

ANÁLISES DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DE EROSIVIDADE DO SOLO

THAÍS RAYANE GOMES DA SILVA¹, ANDERSON CARDOSO FERREIRA²,
FELIPE DEL MASSA MARTINS³, GISLAINE COSTA DE MENDONÇA⁴, CÍCERO
GOMES DOS SANTOS⁵, TERESA CRISTINA TARLÉ PISSARRA⁶

¹ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), Depto. Engenharia Rural, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP, trg.silva@unesp.br.

² Eng. Agrônomo, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca – AL.

³ Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. Engenharia Rural, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP.

⁴ Bióloga, Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP.

⁴ Biólogo, Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), Depto. Engenharia Rural, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP.

⁵ Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca – AL.

⁶ Eng. Agrônoma, Profa. Assist. Doutora, Depto. Engenharia Rural, FCAV/Unesp, Jaboticabal – SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A principal causa da degradação do solo em ambientes tropicais e subtropicais úmidos é a erosão hídrica, caracterizada por ser a mais importante no Brasil. Os principais fatores que determinam as perdas de solo por erosão hídrica são a erosividade, erodibilidade, topografia, uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas. O planejamento conservacionista adequado requer o conhecimento dos fatores que influenciam a erosão local. A quantificação das perdas de solo por erosão hídrica auxilia na definição das técnicas de manejo e práticas conservacionistas adequadas para cada província. O objetivo deste trabalho foi determinar a erosividade das chuvas para o município de Rio Largo - AL, através de dados pluviométricos no período de 1963 a 2015. Os referidos dados foram tabulados para cálculo de chuva, coeficiente e sua relação com a erosividade utilizando seis equações. A média pluviométrica anual calculada foi de 1712 mm para o período de observação de 52 anos, apresentando uma ampla variação da distribuição das chuvas, com a estação das águas concentrada nos meses de abril a agosto. O índice de erosividade médio anual computado foi de 3761 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, variando de 312 a 7211 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. Os meses de maio, junho e julho correspondem ao período mais crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas, o qual indica que, provavelmente, pode ocorrer uma maior perda de solo por erosão nesse período, e os meses de outubro, novembro e dezembro, compreende o período menos crítico, coincidindo, ambos, com o período de maior e menor precipitação.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação do solo, precipitação, modelos de estimativa da erosividade

ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS TO ESTIMATE SOIL EROSIVITY

ABSTRACT: The main cause of soil degradation in humid tropical and subtropical environments is water erosion, characterized by being the most important in Brazil. The main factors that determine soil losses by water erosion are erosivity, erodibility, topography, soil use and management and conservationist practices. Proper conservation planning requires knowledge of the factors that influence local erosion. The quantification of soil losses due to water erosion helps to define management techniques and conservation practices appropriate

for each province. The objective of this work was to determine the erosivity of rainfall for the municipality of Rio Largo - AL, through rainfall data from 1963 to 2015. These data were tabulated to calculate rainfall, coefficient and its relationship with erosivity using six equations. The average annual rainfall calculated was 1712 mm for the observation period of 52 years, showing a wide variation in rainfall distribution, with the rainy season concentrated in the months of April to August. The computed average annual erosivity index was 3761 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹, ranging from 312 to 7211 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹. The months of May, June and July correspond to the most critical period in relation to the erosive potential of the rains, which indicates that, probably, a greater loss of soil by erosion may occur in this period, and the months of October, November and December, comprises the less critical period, coinciding both with the period of greater and lesser precipitation.

KEYWORDS: Soil conservation, precipitation, erosivity estimation models

INTRODUÇÃO: A quantificação das perdas de solo por erosão hídrica tem como objetivo principal auxiliar na definição das técnicas de manejo e práticas conservacionistas adequadas para cada região, minimizando desta forma os prejuízos ambientais e econômicos. A metodologia amplamente utilizada na predição da taxa de perda de solo é através da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), também conhecida por Universal Soil Loss Equation (USLE). A EUPS exprime a ação dos principais fatores que influenciam a erosão pela chuva (Xavier et al., 2019). A determinação do fator R da EUPS necessita de pelo menos 20 anos de séries históricas de precipitação e o índice EI30 é um dos parâmetros mais utilizados para a quantificação da erosividade, sendo o produto entre energia cinética da chuva (E) e sua maior intensidade num período contínuo de 30 min (I30) (Wischmeier & Smith, 1958). De acordo com Wischmeier (1959) este produto avalia bem as três fases da erosão do solo, ou seja: o impacto das gotas de chuva, o salpicamento das partículas e a turbulência do fluxo, combinados com a enxurrada que transporta as partículas desagregadas do solo. Segundo Lal (1976) a relação empírica obtida por Wischmeier e Smith (1958) subestima a energia cinética das chuvas tropicais. Com o objetivo de reduzir a morosidade dos cálculos uma alternativa muito usada é a estimativa do índice de erosividade a partir das médias pluviométricas mensais denominadas de método pluviométrico (Waltrick et al., 2015). Este método tem a vantagem de poder ser aplicado facilmente em um número grande de locais, uma vez que os dados de pluviômetros são mais facilmente obtidos e possuem séries históricas longas na maioria das localidades brasileiras (Mazurana et al., 2009). No entanto, para a utilização do método pluviométrico, há necessidade de uma equação de correlação com o método pluviográfico específico para a região de estudo (Back, 2017). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a erosividade das chuvas do município de Rio Largo – AL, através de dados pluviométricos, sua distribuição anual, determinando, dessa forma, o período crítico no qual maiores cuidados de proteção do solo deverão ser tomados, assim como verificar a relação entre a erosividade da chuva e a precipitação pluvial.

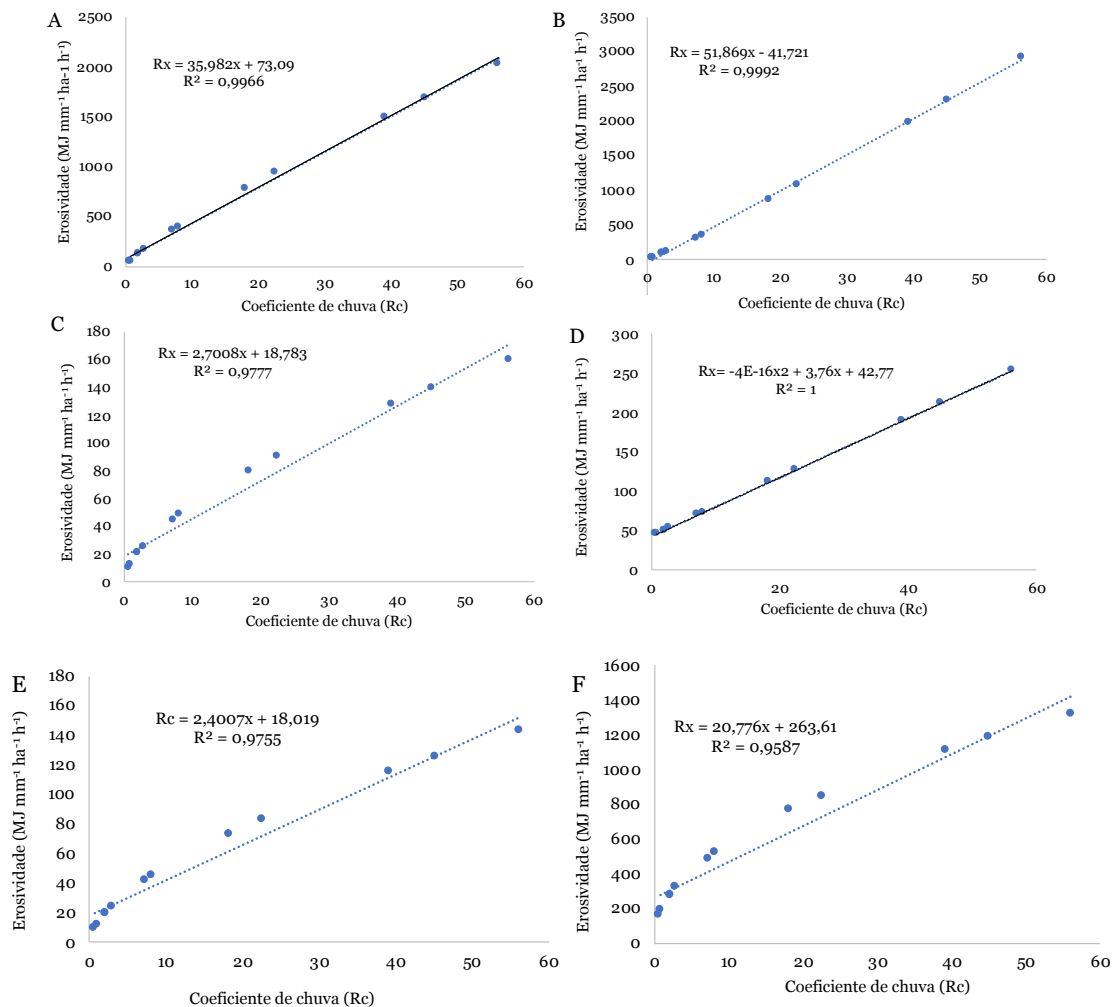
MATERIAL E MÉTODOS: O município de Rio Largo – AL está localizado na região metropolitana de Maceió, capital do estado (Figura 1). Este município faz parte da região fisiográfica denominada de Tabuleiros Costeiros, apresentando uma altitude média de 50 a 100 metros e área territorial 299 km². O clima dessa região, segundo a classificação climática de Köppen, é tropical litorâneo úmido (As), com baixa amplitude térmica anual e com maiores totais de precipitação entre abril e julho. Os valores totais anuais de precipitação pluvial são em média 1800 mm. A temperatura do ar, a 80% de probabilidade, apresenta variação de 26,0 a 32,8°C para a temperatura máxima, e de 18,3°C a 23,2°C para a temperatura mínima (Souza et al., 2004). Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos nos

arquivos da estação meteorológica convencional do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, localizada de acordo com as seguintes coordenadas geográficas 9° 28' S, 35°49' W, para um período de observação de 1963 a 2015. Para estimativa do coeficiente de erosividade de chuva (R_c), com base nos dados pluviométricos do município estudado, utilizou-se a equação proposta por Lombardi Neto (1977), baseada no modelo de Fournier (1960). O modelo 1 proposto por Oliveira Júnior e Medina (1990), baseado no modelo de Fournier (1960), determina a erosividade com dados pluviométricos de uma determinada localidade. O modelo 2 desenvolvido por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), com base no modelo de Fournier (1960), leva em consideração o coeficiente de chuva (Eq.1), que nesta equação foi modificado por M_x , representando a precipitação média mensal para uma dada localidade em estudo. O modelo 3 foi desenvolvido por Leprun (1981) estudando precipitações pluviométricas do Nordeste, obtido através de modelo exponencial. O modelo 4 proposto por Val et al. (1986), para determinar a erosividade de chuva de uma localidade com base em dados pluviométricos, está fundamentado no modelo de Fournier (1960). O modelo 5 de Rufino, Biscaia e Merten (1993) foi desenvolvido baseado em modelos lineares para determinação da erosividade de uma localidade baseada em dados pluviométricos. Morais et al. (1991) desenvolveram o modelo 6 fundamentado nos trabalhos de Fournier (1960). A Erosividade foi categorizada com base nas classes de erosividade da chuva. Os dados de erosividade foram submetidos à análise de regressão linear através do programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na figura 1 estão apresentados os resultados da correlação entre o índice de erosividade de chuva calculados pelos modelos matemáticos citados anteriormente com o coeficiente de chuva (R_c) proposto por Lombardi Neto (1977). Na análise de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média mensal determinada pelo modelo matemático 2, obteve-se uma correlação linear positiva, com $R^2 = 0,99$ (Figura 1A), comprovando uma alta correlação. Resultado semelhante também na análise de correlação alta com valor de $R^2 = 0,96$, utilizando-se o modelo 1 (Figura 1D). Este comportamento foi observado nas análises do coeficiente de determinação pelo modelo 3 (Figura 1C), modelo 6 (Figura 1B), modelo 4 (Figura 1E) e modelo 5 (Figura 1F), 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. Resultados semelhantes foram observados por Amaral et al. (2014), com valor de $R^2 = 0,94$, para o estado da Paraíba. 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 Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) para o estado de São Paulo; Carvalho et al. (2005) para o Rio de Janeiro; Neves e Lollo (2022) em São Pedro – SP e Silva e Dias (2003) para o estado do Ceará.

Figura 1.

Relação entre a erosividade da chuva e o coeficiente de chuva (R_c) obtido por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) (A), Morais et al. (1991) (B), Leprun (1981) (C), Oliveira Júnior e Medina (1990) (D), Val et al. (1986) (E) e Rufino, Biscaia e Merten, (1993).



CONCLUSÕES: A erosividade média anual calculada utilizando os seis modelos matemáticos apresentaram valores que variaram de 312 a 7211 MJ mm ha-1 h-1 ano-1 para a área de estudo; Os meses de maio, junho e julho correspondem ao período mais crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas, o qual indica que, provavelmente, pode ocorrer uma maior perda de solo por erosão nesse período, e os meses de outubro, novembro e dezembro, compreende o período menos crítico, coincidindo, ambos, com o período de maior e menor precipitação; Portanto, tais informações são eficazes para estabelecer quais períodos podem ocorrer maiores perda de solo por processos erosivos; Com isso, os modelos matemáticos apresentados são válidos e podem ser utilizados como uma alternativa para se determinar a erosividade média mensal e anual das chuvas para o município de Rio Largo – AL. Contudo, os modelos matemáticos 2 e 4 apresentaram maior correlação entre o fator de erosividade e coeficiente de chuva.

REFERÊNCIAS:

- Rufino, R. L., Biscaia, R. C. M., & Merten, G. H. (1993). Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná através da pluviometria: Terceira aproximação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 17, 439-44.
- Xavier, J. P. S., Barros, A. H. C., Webber, D. C., Accioly, L. J. O., Marques, F. A., Araujo Filho, J. C., & Silva, A. B. (2019). Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(3), 859-875.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions American Geophysical Union*, 39, 285-291.