotmail.com

2 - Engenheira Agrônoma, Professora Adjunta da UFPE/Recife-PE, thaisemanuelle@hotmail.com

Palavras-chave:Características das chuvas
energia cinética
USLE**RESUMO**

As características das chuvas variam de forma específica entre regiões e meses do ano, e a compreensão da sua potencialidade em ocasionar erosão é indispensável para o planejamento de atividades agrícolas e projetos de engenharia, principalmente no semiárido brasileiro, onde ainda há ausência de estudos que detalhem o comportamento das precipitações. A energia cinética, ocasionada pelo impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície do solo, proporciona a principal forma de erosão. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o índice de erosividade (EI_{30}), estabelecer um valor para o fator “R” e caracterizar o padrão hidrológico das chuvas predominantes no município de Salgueiro, Pernambuco. Nas análises, sistematização e cálculo do índice de erosividade mensal e anual do município de Salgueiro foram adotados dados correspondentes ao período de 2007 a 2012. Concluiu-se que, em média, o primeiro semestre do ano proporcionou a ocorrência das chuvas de maiores potências erosivas, o índice de Erosividade característico para o município de Salgueiro – PE foi de aproximadamente $3.430,6 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ e o padrão de chuva de maior reincidência é o avançado, seguido do intermediário e atrasado.

Keywords:rainfall characteristics
kinetic energy
USLE**EROSIVITY AND HYDROLOGICAL PATTERNS IN THE MUNICIPALITY OF SALGUEIRO, PERNAMBUCO****ABSTRACT**

The characteristics of the rains vary specifically between regions and months of the year, and the understanding of their potential to cause erosion is indispensable for the planning of agricultural activities and engineering projects, mainly in the Brazilian semiarid region, where there are not studies detailing the precipitation behavior. The kinetic energy caused by the direct impact of raindrops on the soil surface provides the main form of erosion. The objective of this study was to evaluate the erosivity index (EI_{30}), to establish a value for the “R” factor, and to characterize the hydrological pattern of the predominant rains in the municipality of Salgueiro, Pernambuco. In the analysis, systematization and calculation of the monthly and annual erosivity index of the municipality of Salgueiro were adopted data corresponding to the period from 2007 to 2012. It was concluded that, on average, the first half of the year provided rainfall with the greatest erosive potentials, the characteristic Erosivity index for the municipality of Salgueiro - PE was approximately $3,430.6 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ and the rain pattern of highest recurrence is the advanced one, followed by the intermediate and delayed.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos principais elementos responsáveis pela manutenção e funcionamento do ciclo hidrológico, necessário à existência da vida no planeta Terra. Sua ocorrência possui uma grande variabilidade referente à intensidade, quantidade, frequência e, principalmente, à distribuição espacial e temporal dessa variável em uma dada região. Tal variabilidade espacial contribui para a formação de distintas paisagens e espaços, cujas características influenciam diretamente nas perdas hidrossedimentológicas.

O processo de erosão hídrica ocasionado pela chuva é a principal forma de desagregação dos solos agrícolas (SANTOS & MONTENEGRO, 2012). O conhecimento do potencial erosivo das chuvas é de importância primária para antecipar a erosão, na qual pode ser estimada com modelos matemáticos, a exemplo da USLE (Universal Soil Loss Equation) (ELTZ et al., 2013; WISCHMEIER & SMITH, 1978).

A erosividade das chuvas, fator R da USLE, é resultado direto das características físicas da chuva para desagregação das partículas superficiais do solo diante a outros com elementos como proteção do solo, tipos de solos, declividade do terreno, dentre outros (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

O período mínimo de 20 anos é considerado para ser utilizado na estimativa de perda média anual de solo por meio da USLE, vale lembrar que, no Brasil, de modo geral, são raras as séries históricas existentes de pluviógrafos com período superior a 10 anos (PRUSKI, 1996).

O conhecimento do índice de erosividade é de grande valia tanto do ponto de vista de aplicação prática quanto científico. Em razão disso, diversos pesquisadores têm realizado estudos com o objetivo de estimar o índice de erosividade (EI_{30}) para diferentes regiões e ambientes, a exemplo dos trabalhos de Terassi et al. (2016) no Paraná, Santos & Montenegro (2012) no Agreste Central de Pernambuco; Amaral et al. (2014) no Estado da Paraíba; Evangelista et al. (2012) em Viçosa – MG; Eltz et al. (2013) em São Gabriel – RS; Meusburger et al. (2012) na Suíça.

Dentre as características da chuva com relação ao processo de erosão hídrica do solo, o conhecimento do padrão hidrológico, alterações da intensidade durante sua ocorrência, é de suma importância. As chuvas são classificadas, de acordo com

Horner & Jens (1942), em padrões hidrológicos denominados avançado, intermediário e atrasado, os mesmos se caracterizam, respectivamente, quando a incidência do pico de maior intensidade ocorre no início (primeiro terço), meio (segundo terço) ou fim (terceiro terço) do período de duração do evento pluviométrico, respectivamente.

Objetivou-se com este estudo avaliar o índice de erosividade (EI_{30}), estabelecer um valor para o fator “R” e caracterizar o padrão hidrológico das chuvas predominantes no Município de Salgueiro, Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado para o município de Salgueiro, localizado no Sertão de Pernambuco, cuja latitude é 8,13° Sul e longitude 39,38° Oeste. A estação está situada à 452 metros de altitude e o município apresenta média histórica pluviométrica de aproximadamente 612 mm.

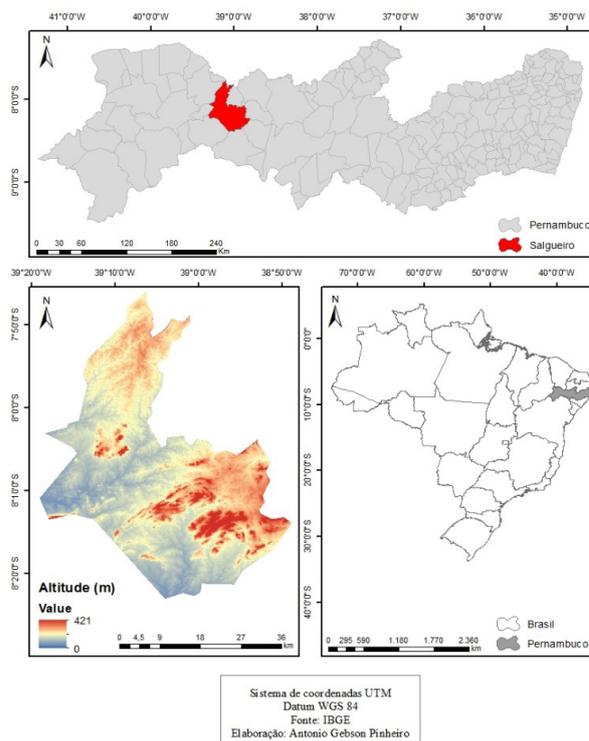


Figura 1. Localização geográfica do Município de Salgueiro, Pernambuco.

Foram utilizados dados de precipitação pluvial obtidos por pluviógrafo na estação da rede meteorológica da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) para análises, sistematização e

cálculo do índice de erosividade mensal e anual do Município de Salgueiro. Foram adotados dados correspondentes ao período de 2007 a 2012.

Para os cálculos de erosividade, foram levados em consideração apenas as chuvas individuais. Cabeda (1976) considera como erosiva a chuva com volume igual ou superior a 10 mm ou, ainda, chuva com volume igual ou superior a 6 mm compreendido em um intervalo de tempo igual ou inferior a 15 min. Em razão desse critério, chuvas separadas por intervalos de 6 h sem precipitação ou com precipitações menores que 1 mm nesse espaço de tempo são consideradas como chuvas individuais (SCHICK *et al.*, 2014).

A precipitação foi dividida por sua duração e assim obtida a intensidade, dada em mm h^{-1} , conforme Foster *et al.* (1981). A determinação dos índices de erosividade foi realizada com base no modelo matemático proposto por Wischmeier & Smith (1958), equações 1a e 1b, onde a energia cinética referente a cada segmento de chuva é calculada utilizando a equação sugerida por Foster *et al.* (1981), a qual converte os dados para o Sistema Internacional de Unidades (SI):

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

quando $I \leq 76 \text{ mm h}^{-1}$, e

$$Ec = 0,283 \quad (1b)$$

quando $I > 76 \text{ mm h}^{-1}$, em que:

Ec = energia cinética por mm de chuva, $\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, e

I = intensidade de chuva, mm h^{-1} .

O resultado obtido pela eq. (1) foi multiplicado pela lâmina precipitada em cada segmento, sendo realizada a soma de todos os valores para um mesmo evento de precipitação, obtendo-se, com isso, a energia cinética total (Ec) para cada chuva. O cálculo da Ec atinge um valor máximo de $0,283 \text{ MJ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, a uma intensidade de chuva equivalente a 76 mm h^{-1} , a partir da qual o valor se estabiliza, considerado que as gotas de chuvas não mais aumentam de tamanho, sendo esse como o limite do valor da energia cinética da chuva (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2012).

Com o objetivo de obter o índice EI_{30} , gerado em $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, foi identificada, para cada chuva, sua lâmina máxima precipitada em 30 minutos, possibilitando a obtenção da intensidade máxima de chuva observada na mesma duração (I_{30}), assim como a posterior aplicação da eq. (2) para o cálculo do índice EI_{30} (CARVALHO *et al.*, 2005).

$$EI_{30} = Ec \times I_{30} \quad (2)$$

O somatório dos valores dos índices EI_{30} gerados para cada precipitação tornou possível a determinação dos índices mensais e, posteriormente, os anuais para o município estudado.

As erosividades mensais e anuais (R) foram obtidas pelo somatório dos índices EI_{30} dos eventos de chuvas individuais para cada período. Os resultados obtidos foram classificados de acordo com as classes propostas por Carvalho (2008) (Tabela 1).

Tabela 1. Classe para interpretação do índice de erosividade anual

Erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	Classe de erosividade
$R \leq 2.452$	Erosividade fraca
$2.452 < R \leq 4.905$	Erosividade moderada
$4.905 < R \leq 7.357$	Erosividade moderada a forte
$7.357 < R \leq 9.810$	Erosividade forte
$R > 9810$	Erosividade muito forte

Fonte: adaptada de Carvalho (2008).

Utilizou-se o software Statística 7.0 (Statsoft) para a elaboração do box-plot para a caracterização dos valores de erosividade anuais e mensais. Através da estatística descritiva, foi utilizada as medidas de dispersão: máximo, mínimo, média aritmética, desvio-padrão e coeficiente de variação.

Foram determinados os padrões hidrológicos de cada chuva erosiva analisada, seguindo-se a classificação proposta por Horner & Jens (1942), que classifica as chuvas em padrões hidrológicos avançado, intermediário e atrasado, os quais se caracterizam, respectivamente, quando a localização do pico de maior intensidade está no início (primeiro terço), meio (segundo terço) ou fim (terceiro terço) do período de duração de um evento pluviométrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 2, verifica-se que no período compreendido entre 2007 e 2012, a precipitação pluviométrica total anual média no Município foi de 545,6 mm, abaixo da média histórica. O ano de 2008 foi responsável pela maior pluviosidade do período analisado, 844,3 mm, em contrapartida, o ano de 2012 apresentou a menor lâmina precipitada, com 230,9 mm.

Quanto às médias mensais, observa-se que o mês de fevereiro apresentou maior média durante os anos, 117, 2 mm, enquanto que o mês de setembro foi responsável pela menor média, 1,7 mm. Pode-se constatar na Tabela 2 que o período compreendido entre os meses de janeiro a abril apresentou maior pluviosidade média durante o ano, resultado este que vai ao encontro das características da Região Semiárida, onde os maiores valores pluviométricos ocorrem em curto espaço de tempo e normalmente no início do ano. Resultados similares foram encontrados por Santos & Montenegro (2012), no Agreste Central de Pernambuco, e Amaral et al. (2014) no Estado da Paraíba.

A erosividade média do Município de Salgueiro - PE, apresentado na Tabela 3, que representa o fator “R” da Equação Universal de Perda de solo, é

de aproximadamente 3430, 6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹. Este valor caracteriza-se como classe de erosividade moderada (CARVALHO, 2008), representado na Tabela 1.

Santos & Montenegro (2012) encontraram valor inferior da erosividade média anual no Agreste de Pernambuco (2.779,8 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹), no entanto, valor também considerado como de erosividade moderada. Em contrapartida, a erosividade média encontrada no presente estudo (3.430, 6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹) mostrou-se inferior ao encontrado por Terassi et al. (2016) no Paraná (7.801,5 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹); Schick et al. (2014) em Lages – SC (5.033,0 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹); Amaral et al. (2014) na Paraíba (5.032,9 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹) e Eltz et al. (2013) em São Gabriel – RS (6.432,4 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹).

Tabela 2. Valores mensais, anuais e médios mensais pluviométricos (mm) no Município de Salgueiro-PE, com as respectivas medidas estatísticas de dispersão.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2007	38,4	211,4	64,0	6,6	69,2	2,8	1,6	1,4	0,3	0,0	21,5	10,3	427,5
2008	106,6	125,4	219,7	250,2	74,8	0,0	10,2	2,3	0,3	0,0	1,1	53,7	844,3
2009	84,4	158,0	73,4	246,9	66,4	35,0	11,5	1,9	0,0	3,8	31,4	58,5	771,2
2010	94,4	60,6	52,4	117,2	8,5	18,2	11,5	1,6	4,6	18,3	0,0	117,6	504,9
2011	83,2	52,6	124,3	77,9	104,7	7,5	4,0	13,8	4,9	0,8	4,3	16,6	494,6
2012	31,4	95,1	13,3	2,0	2,6	5,6	1,2	1,7	0,0	0,0	40,3	37,7	230,9
Média	73,1	117,2	91,2	116,8	54,4	13,8	6,7	3,8	1,7	3,8	16,4	49,1	545,6
DP	30,8	60,8	72,4	111,0	40,2	13,2	4,9	4,9	2,4	7,2	17,2	38,7	226,9
CV (%)	0,4	0,5	0,8	0,9	0,7	1,0	0,7	1,3	1,4	1,9	1,0	0,8	0,4
Máx.	106,6	211,4	219,7	250,2	104,7	35,0	11,5	13,8	4,9	18,3	40,3	117,6	844,3
Mín.	31,4	52,6	13,3	2,0	2,6	2,8	1,2	1,4	0,0	0,0	0,0	10,3	230,9

Tabela 3. Valores mensais, anuais e médios mensais do índice de erosividade EI₃₀ (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹) no Município de Salgueiro – PE, com as respectivas medidas estatísticas de dispersão.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2007	394,2	1.196,7	569,4	123,2	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,3	0,0	2.426,9
2008	1.121,6	421,9	1.204,6	1.366,7	769,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	915,1	5.799,5
2009	838,6	1.606,0	267,1	2.155,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,4	72,2	5.014,3
2010	610,3	309,3	659,1	551,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	104,2	0,0	841,7	3.075,6
2011	599,8	622,1	765,8	597,0	705,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3.290,5
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	755,2	221,4	976,5
Média	712,9	831,2	693,2	798,8	262,6	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	174,8	410,1	3.430,6
DP	277,4	551,7	340,9	819,6	370,6	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	326,0	435,7	1.749,0
CV (%)	0,4	0,7	0,5	1,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	1,9	1,1	0,5
Máx.	1.121,6	1.606,0	1.204,6	2.155,2	769,7	0,0	0,0	0,0	0,0	104,2	755,2	915,1	5.799,5
Mín.	394,2	309,3	267,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	976,5

A relação entre o índice de erosividade médio mensal e a precipitação apresentou ajuste potencial com R^2 de 0,85 (Figura 2). Correlação inferior foi encontrada por Santos & Montenegro (2012) no Agreste pernambucano, em contrapartida Amaral *et al.* (2014) constataram R^2 de 0,90 na Paraíba.

A ascensão da correlação existente entre a altura pluviométrica e a erosividade reflete o estado de dependência entre tais fatores, ou seja, eventos pluviométricos com elevadas lâminas tendem a ocasionarem elevados potenciais erosivos. Com isso, evidencia-se que os resultados apresentam boa confiabilidade, podendo-se estimar o potencial erosivo do município de Salgueiro mediante

observação pluviométrica.

Analisando a Figura 3, pode-se salientar a irregularidade dos valores da distribuição anual do índice de erosividade. Observa-se que o ano de 2008 apresentou maior mediana em relação aos demais, inferindo-se, então, que este ano foi o responsável pelos maiores valores de erosividade durante o período avaliado.

O ano de 2012 caracterizou-se por apresentar poucos valores do índice de erosividade distribuídos ao longo do ano, apenas dois, considerados como extremos no box-plot (Figura 3), este fato foi responsável pelo ano em destaque apresentar o menor somatório anual do índice de erosividade.

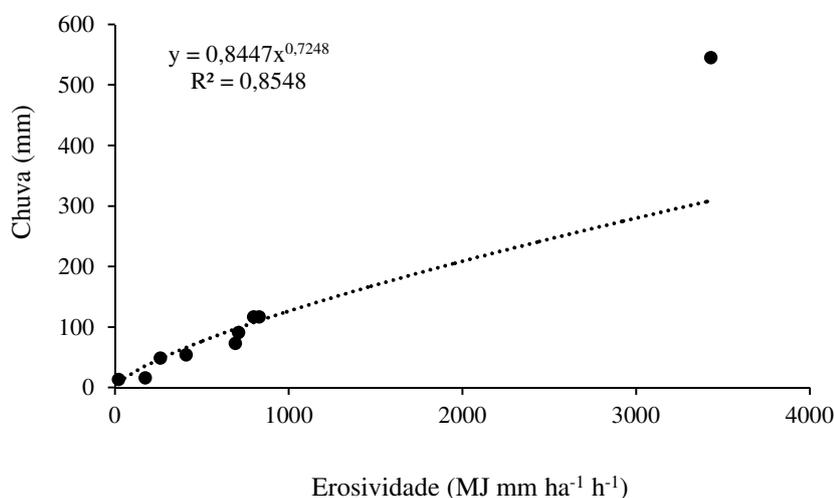


Figura 2. Relação entre o índice de erosividade médio mensal e a precipitação no Município de Salgueiro, Pernambuco.

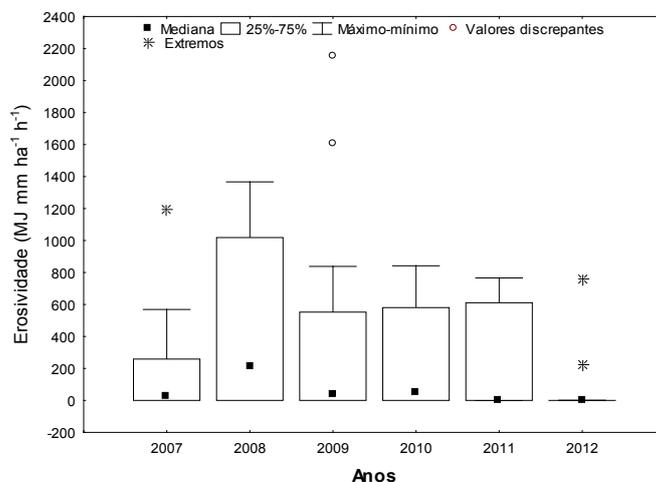


Figura 3. Distribuição anual do índice de erosividade (EI_{30}) no Município de Salgueiro – PE de 2007 a 2012.

Na Figura 4, observa-se os valores médios mensais de erosividade para os seis anos avaliados, constatando-se que o período compreendido entre os meses de dezembro a maio foi responsável pela ocorrência dos maiores valores do índice de erosividade, resultado justificado pela ocorrência dos maiores volumes pluviométricos neste período. Em contrapartida, a erosividade entre os meses de junho e novembro (Figura 4) foi muito baixa, chegando a zero em alguns meses, representando que as características das chuvas neste determinado período do ano não apresentam riscos a eventuais perdas de solo ocasionados por erosão hídrica.

Durante o período avaliado, verificou-se a ocorrência de 103 eventos erosivos, dos quais 44 de perfil avançado, 42 de perfil intermediário e 17 de perfil atrasado, correspondendo a 42,7%, 40,8% e 16,5%, respectivamente, do total das chuvas

erosivas do período analisado (Figura 5-A). O maior número de ocorrência de chuvas erosivas do padrão avançado, que se caracteriza pelo pico de maior intensidade no primeiro terço da chuva do ponto de vista de erosão, é de certa forma menos prejudicial, pois, no início da chuva, o solo tem maior capacidade de infiltração, uma vez que está mais seco, e consecutivamente menor volume de escoamento superficial será produzido (ELTZ et al., 2013).

O mesmo comportamento foi constatado por Valvassori & Back (2014) em Urussanga – SC, Aquino et al. (2013) na região sul do estado de Minas Gerais e Santos & Montenegro (2012) no Agreste pernambucano.

Com relação à distribuição do número de chuvas erosivas ao longo do período avaliado, infere-se que o ano de 2008 computou o maior número de

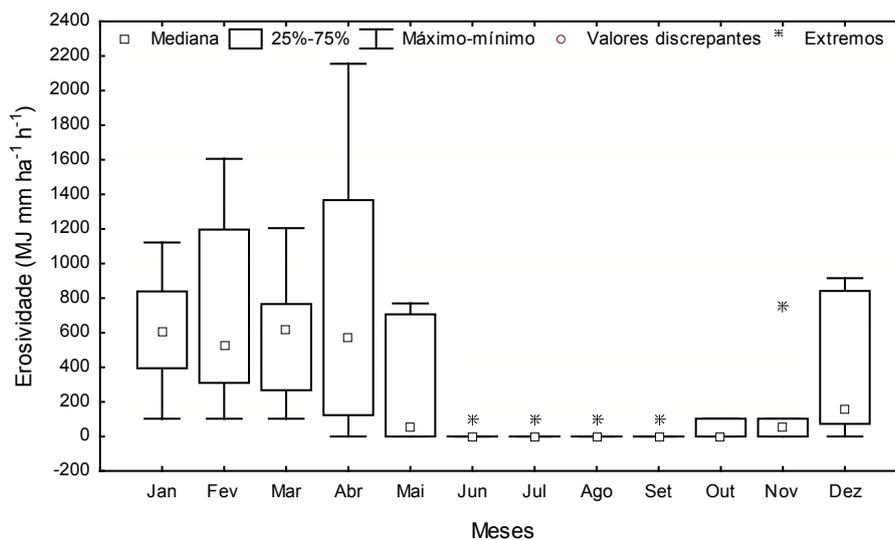


Figura 4. Distribuição dos valores médios mensais do índice de erosividade (EI_{30}) no Município de Salgueiro – PE de 2007 a 2012.

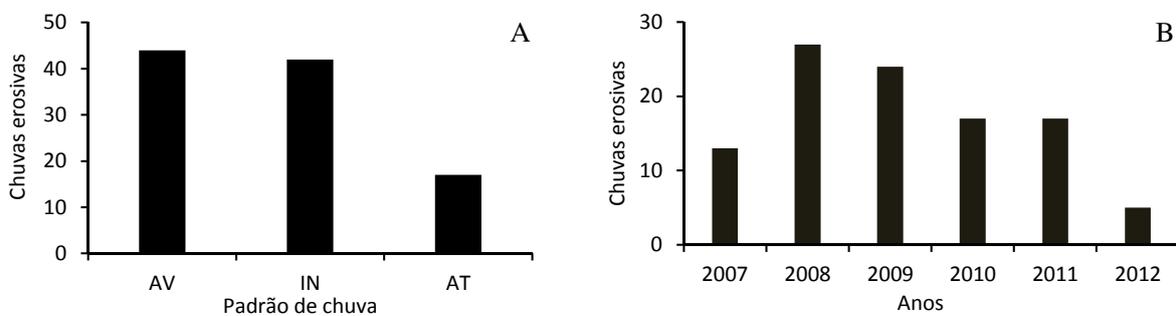


Figura 5. Distribuição do número de chuvas erosivas, de acordo com o padrão hidrológico (A) e ao longo dos anos avaliados (B).

chuvas e 2012 o menor (Figura 5-B). Tal fato vai ao encontro do exposto anteriormente, no qual o maior e o menor índice de erosividade foram registrados nos anos de 2008 e 2012, respectivamente.

CONCLUSÕES

- O primeiro semestre do ano proporcionou a ocorrência das chuvas de maiores potências erosivas durante o ano, e o índice de Erosividade característico para o município de Salgueiro – PE foi de aproximadamente 3.430,6 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹.
- O padrão hidrológico de maior incidência no município de Salgueiro – PE é o avançado, seguido do intermediário e, com menor ocorrência, o atrasado.
- Foi encontrada correlação com $r^2=0,85$ entre a precipitação pluvial e a erosividade, apresentando confiabilidade na estimativa dos resultados do EI₃₀ por dados de chuvas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, B.S.D.; DANTAS, J.C.; SILVA, R.M.; CARVALHO NETO, J.F. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.7, n.4, p.691-701, 2014.

AQUINO, R.F.; SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F.; CURI, N.; AVANZI, J.C. Soil Losses from typical Cambisols and Red Latosol as related to three erosive rainfall patterns. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n.37, p.213-220, 2013.

BERTONI, J.C.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8ª Edição. São Paulo: Editora Ícone, 2012. 355p.

CABEDA, M.S.V. Computation of storm EI values. **West Lafayette**, Purdue University, p.6, 1976.

CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo -

RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.7-14, 2005.

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

ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; PASCOTINI, P.B.; AMORIM, R.S.S. Potencial erosivo e características das chuvas de São Gabriel, RS, de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.647-654, 2013.

EVANGELISTA, A.W.P.; VIEIRA, M.A.; SILVA, M.C.; SOUZA, J.L.M. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Viçosa (MG). **Revista Irriga**, v.17, n.4, p.456-468, 2012.

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.

HORNER, W.W.; JENS, S.W. Surface runoff determination from rainfall without using coefficients. **Transactions of the ASAE**, v.107, p.1039-1117, 1942.

MEUSBURGER, K.; STEEL, A.; PANAGOS, P.; MONTANARELLA, L.; ALEWELL, C.; Spatial and temporal variability of rainfall erosivity factor for **Switzerland**. **Hydrology and Earth System Sciences**. v.16, p.167-177, 2012.

PRUSKI, F.F. **Conservação de água e solos**. Brasília: ABEAS; Viçosa - MG: UFV/DEA, 1996. 88 p. (Curso de Tutoria a Distância. Curso de Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento Sustentados de Projetos Hidroagrícolas. Módulo, 7).

SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 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**, v.38, p.1890-1905, 2014.

TERASSI, P.M.B.; SILVEIRA, H.; GRAÇA, C.H. Regiões pluviométricas e a homogêneas e a erosividade das chuvas na unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV – Paraná, **Caderno de Geografia**, v.26, n.46, 2016.

VALVASSORI, M.L.; BACK, A.J. Caracterização das chuvas erosivas em Urussanga, SC, com relação ao padrão de distribuição temporal. **Revista**

Brasileira de Ciência do solo, n.38, p.1020-1027, 2014.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning, Washington: USDA. 1978. 58p. Agriculture Handbook 537.

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.