Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

VARIABILIDADE ESPACIAL DO POTENCIAL EROSIVO DAS CHUVAS EM ALAGOAS

Spatial variability of rainfall erosive potential in Alagoas

Variabilidad espacial del potencial erosivo de las lluvias en Alagoas

Thaís Rayane Gomes da Silva
Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Jaboticabal, SP, Brasil
trg.silva@unesp.br

Jefferson Ferreira da Silva
Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil
jefferson.jf03@gmail.com

Janynne Joyce de Lima Rocha
Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil
janynne.jlr@gmail.com

Marcílio de Souza Barbosa
Instituto Federal de Alagoas, Batalha, AL, Brasil
agromss@hotmail.com

Márcio Aurélio Lins dos Santos
Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil
mal.santo@arapiraca.ufal.br

Cícero Gomes dos Santos
Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, AL, Brasil
cgomes@arapiraca.ufal.br

Resumo: A erosão, caracterizada por ser o desgaste do solo em razão da remoção das camadas superficiais causadas pela ação dos agentes erosivos, é um dos principais problemas dos solos brasileiros, gerando, assim, impacto de ordem ambiental, social e econômica. Desta maneira, objetivou-se com a presente pesquisa determinar o fator erosividade através de dados pluviométricos do município de Santana do Ipanema, localizado no sertão alagoano, no período de observação dos

anos de 1912 a 1985. Os referidos dados foram tabulados para cálculo de chuva, coeficiente de chuva e sua relação à erosividade utilizando seis métodos. Durante o período de 73 anos de análise dos dados a média anual de precipitação foi cerca de 852 mm. Durante este período de observação, constatou-se que do total, 27 anos registraram valores acima da média, enquanto 46 anos apresentaram valores abaixo da média histórica, tendo os meses mais chuvosos os de maio, junho e julho, apresentando valores acima da média. A erosividade média anual calculada utilizando os seis modelos matemáticos apresentaram valores que variaram de 500 a 7600 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1} para a área de estudo. Todos os modelos podem ser utilizados como uma alternativa para se determinar a erosividade média mensal e anual das chuvas para o município de Santana do Ipanema em Alagoas.

Palavras-chave: Erosão do solo. Precipitação. Erosividade.

Abstract: Erosion, characterized by the erosion of the soil due to the removal of surface layers caused by the action of erosive agents, is one of the main problems of Brazilian soils, thus generating an environmental, social and economic impact. In this way, the objective of this research was to determine the erosivity factor through rainfall data from the municipality of Santana do Ipanema, located in the hinterland of Alagoas, in the observation period from 1912 to 1985. These data were tabulated to calculate rainfall, rainfall coefficient and its relation to erosivity using six methods. During the 73-year period of data analysis, the annual average attainment was 851.96 mm. During this observation period, it was found that of the total, 27 years registered values above the average, while 46 years presented values below the historical average, with the wettest months being May, June and July, presenting values above the average. The average annual erosivity calculates using the six mathematical models values ranging from 500 to 7600 MJ mm ha^{-1} h^{-1} $year^{-1}$ for a study area. All models can be used as an alternative to determine the average monthly and annual rainfall erosivity for the municipality of Santana do Ipanema in Alagoas.

Keywords: Soil erosion. Precipitation. Erosivity.

Resumen: La erosión, caracterizada por la erosión del suelo debido a la remoción de capas superficiales provocada por la acción de agentes erosivos, es uno de los principales problemas de los suelos brasileños, generando impacto ambiental, social y económico. De esa forma, el objetivo de esta investigación fue determinar el factor de erosividad a través de datos de lluvia del municipio de Santana do Ipanema, ubicado en el interior de Alagoas, en el período de observación de 1912 a 1985. Estos datos fueron tabulados para calcular la lluvia, el coeficiente de lluvia y su relación con la erosividad usando seis métodos. Durante el período de análisis de datos de 73 años, la precipitación media anual fue de 851,96 mm. Durante este periodo de observación se encontró que del total, 27 años registraron valores por encima del promedio, mientras que 46 años presentaron valores por debajo del promedio histórico, siendo los meses más lluviosos mayo, junio y julio, presentando valores por encima de la media. La erosividad anual promedio calculada mediante los seis modelos matemáticos presentó valores que oscilan entre 500 y 7600 MJ mm ha^{-1} h^{-1} $año^{-1}$ para el área de estudio. Todos los modelos pueden ser utilizados como alternativa para determinar la erosividad de la precipitación media mensual y anual para el municipio de Santana do Ipanema en AL.

Palabras clave: Erosión del suelo. Precipitaciones. Erosividad.

Submetido em: 22/08/2022
Aceito para publicação em: 08/01/2023
Publicado em: 10/01/2023

1. INTRODUÇÃO

O processo erosivo consiste no desprendimento e arraste de partículas de solos, causadas principalmente pela ação da água e do ar (PADRÓ *et al*., 2022). A erosão do solo é função do trabalho resultante de uma força sobre um corpo, quando em movimento coloca energia no sistema, podendo promover um desgaste, desagregando-o e dando início ao processo erosivo (BERTOL *et al*., 2019).

A chuva é o fator climático de maior importância na promoção da erosão do solo, em função do seu volume e da velocidade da enxurrada que são dependentes da sua intensidade, duração e frequência (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017). Devido a sua importância no estudo do processo erosivo, em todas as suas fases, merece destaque a compreensão dos efeitos da energia cinética[1] que através da ação das gotas de chuva, coloca energia no sistema, iniciando a desagregação, dispersão e transporte via fluxo superficial das partículas do solo (VALENTIN, 2018). A energia cinética da chuva é a característica mais importante no estudo da erosão hídrica do solo, uma vez que ela é a principal variável responsável pela desagregação do solo superficial (VALENTIM; RAJOT, 2018).

Grande parte da erosão hídrica, provocada pelo impacto direto das gotas de chuva, e/ou, pelo escoamento superficial do excesso de água da chuva (enxurrada), deve-se às características específicas das chuvas de cada localidade ou região (AMARAL *et al*., 2014). A potencialidade das chuvas em provocar erosão constitui, entre outros fatores, um parâmetro de identificação imprescindível, pois seu conhecimento depende do planejamento e a execução adequada de programas para conservação do solo e da água (OLIVEIRA JÚNIOR; MEDINA, 1990).

Na década de 50, foi desenvolvido, nos Estados Unidos, o índice de EI_{30}, que estabelece uma boa correlação entre a interação da energia cinética da chuva com sua intensidade máxima em trinta minutos (WISCHMEIER, 1976). De acordo com Ouma *et al*. (2022) tal efeito multiplicativo proporciona uma boa medida do poder da chuva em causar erosão. A definição do índice EI_{30} recebeu a denominação de índice de erosividade, tal índice é um valor numérico que se refere à capacidade da chuva e da enxurrada em causar erosão,

[1] Energia cinética é a forma de energia associada à velocidade de um corpo.

dando uma ideia do potencial erosivo da chuva em uma determinada localidade ou região (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017; BERTOL *et al*., 2019).

Tang *et al*. (2021) ressaltam a habilidade potencial em causar erosão da chuva através de suas características, uma chuva qualquer pode ser comparada qualitativamente com outra, possibilitando assim a criação de uma escala numérica de valores de erosividade. Portanto, o fator erosividade da chuva (R) é um índice numérico que expressa à capacidade da chuva em produzir erosão (LOMBARDI NETO; MOLDENHAUER, 1992). Para sua determinação é necessário a existência de uma série histórica de dados de precipitação.

No Brasil, existe uma escassez de dados de precipitação em várias localidades ou regiões, porém, existem em praticamente todas as localidades brasileiras séries históricas de dados pluviométricos. Para tentar resolver a escassez de informações para obtenção do fator erosividade (R) pelo método padrão, através de dados pluviográficos, foram desenvolvidos modelos de regressão relacionados ao índice de erosividade com o coeficiente de chuva (NASIDI *et al*., 2021; LOMBARDI NETO; MOLDENHAUER, 1992).

Isto tem promovido a utilização dos mais variados modelos e equações para estimativas da erosividade das chuvas em diferentes localidades. No estado de Alagoas, merece destaque os trabalhos de Souza *et al*. (2020) estimando a erosividade das chuvas em mesorregiões climáticas, Oliveira Júnior *et al*. (2021) avaliando a climatologia de chuvas em Maceió e Santos *et al*. (2020) trabalhando com dados pluviométricos do munícipio de Água Branca.

Seguindo esta tendência, nesta pesquisa foram utilizados seis modelos matemáticos na obtenção da erosividade das chuvas do município de Santana de Ipanema, localizado no sertão Alagoano. Desta maneira, objetivou-se determinar o fator erosividade (R) através de dados pluviométricos do município de Santana do Ipanema – AL.

2. MATERIAL E MÉTODOS

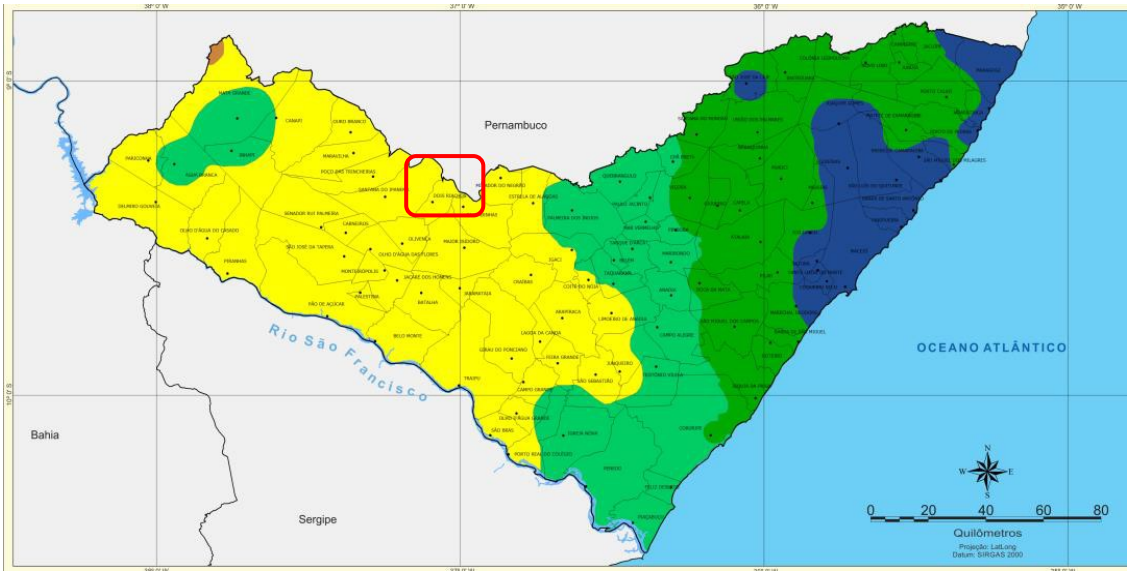
O município de Santana do Ipanema está localizado no sertão alagoano, a 207,3 km de Maceió, capital de Alagoas. Possui estação seca entre outubro e abril, e estação chuvosa entre os meses de maio a agosto, temperatura anual varia entre 20 °C e 39 °C. Os ventos predominantes advêm do quadrante leste, sendo os mais frequentes no verão aqueles

advindos da direção norte. Com clima classificado como BSh, de acordo com a classificação climática de Köppen (Alvares *et al*., 2014).

Foram utilizados dados climáticos do período entre 1912 e 1985, da estação meteorológica do município de Santana do Ipanema – AL (Figura 1), de acordo com as seguintes coordenadas geográficas: 9º 23’59.36’’S, 37º 13’46.22’’O e 250 m. Os referidos dados foram tabulados para cálculo da chuva, coeficiente de chuva e sua relação com a erosividade, utilizando seis modelos matemáticos.

Tais dados são representantes de uma série de 73 anos de análises de dados, do banco de dados da SUDENE, utilizado para o cálculo da média anual de precipitação. Na região Nordeste, a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) tem registros históricos de precipitações para praticamente todas as cidades, este monitoramento iniciou-se em 1912 e encerrou suas atividades em 1985 (BRASIL, 1990).

Figura 1 - Localização do município estudado.



Fonte: Malha municipal digital, IMA/AL.

A estimativa da erosividade de chuva (R) utilizando-se dados pluviométricos não é considerada o método padrão, mas calculando-se a erosividade por dados pluviográficos. Os referidos dados são escassos e de difícil obtenção no Brasil (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017), porém, buscando minimizar este problema foram propostos modelos matemáticos para obtenção da erosividade por dados pluviométricos.

A Equação 1 foi proposta para dados pluviométricos de uma determinada localidade, de acordo com Oliveira Júnior e Medina (1990) baseada no modelo de Fournier (1960), para determinação da erosividade.

(1) $$R_x = 3{,}76 * \left(\frac{M_x^2}{P}\right) + 42{,}77$$

Em que:

R_x= fator R (MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1});

M_x= precipitação média mensal (mm);

P = precipitação média anual (mm).

A Equação 2 foi desenvolvida por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), com base no modelo de Fournier (1960), levando em consideração o coeficiente de chuva.

(2) $$R_x = 68{,}73 * \left(\frac{M_x^2}{P}\right)^{0{,}841}$$

Leprun (1981) estudando precipitações pluviométricas do Nordeste, desenvolveu a Equação 3, através do modelo exponencial.

(3) $$R_x = 0{,}13 * \left(M_x^{1{,}24}\right)$$

A Equação 4 proposta por Val *et al*. (1986) para determinar a erosividade de chuva de uma localidade com base em dados pluviométricos, estando fundamentada no modelo de Fournier (1960).

(4) $$R_x = 12{,}592 * \left(\frac{M_x^2}{P}\right)^{0{,}6030}$$

Rufino *et al*. (1993) desenvolveram a Equação 5 baseada em modelo linear para determinação da erosividade de uma localidade baseada em dados pluviométricos.

(5) $$R_x = 19{,}44 + (4{,}20 * M_x)$$

Morais *et al*. (1991) desenvolveram a Equação 6, também, fundamentada no modelo de Fournier (1960).

(6) $$R_x = 36{,}849 * \left(\frac{M_x^2}{P}\right)^{1{,}0852}$$

Para testar a acurácia dos valores de erosividade de chuva por dados pluviométricos se fez necessário a determinação de um coeficiente de chuva (Rc). Quando a região ou localidade que se pretende determinar os índices de erosividade não dispõe de série com mais de 20 anos de dados pluviométrcos, muitos pesquisadores têm utilizado o Rc, proposto por Fournier (1960), modificado por Lombardi Neto (1977):

(7) $$Rc = \frac{p^2}{P}$$

Em que:

P = precipitação média mensal (mm).

A Erosividade foi categorizada com base nas classes de erosividade da chuva dispostas na tabela 1.

Tabela 1 - Classes de erosividade da chuva média anual e mensal, modificado para o SI por Foster *et al*. (1981).

Classes de Erosividade	**Valores de Erosividade (MJ mm ano^{-1} ha^{-1} h^{-1})**
Muito baixa	R ≤ 2452
Baixa	2452 < R ≤ 4905
Média	4905 < R ≤ 7357
Alta	7357 < R ≤ 9810
Muito Alta	R > 9810

Fonte: Carvalho (2008).

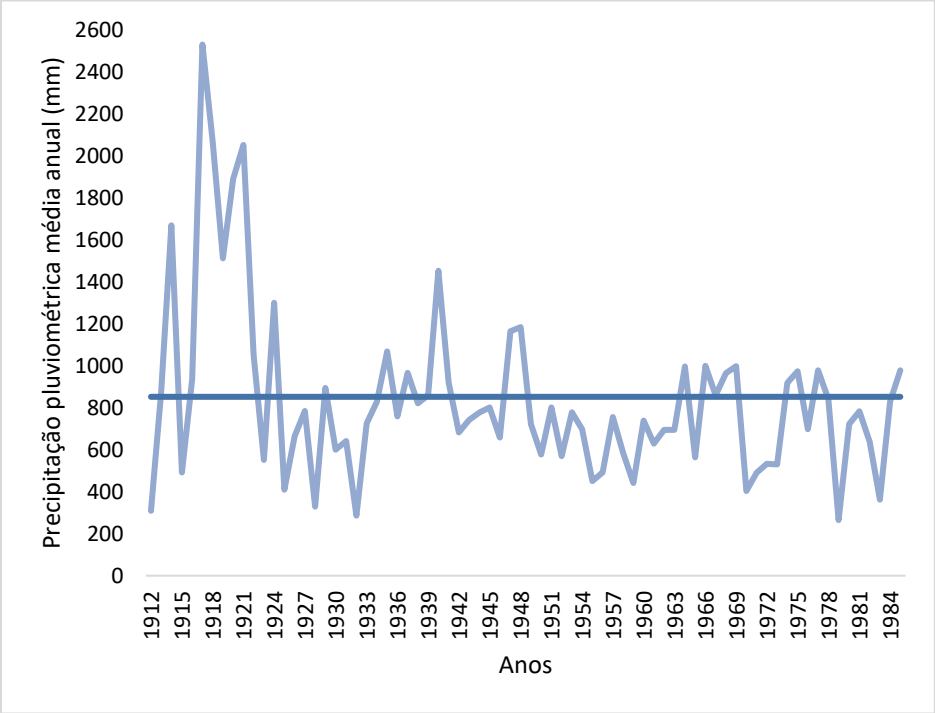
Os dados de erosividade foram submetidos a análise de regressão linear através do programa estatístico Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição espacial e temporal das chuvas

A Figura 2 apresenta a distribuição anual da precipitação pluviométrica do município de Santana do Ipanema – AL.

Figura 2 - Precipitação pluviométrica anual para o município de Santana do Ipanema – AL, no período de observação entre os anos de 1912 a 1985.



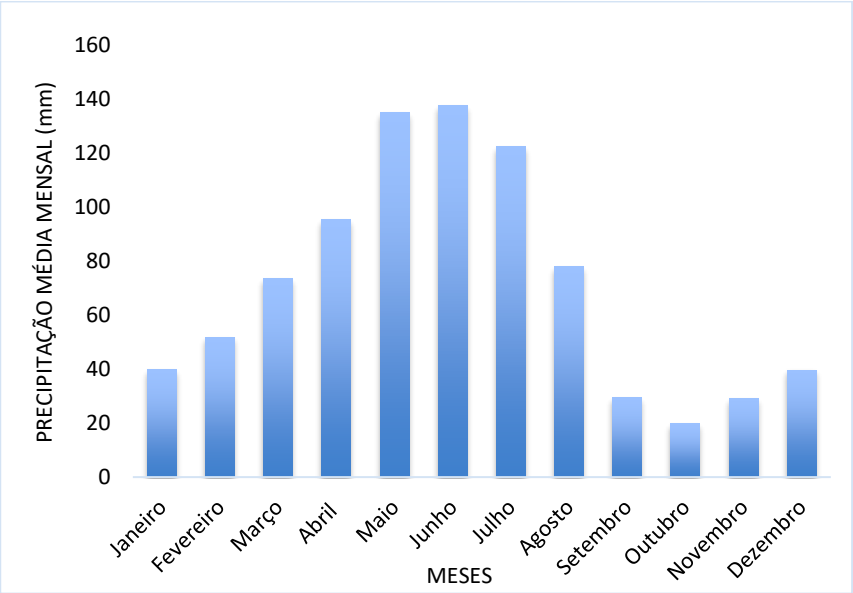
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A média anual de precipitação para o município Santana do Ipanema – AL foi cerca de 852 mm. O ano de 1917 foi o que apresentou os maiores volumes de precipitação, com um total de 2530 mm, enquanto o ano de 1932 apresentou os menores volumes de precipitação dentro da série observada. No período de observação verificou-se que do total de 73 anos, 27 anos registraram valores acima da média, enquanto 46 anos apresentaram valores abaixo da média histórica.

As regiões tropicais, especialmente no recorte territorial do Nordeste brasileiro são caracterizadas por uma grande instabilidade espacial e temporal das precipitações, criando uma marca para região com períodos contínuos de chuvas abaixo da média, levando o registro de eventos conhecidos como secas.

A Figura 3 apresenta a distribuição mensal da precipitação pluviométrica, tendo os meses de maio, junho e julho os que apresentaram as maiores médias, com 135, 138 mm e 123 mm, respectivamente, respondendo a mais de 50% da precipitação anual. Os meses mais secos são setembro, outubro e novembro, que juntos representam em torno de 8 % da ocorrência de chuva na região.

Figura 3 - Precipitação mensal para o município de Santana do Ipanema – AL, no período de 1912 a 1985.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O município em estudo está inserido na região nordeste, no qual apresenta uma grande variação de precipitação no intervalo temporal e espacial de um ano, com períodos relativamente curtos da ocorrência de um grande volume de precipitação, o que contribui para elevar as perdas de solos por processos erosivos.

3.2 Coeficiente de chuva (Rc)

Na Tabela 2 estão apresentados os coeficientes de chuva (Rc) obtidos pelo modelo matemático proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), com base no coeficiente de Fournier (1960), que estabelece uma relação entre os valores de precipitação mensal por um período anual. O município de Santana do Ipanema – AL tem uma variação de coeficientes de chuva, que segue a distribuição anual das chuvas, representando em média 15 % do total da precipitação.

Tabela 2 - Médias mensais da precipitação pluvial (P) e coeficiente de chuva (Rc).

Mês	Total Mensal	
	P (mm)	Rc (mm)
Jan	39,98	1,89
Fev	51,85	3,17
Mar	73,42	6,37
Abr	95,27	10,73
Mai	134,96	21,54
Jun	137,55	22,37
Jul	122,50	17,74
Ago	78,03	7,20
Set	29,45	0,95
Out	20,02	0,27
Nov	29,26	0,97
Dez	39,66	1,86
Total	851,96	95,11

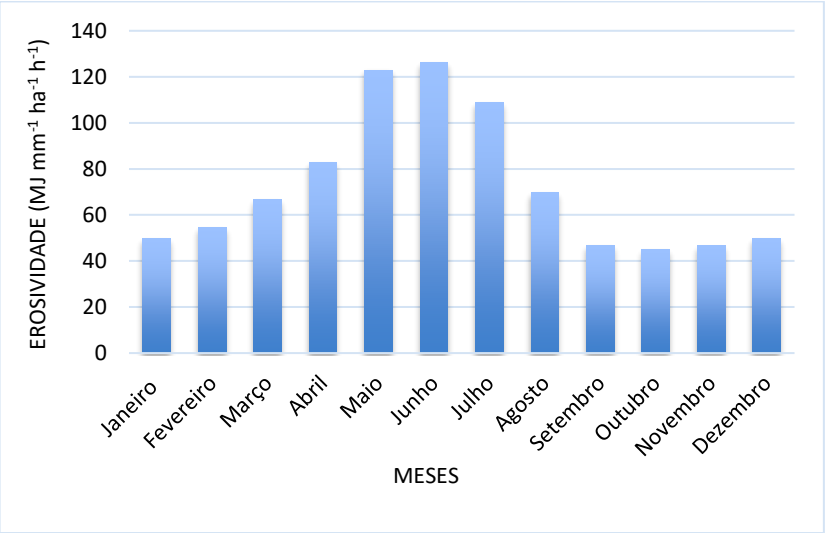
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A distribuição do Rc para o município de Santana do Ipanema – AL tem um comportamento bastante semelhante com a distribuição da precipitação pluviométrica, com os maiores registros nos meses de maio, junho e julho (Tabela 2). Moreti et al. (2003) estudando as características de chuvas do município de São Manuel – SP obtiveram resultados de coeficiente de chuva em torno de 15% para o período chuvoso. Bazzano et al. (2010) estudando as características das chuvas em Rio Grande – RS também obtiveram resultados semelhantes ao município de Santana do Ipanema.

3.3 Erosividade da chuva

O modelo matemático proposto por Oliveira Júnior e Medina (1990) foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da Equação 1, nos resultados desta análise obteve-se um valor médio anual de 72,40 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}, o que pode ser classificado como muito baixo de acordo com as classes de erosividade proposta por Carvalho (2008) (Tabela 1). Já os maiores valores médios mensais de erosividade de chuva foram registrados nos meses de maio, junho e julho (Figura 4), correspondendo a mais de 50% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade foram setembro, outubro e novembro.

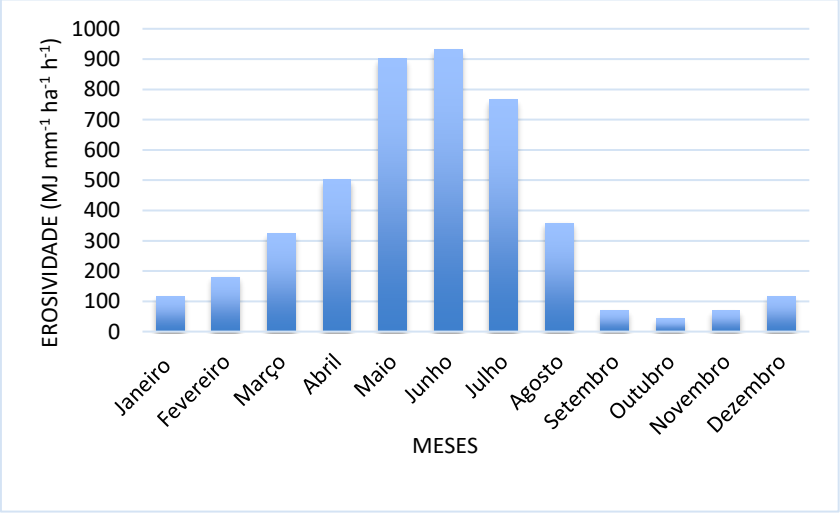
Figura 4 - Média mensal de erosividade, para o período de 73 anos de observações, estimada pela Equação 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O modelo matemático proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da Equação 2, com os resultados desta análise obteve-se um valor médio anual de 364,51 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}, com os maiores valores médios mensais de erosividade de chuva registrados nos meses de maio, junho e julho (Figura 5), correspondendo a 50% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade foram setembro, outubro e novembro.

Figura 5 - Média mensal de erosividade, para o período de 73 anos de observações, estimada pela Equação 2.

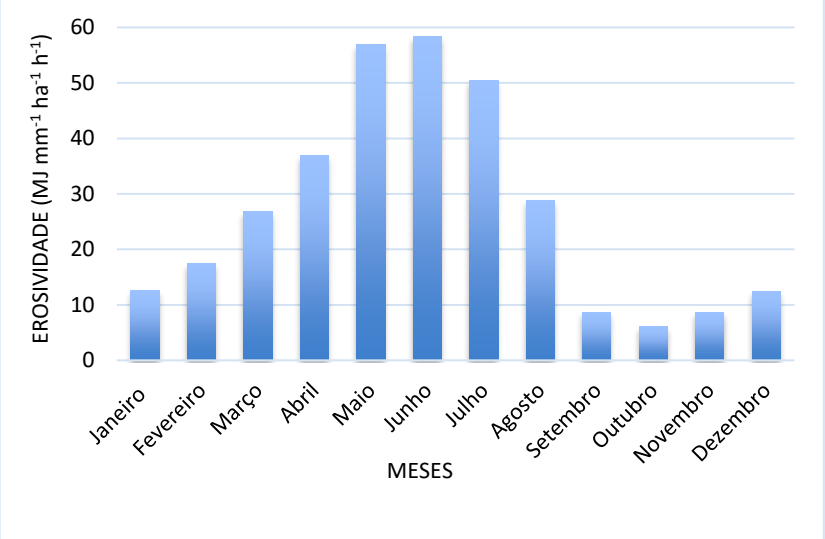


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Amaral *et al*. (2014) utilizando este modelo matemático encontraram resultado semelhante para o valor de erosividade de chuva para o estado da Paraíba. Cantalice *et al*. (2009) encontraram valores de erosividade que não ultrapassaram os 3500 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1} para a região agreste do estado de Pernambuco, região esta que tem condições edafoclimáticas bastante semelhante as da área de estudo.

O modelo matemático proposto por Leprun (1981) foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da Equação 3, os resultados desta análise obtiveram um valor médio anual de 27 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}, com os maiores valores médios mensais de erosividade de chuva registrados nos meses de maio, junho e julho (Figura 6), correspondendo a 50% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade foram setembro, outubro e novembro.

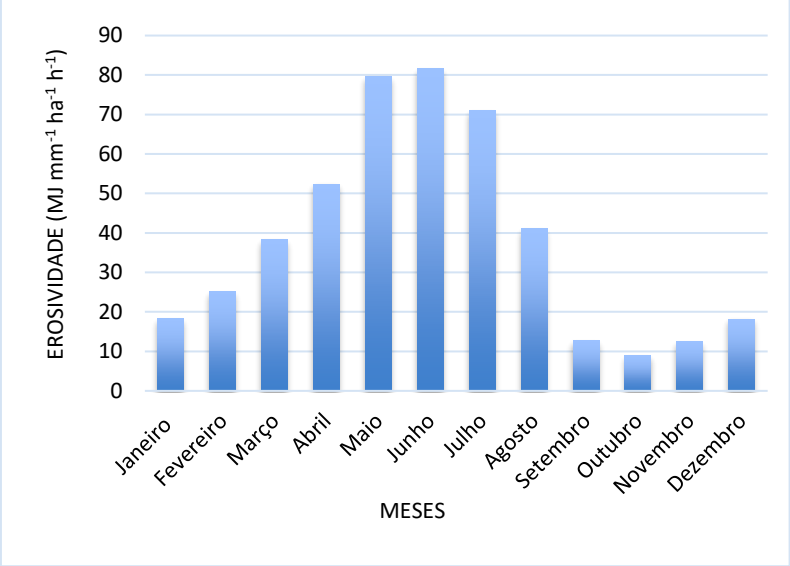
Figura 6 - Média mensal de erosividade, para o período de 73 anos de observações, estimada pela Equação 3.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O modelo matemático proposto por Val *et al*. (1986) foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da Equação 4, os resultados desta análise obtiveram-se um valor médio anual de 38,33 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}, com os maiores valores médio mensais de erosividade de chuva registrados nos meses maio, junho e julho (Figura 7), correspondendo a 50% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade são setembro, outubro e novembro.

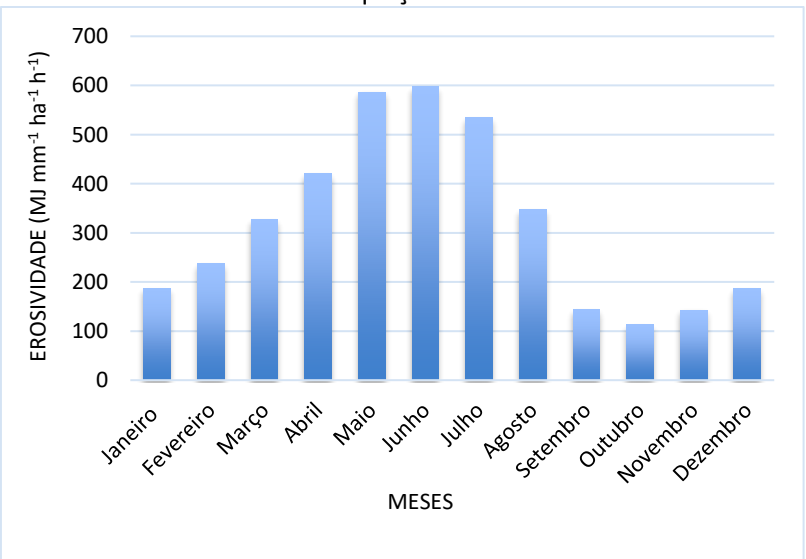
Figura 7 - Média mensal de erosividade, para o período de 73 anos de observações, estimada pela Equação 4.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O modelo matemático proposto por Rufino *et al*. (1993) foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da equação 5, os resultados desta análise obtiveram-se um valor médio anual de 318,48 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}, com os maiores valores médio mensais de erosividade de chuva registrados nos meses maio, junho e julho (Figura 8), correspondendo a 50% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade foram setembro, outubro e novembro.

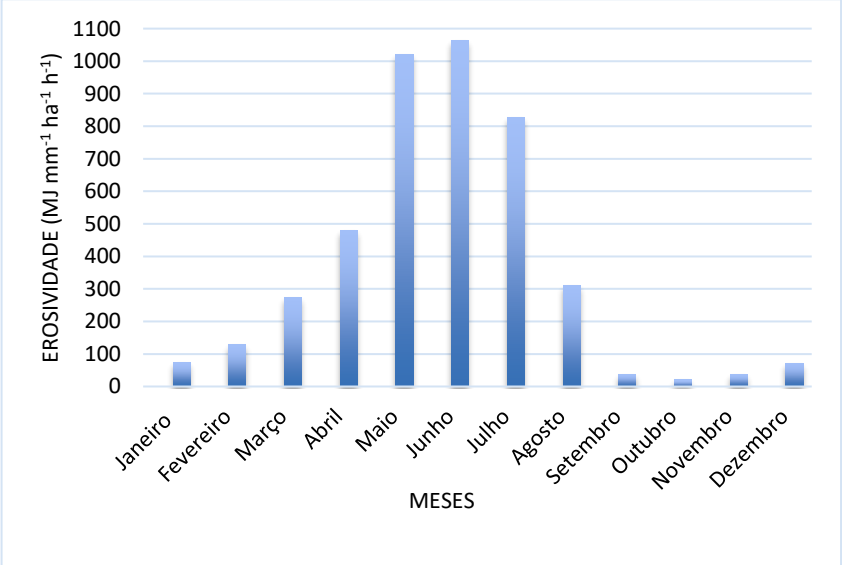
Figura 8 - Média mensal de erosividade, para o período de 73 anos de observações, estimada pela Equação 5.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O modelo matemático proposto por Morais *et al*. (1991) foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da equação 6, obtendo um valor médio anual de 361,48 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}, com os maiores valores médios mensais de erosividade de chuva registrados nos meses de maio, junho e julho (Figura 9), correspondendo a 50% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade foram setembro, outubro e novembro.

Figura 9 - Média mensal de erosividade, para o período de 73 anos de observações, estimada pela Equação 6.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

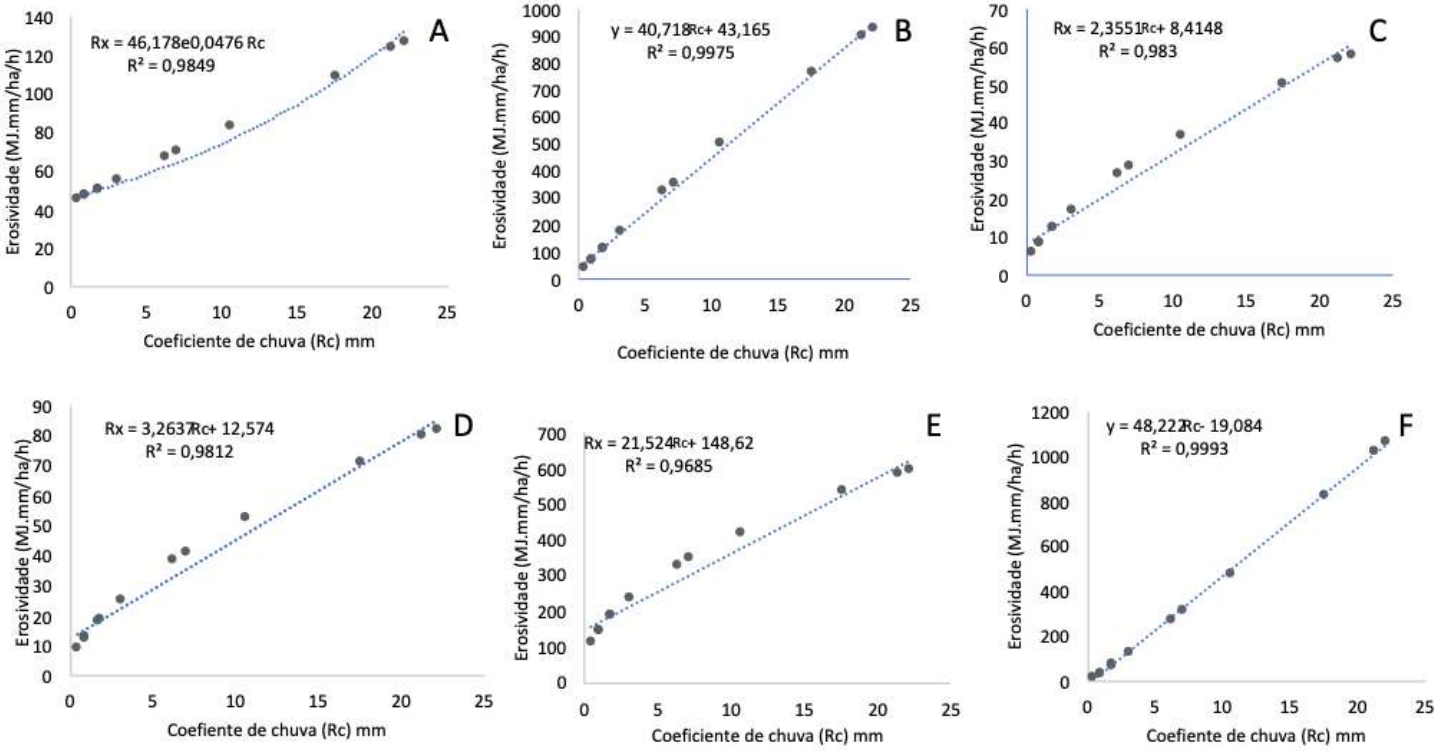
3.4 Erosividade da chuva e coeficiente de chuva

Na análise de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média mensal determinada pelo modelo matemático proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) obteve-se uma correlação linear positiva, com R^2 = 0,99 (Figura 10B), comprovando uma alta correlação. Resultado semelhante foi obtido na análise de correlação alta com valor de R^2= 0,98 utilizando-se o modelo proposto por Oliveira Júnior e Medina (1990) (Figura 10A).

Este comportamento foi observado nas análises do coeficiente de determinação pelos modelos propostos por Morais *et al*. (1991) (Figura 10F), Leprun (1981) (Figura 10C), Val *et al*. (1986) (Figura 10D) e Rufino *et al*. (1993) (Figura 10E) apresentando relação linear positiva, com valores de R^2 acima de 0,90, o que caracteriza alta correlação entre o fator erosividade e o coeficiente de chuva (Rc). Resultados semelhantes foram observados por Amaral *et al*.

(2014) com valor de $R^2 = 0,94$, para o estado da Paraíba.

Figura 10 - Relação entre erosividade da chuva e coeficiente de chuva obtido pelas Equações 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E) e 6 (F).



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Estudando as correlações entre o fator erosividade de chuva e o coeficiente de chuva, vários autores constataram correlação significativa para várias localidades do Brasil, com destaque os trabalhos de Bazzano, Eltz e Cassol (2007), estudando a correlação no estado do Rio Grande do Sul, Roque, Carvalho e Prado (2001) para o estado de São Paulo e Almeida *et al*. (2011) em Mato Grosso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erosividade média anual utilizando modelos matemáticos apresentaram variação de 500 a 7600 MJ mm ha^{-1} h^{-1} ano^{-1} para a área de estudo. Tendo os meses de maio, junho e julho os que correspondem ao período mais crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas e os meses de setembro, outubro e novembro como os períodos menos críticos.

Conclui-se que todos os modelos podem ser utilizados como uma alternativa para se

determinar a erosividade média mensal e anual das chuvas para o município de Santana do Ipanema - AL.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Cristiana O. S.; AMORIM, Ricardo S. S.; ELTZ, Flávio L. F.; COUTO, Eduardo G.; JORDANI, Sara A. Erosividade da chuva em municípios do Mato Grosso: Distribuição sazonal e correlações com dados pluviométricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.142-152, 2011.

ALVARES, Clayton A.; STAPE, José L.; SENTELHAS, Paulo C.; GONÇALVES, José L. M.; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2014.

AMARAL, Bernardo S. D.; CARVALHO NETO, João F.; SILVA, Richarde M.; DANTAS, José C. Variabilidade da erosividade das chuvas no estado da Paraíba. **Revista Brasileira Geografia Física**, v.7, n.4, p.691-701, 2014. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.4.p691-701

BAZZANO, Marcos G. P.; ELTZ, Flávio L. F.; CASSOL, Elemar A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1205-1217, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500036

BAZZANO, Marcos G. P.; ELTZ, Flávio L. F.; CASSOL, Elemar A. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.1, p.235-244, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100024

BRASIL. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Recife, 1990. (Série Pluviometria, 2).

BERTOL, Ildegardis; DE MARIA, Clerici; SOUZA, Luciano da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa: SBCS, 2019.

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do Solo**. São Paulo: Editora Ícone, 2017.

CANTALICE, José R. B.; BEZERRA, Sandro A.; FIGUEIRA, Sandro B.; INÁCIO, Euzelina dos S. B.; SILVA, Maria D. R. O. Linhas isoerosivas do estado de Pernambuco - 1ª aproximação. **Revista Caatinga**, v.22, n.2, p.75-80, 2009.

CARVALHO, Newton de O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

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 Water Conservation**, v.36, p.355-359, 1981.

FOURNIER, Frédéric. **Climat et erosion**: la relation entre l´érosiondy sol par l´eau et les precipitations atmosphériques. Paris: Universitaires de France, 1960.

LEPRUN, Jean C. **A erosão, a conservação e o manejo do solo no nordeste brasileiro**: balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisas. Recife: SUDENE, 1981.

LOMBARDI NETO, Francisco. **Erosividade das chuvas** - sua distribuição e relacionamento com a perda de solo em Campinas, Brasil. West Lafayette: PurdueUniversity, 1977.

LOMBARDI NETO, Francisco; MOLDENHAUER, William C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em campinas, SP. **Bragantia**, v.51, n.2, p.189-196, 1992. DOI: https://doi.org/10.1590/S0006-87051992000200009

MORAIS, L. F. B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T. M. C.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E. L.; WEBER, O. L. S.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.3, p.339-344, 1991.

MORETI, Dolorice; MANNIGEL, Anny R.; CARVALHO, Morel P. Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, n.1, p.137-145, 2003.

NASIDI, Nuraddeen M.; WAYAYOK, Aimrun; ABDULLAH, Ahmad F.; KASSIM Muhamad S. M. Spatio-temporal dynamics of rainfall erosivity due to climate change in cameron highlands, Malaysia. **Modeling Earth Systems and Environment**, v.7, n.3, p.1847-1861, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s40808-020-00917-4

OLIVEIRA JÚNIOR, José F.; SOUZA, Pedro H. A.; SOUZA, Edson de O.; VANDERLEI, Mário H. G. S.; CORREIA FILHO, Washington L. F.; SANTOS, Carla T. B.; BATISTA, Bárbara A.; SANTIAGO, Dimas de B.; GOIS, Givanildo. Climatologia da chuva em Maceió: aspectos climáticos e ambientais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.4, p.2253-2264, 2021. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2253-2264

OLIVEIRA JÚNIOR, Raimundo C.; MEDINA, B. Fernandez. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.14, n.2, p.235-239, 1990.

OUMA, Yashon O.; LOTTERING, Lone; TATEISHI, Ryutaro. Soil erosion susceptibility prediction in railway corridors using RUSLE, soil degradation index and the new normalized difference railway erosivity index (NDReLI). **Remote Sensing**, v.14, n.2, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/rs14020348

PADRÓ, Joan-Cristian; CARDOZO, Johnsson; MONTERO, Pau; RUIZ-CARULLA, Roger; ALCAÑIZ, Josep M.; SERRA, Dèlla; CARABASSA, Vicenç. Drone-based identification of erosive processes in open-pit mining restored areas. **Land**, v.11, n.2, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/land11020212

ROQUE, C. G.; CARVALHO, M. P.; PRADO, R. M. Fator erosividade da chuva de Piraju (SP): distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.1, p.147-156, 2001. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000100016

RUFINO, R. L.; BISCAIA, R. C. M.; MERTEN, G. H. Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná, através de pluviometria: terceira aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, n.1, p.439-444, 1993.

SANTOS, Cícero G.; SILVA, Josimar; SANTOS, Valdevan R.; SANTOS, Igor G. O.; SANTOS, Samuel B. T.; ROCHA, Janynne J. L.; SANTOS, Márcio A. L. Aplicação de modelos matemáticos para estimativa do índice de erosividade das chuvas em Água Branca – AL. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.1, p.89947-89964, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-418

SOUZA, Edson de O.; COSTA, Micejane da S.; OLIVEIRA JÚNIOR, José F.; GOIS, Givanildo; MARIANO, Glauber L.; COSTA, Carlos E. S.; CORREIA FILHO, Washington L. F.; SANTIAGO, Dimas de B. Estimativa e espacialização da erosividade em mesorregiões climáticas no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.35, p.769-783, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-77863550005

TANG, Chongjun; LIU, Yu; LI, Zhongwu; GUO, Liping; XU, Aizhen; ZHAO, Jiading. Effectiveness of vegetation cover pattern on regulating soil erosion and runoff generation in red soil environment, southern China. **Ecological Indicators**, v.129, p.1-9, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107956

VAL, L. A.; BAHIA, V. G.; FREIRE, J. C.; DIAS JÚNIOR, M. S. Erosividade das chuvas em Lavras, MG. **Ciência & prática**, v.10, n.2, p.199-209, 1986.

VALENTIN, Christian; RAJOT, Jean L. Soil surface crusting of soil and water harvesting. **Soils as a Key Component of the Critical Zone 5**: Degradation and Rehabilitation, v.5, p.39-82, 2018. DOI: https://doi.org/10.1002/9781119438298.ch3

VALENTIN, Christian. Soil surface crusting of soil and water harvesting. **Soils as a Key Component of the Critical Zone 5**: Degradation and Rehabilitation, v.5, p.21-38, 2018. DOI: https://doi.org/10.1002/9781119438298.ch2

WISCHMEIER, Walter H. Use and misuse of the universal soil loss equation. **Journal Soil Water Conservation**, v.31, p.5-9, 1976.