

Estimativa da erosividade das chuvas na bacia do riacho Namorado, no município de São João do Cariri (PB)

Estimation of rainfall erosivity in Namorado Creek watershed, in the municipality of São João do Cariri (PB)

Telma Lucia Bezerra Alves^{1(*)}
Pedro Vieira de Azevedo²

Resumo

A erosividade da chuva é o termo da Equação Universal da Perda de Solo que expressa a capacidade erosiva da precipitação pela desagregação, por impacto, das partículas da superfície do solo, conduzindo à sua degradação. Considerando a importância deste fator no desencadeamento do processo erosivo, o presente estudo objetivou estimar o grau de erosividade da bacia hidrográfica do riacho Namorado, no município de São João do Cariri (PB). O método empregado para estimar a erosividade da chuva baseou-se nas equações descritas na literatura especializada, com ajustamento para as condições locais da equação básica que relaciona a altura da chuva mensal e anual. Os resultados indicaram uma erosividade média anual de 78,07 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ que, de acordo com a conversão realizada, corresponde a uma perda de solo de 7,95 tm mm ha⁻¹ h ano⁻¹. O índice de erosividade apresenta-se altamente correlacionado com o coeficiente de precipitação ($R^2 = 0,93$), permitindo um bom ajustamento da equação para o cálculo do índice de erosão, com maiores valores da erosividade nos meses de fevereiro, março e abril, os quais coincidem com o trimestre mais chuvoso.

Palavras-chave: erosão hídrica; degradação do solo; precipitação pluvial.

Abstract

The erosivity of rain is the term of Equation Universal Soil Loss expressing the erosive capacity of precipitation by disintegration by impact of the particles of the soil surface, leading to their degradation. Considering the importance of this factor in triggering the erosion process, the present study aimed to estimate the degree of

1 MSc.; Licenciada em Geografia; Bolsista CNPq; Doutoranda em Recursos Naturais na Universidade Federal de Campina Grande, UFCG; Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58429-140, Campina Grande, Paraíba, Brasil; E-mail: telmalu@yahoo.com.br (*) Autora para correspondência.

2 Dr.; Agrônomo e Meteorologista; Professor do Departamento de Ciências Atmosféricas - DCA da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG; Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58429-140, Campina Grande, Paraíba, Brasil; E-mail: pvieira@dca.ufcg.edu.br

erosivity in the Namorado Creek basin, in São João do Cariri (PB). The method used to estimate the rainfall erosivity based on the equations described in the literature, with adjustment for local conditions of the basic equation that relates the height of the monthly and annual rainfall. The results indicated an average of yearly erosivity of 78.07 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹ in accordance with the conversion performed, corresponds to a loss of soil of 7.95 tm mm ha⁻¹ h⁻¹ year⁻¹. The erosivity index has been highly correlated with the rainfall coefficient ($R^2 = 0.93$), allowing a good fit of the equation to calculate the rate of erosion, with highest values of erosivity in the months of February, March and April, which coincide with the wettest quarter.

Key words: water erosion; soil degradation; rainfall.

Introdução

A erosão é um fenômeno cujo impacto sobre os recursos naturais renováveis tem preocupado governos e instituições em todo o mundo. A magnitude deste fenômeno tem sido considerada uma ameaça à própria existência da humanidade, contribuindo para a urgência de se quantificar e controlar, de forma racional, as causas do processo erosivo (ALBUQUERQUE et al., 2005).

A determinação de fatores erosivos através da Equação Universal de Perda de Solo contribui para que se tenha uma previsão mais precisa das perdas de solo, servindo como guia para o planejamento do uso do solo e determinação das práticas de conservação do solo mais apropriadas a uma dada área (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2010).

Nesse contexto, faz-se necessário evidenciar a diferenciação entre os termos erodibilidade (aquilo que é frágil por princípio) como o solo, e erosividade (processos que agredem espaços que possuem fragilidades intrínsecas), a exemplo da chuva. A erosividade acentua a degradação de setores de um território sujeito localmente a uma marcante erodibilidade (AB'SABER, 2006).

De acordo com Silva et al. (2004), o índice de erosividade da chuva é um dos componentes da Equação Universal de Perda de Solo, o qual expressa a capacidade da chuva esperada em dada localidade de causar erosão em uma área sem proteção. Esse índice tem estimado com relativa precisão os valores de erosividade, utilizando valores acumulados de chuvas, que são dados mais facilmente obtidos. Uma definição simples sobre erosividade da chuva é dada por Hudson (1961), a qual indica que a erosividade é a habilidade da chuva em causar erosão.

Segundo Wischmeier e Smith (1978), a erosividade é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção. Este fator pode servir ainda como parâmetro de suporte a trabalhos de extensão e assistência rural, pois permite definir épocas críticas quanto à ocorrência da erosão (BERTOL, 1994).

Danos irreversíveis ao solo e redução nos rendimentos das culturas ocorrem por causa da erosão, sendo por isso necessários programas de controle da erosão hídrica para que uma agricultura estável possa ser praticada. O conhecimento aprofundado dos agentes erosivos é ponto inicial para qualquer

programa de conservação do solo. Sendo o estudo das características da chuva importante, pois estas podem determinar grande parte dos efeitos erosivos. Porém, os padrões hídricos de chuva ainda são pouco estudados no Brasil (HICKMANN et al., 2008).

De acordo com Machado et al. (2008), a capacidade da chuva em causar erosão, ou seja, sua erosividade é considerada como o fator mais ativo da erosão hídrica. Tem seu potencial erosivo quantificado a partir das características físicas da precipitação pluvial. Além de possibilitar a obtenção do fator R (índice de erosividade anual) da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), o conhecimento da distribuição da erosividade ao longo do ano permite alertar sobre os períodos mais críticos visando à adoção de estratégias para a redução da perda de solo e nutrientes.

As características das precipitações que mais interferem no processo de erosão do solo são a intensidade, a duração e a frequência da precipitação e a sua erosividade. A erosividade da chuva tem sido objeto de estudo por muitos pesquisadores (LOMBARDI NETO; MOLDENHAUER, 1992; HICKMANN et al. 2008; BERTOL, 1994; MACHADO et al. 2008).

Nesse contexto, Wischmeier; Smith (1978) verificaram que, considerando-se constante os demais fatores que causam erosão, a perda de solo por unidade de área de um terreno desprotegido de vegetação é diretamente proporcional ao produto de duas características da chuva: energia cinética multiplicada por sua intensidade máxima em trinta minutos.

De acordo com Guerra (2001), o salpicamento causado pela chuva ocorre, basicamente, como um resultado das forças causadas pelo impacto das gotas de chuva, causando a erosão hídrica. A erosão

por salpicamento pode diminuir em um determinado tipo de solo, especialmente se o próprio salpicamento formar crostas na superfície diminuindo a ação erosiva das gotas da chuva, que encontrarão uma superfície mais resistente a energia cinética da chuva, mas que por outro lado essa superfície selada diminui a infiltração de água no solo, aumentando o escoamento superficial.

Quando a água não é interceptada pelos vegetais ou por outros elementos e atinge a superfície terrestre, ocorre a infiltração, e, conseqüentemente, o abastecimento das zonas freáticas, devido à ação da gravidade e capilaridade. Quando o solo não consegue mais absorver a água, o excesso começa a se mover em superfície ou em subsuperfície, podendo provocar erosão, através do escoamento das águas (GUERRA, 2001).

Com relação às formas clássicas de erosão causadas pela água, distinguem-se a laminar, em sulcos, em ravinas e em voçorocas, descritas por Horton (1945) e Guerra (2001): Laminar - remoção de delgadas camadas de solo, cuja ação não é notada com facilidade; Sulcos - ocorre em pequenas irregularidades do terreno, nas quais a enxurrada se concentra, levando à formação de filetes que se escoam seguindo aproximadamente a linha de maior declividade da encosta; Ravinas - ocorre a partir do momento em que a velocidade do fluxo adquire um regime turbulento e origina-se uma incisão ao longo da linha de fluxo; Voçorocas - são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e fundo chato, ocorrendo fluxo de água durante eventos chuvosos.

Face ao exposto, o presente trabalho objetivou a estimativa da erosividade das chuvas, fator R da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), para os solos da bacia

hidrográfica do riacho Namorado, São João do Cariri (PB).

Material e Métodos

A presente pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do riacho Namorado, localizada no município de São João do Cariri (Latitude: 07° 20' 12" S e Longitude: 35° 28' 35" W), inserida na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental do estado da Paraíba (Figura 1). A área da bacia do riacho Namorado corresponde a aproximadamente 13,85 km², com perímetro de 22,63 km. O padrão da drenagem é dendrítico, também conhecido como arborescente, porque em seu desenvolvimento assemelha-se a configuração de uma árvore e também por não apresentar nenhuma orientação preferencial ou organização

sistemática. O comprimento total dos riachos existentes na área da bacia é de 23,05 km.

Os principais elementos da geologia e estrutura da província Borborema, na qual o município de São João do Cariri está inserido, correspondem ao complexo granito – gnáissico – migmatítico de Pernambuco-Alagoas, dentre outras localidades. Esse embasamento é cristalino de idade Pré-Cambriana, cujos terrenos destas áreas apresentam características de impermeabilidade que facilitam o escoamento superficial (PIRES, 2009). Com relação à geomorfologia, o relevo do município apresenta-se predominantemente plano a levemente ondulado, tratando-se de área inserida numa superfície do território paraibano, intensamente rebaixada pelos ciclos de erosão iniciados no final do Terciário, que dissecaram periféricamente o núcleo nordestino do escudo brasileiro (TELES, 2005).

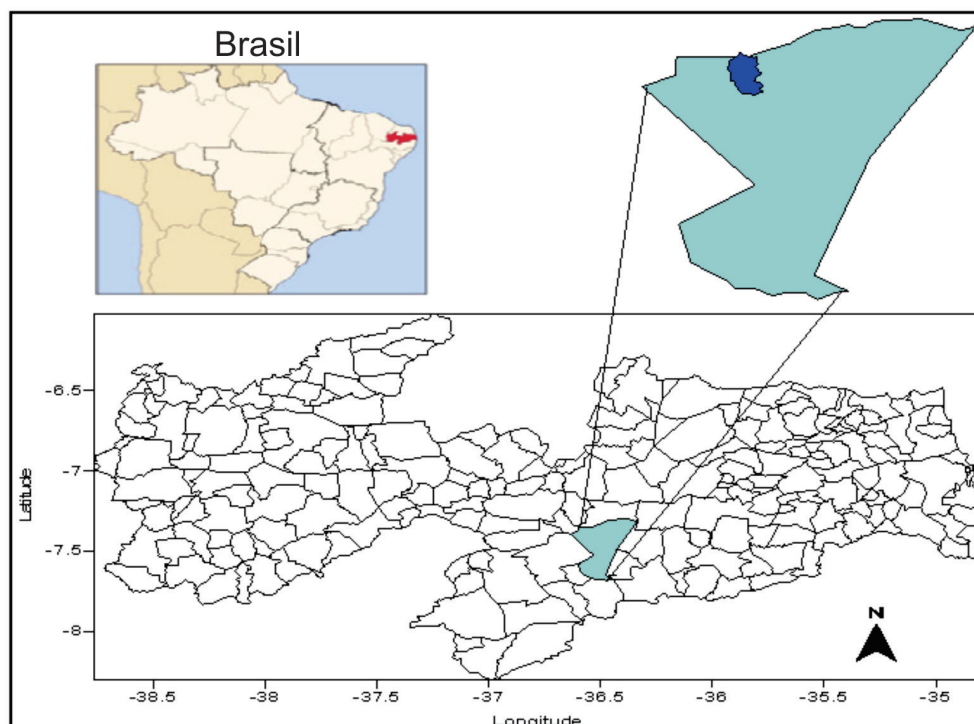


Figura 1. Localização geográfica do município de São João do Cariri (PB), no estado da Paraíba, e da bacia hidrográfica do riacho Namorado

Os solos da área da bacia hidrográfica do riacho Namorado foram classificados por Chaves et al. (2002) como: Luvissole Crômico Vértico - TC (Bruno Não-Cálcico Vértico), Vertissolo Cromado Órtico - VC (Vertisol) e o Neossolo Litólico - RL (Solo Litólico), ocorrendo em 55,6%, 22,4% e 7,9% da área, respectivamente.

De acordo com a classificação climática de Köppen (1928), o clima da região em análise é do tipo semiárido quente (BSh), onde a temperatura média mensal do mês mais frio é superior a 18 °C, a estação chuvosa ocorre de fevereiro a abril, e a precipitação pluviométrica anual é inferior a 600 mm, sendo os totais de chuva na curta estação chuvosa inferiores aos da evapotranspiração, que são, em média, 1.600 mm anuais.

O modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas no semiárido paraibano é extremamente irregular, tanto no tempo quanto no espaço geográfico. Na maioria dos anos, há uma predominância de estação chuvosa com duração de aproximadamente três meses (fevereiro, março e abril), em outros persiste por até nove meses ou chove torrencialmente num local e quase nada na sua circunvizinhança (ALMEIDA; SILVA, 2008). Durante a estação chuvosa, as chuvas nessa região caracterizam-se por serem de curta duração, forte intensidade, causando bastante influência nos cultivos e no desenvolvimento dos processos erosivos do solo.

Em relação à hidrografia, o curso d'água mais importante da bacia hidrográfica é o riacho Namorado, ao longo do qual existem três açudes particulares, de tamanhos variados, além do Açude Público Namorado. O riacho Namorado é afluente direto do rio Taperoá, formando uma sub-bacia que compõe a bacia do rio Paraíba.

A vegetação desta unidade ambiental é formada por Florestas Subcaducifólias e Caducifólias, nativas das áreas semiáridas com predominância da caatinga, além da algaroba e as áreas de cultivo anuais e campos de palma. As práticas agrícolas desenvolvidas na região acompanham predominantemente o período da estação chuvosa (fevereiro, março e abril), pois o suprimento de água é natural, sendo realizadas para subsistência das famílias. De acordo com Alves (2012), as principais culturas desenvolvidas na região são o milho e o feijão. Como cultivos secundários desenvolvem-se a produção de batata, de sorgo e melancia. A palma e o capim são plantados para serem utilizados como suporte forrageiro, ocupando parte das terras nas propriedades rurais da bacia hidrográfica e do seu entorno. Assim, os estudos de erosividade da chuva contribuem para o planejamento adequado dessas atividades, considerando-se que às perdas da camada superficial do solo por erosão hídrica causam a redução da capacidade produtivas dos solos.

A mensuração dos processos erosivos teve como suporte o cálculo da perda de solo por erosão, com base na equação universal, proposta por Wischmeier; Smith (1978):

$$A = R^* K^* L^* S^* C^* P \quad (1)$$

Em que:

A = perda de solo por erosão (ton/ha/ano);

R = erosividade da chuva;

K = erodibilidade do solo;

L = fator comprimento do declive;

S = fator grau de declividade a topografia;

C = fator uso e manejo;

P = fator prática conservacionista.

No presente trabalho, foi calculado o índice médio mensal de erosão (I_e), que

corresponde ao coeficiente de chuva (C_c) ou erosividade da chuva como indicativo (R) da EUPS, estimado como estabelece Zachar (1982):

$$I_e = P_{mm}^2 / P_{ma} \quad (2)$$

Em que:

P_{mm} = precipitação média mensal (mm);

P_{ma} = precipitação média anual (mm).

Contudo, sempre há necessidade de fazer algum ajuste na equação para adequá-las as condições climáticas locais. Neste sentido, foi feito um ajustamento da equação para a região de São João do Cariri (PB), com base na regressão entre o coeficiente de chuva (C_c) e o índice médio mensal de erosão (I_e), ambos descritos por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), a princípio calculando-se a energia cinética da chuva, através da equação:

$$Ec = 0,119 + 0,0873 * \log I \quad (3)$$

Em que:

Ec = energia cinética em $MJ \text{ ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$;

I = intensidade de chuva em mm hora^{-1} .

O valor limite do campo superior de definição da variável I_e é 76 mm/h , a qual gera uma energia cinética igual a $0,283 \text{ MJ/ha.mm}$. Nas planilhas de chuva, foram consideradas todas as chuvas com intensidade superior a 10 mm , calculando-se a energia cinética, duração e intensidade máxima em trinta minutos dessas chuvas.

O Índice de erosão foi, então calculado como:

$$I_e = Ec * I_{30} \quad (4)$$

Em que:

I_e = Índice de erosão em $MJ\text{-mm.ha}^{-1}.\text{hora}^{-1}$;

Ec = energia cinética em $MJ.ha^{-1}$;

I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, em mm.hora^{-1} .

Para estes cálculos, utilizaram-se as planilhas de chuva, oriundas da Estação Meteorológica Automática ($07^\circ 22' 54'' \text{ S}$; $36^\circ 31' 39'' \text{ W}$ e 479 m de altitude) instalada no interior da bacia hidrográfica do riacho Namorado, por meio do armazenamento dos valores de chuva em datalogger, para intervalo de 5 minutos.

Foram determinadas, para todas as chuvas acima de 10 mm , a precipitação acumulada (P), a energia cinética (Ec) e a intensidade máxima de 30 minutos (I_{30}). Os valores do índice de erosividade (I_e) para cada chuva individual foram somados mensalmente. Os valores de Ec e I_e foram estabelecidos apenas para o ano de 2008, devido à indisponibilidade e escassez de registros de intensidade de chuva consistentes para os demais anos.

Ressalta-se, contudo, a escassez ou mesmo inexistência de dados pluviográficos necessários para a obtenção da intensidade máxima das chuvas em muitos países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil e, ainda, a morosidade das análises dos diagramas dos pluviógrafos para o cálculo da energia cinética, destacando-se também a complexidade nos cálculos, que requer registros detalhados da precipitação. Assim, em razão da inexistência de registros, no presente trabalho foi utilizado apenas os dados referentes ao ano de 2008.

Com a obtenção de um elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,93$) entre o coeficiente de chuva ($C_c = P_{mm}^2 / P_{ma}$) e o Índice médio mensal de erosão para o ano de 2008, realizou-se um ajuste da equação, através da qual foi calculado o Índice de erosão médio mensal e anual para a média da série de anos (1911 a 2010), procedendo-se a

classificação do valor anual em $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, conforme tabela 1:

Tabela 1. Classes de interpretação para índices de erosividade

Intervalo ($\text{tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)	Classes de erosividade
$I_e < 250$	Fraca
$250 < I_e < 500$	Média
$500 < I_e < 750$	Média a Forte
$750 < I_e < 1000$	Forte
$I_e > 1000$	Muito forte

Fonte: Carvalho (1994)

Para converter um valor de erosividade fornecido no sistema métrico ($\text{tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) para o sistema internacional ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), multiplica-se o valor por 9,81. Consequentemente, para converter um valor do sistema internacional para o sistema métrico, divide-se o valor por 9,81, conforme indicado por Foster et al. (1981).

Resultados e Discussão

Os resultados da análise da erosividade das chuvas (fator R da Equação Universal

de Perda de Solo) para os solos da bacia hidrográfica do riacho Namorado, no município de São João do Cariri (PB) indicam que o valor anual da erosividade encontrado para a área foi de $78,07 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, calculado para a média de uma série histórica (1911-2010) de precipitação pluvial, e que corresponde a uma perda de solo de $7,95 \text{ tm mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. De acordo com a tabela 1, esse valor representa uma erosividade fraca. Tal fato pode ser explicado pelas poucas precipitações ocorrentes na região durante o período de um ano, concentrando-se nos meses da curta estação chuvosa (fevereiro, março e abril) e sendo extremamente escassas e variáveis em alguns anos da série estudada. Além disso, este valor representa apenas o indicativo R da Equação Universal de Perda de Solo.

Na figura 2 observa-se a distribuição mensal da erosividade da chuva e da precipitação pluvial para o ano de 2008, na bacia hidrográfica do riacho Namorado, ano para o qual foi estabelecida a relação entre o coeficiente de precipitação (Cc) e o índice de erosividade (I_e). Identifica-se que os meses de março, abril e maio apresentaram elevada precipitação e consequentemente intensidade de erosão.

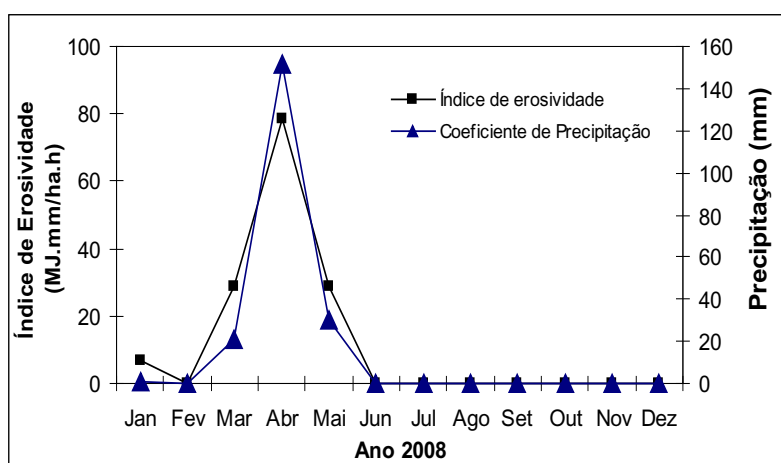


Figura 2. Valores mensais do Coeficiente de precipitação pluvial e do índice de erosividade para o ano de 2008. Bacia hidrográfica do riacho Namorado, São João do Cariri (PB)

Então, numa tentativa de ajustar o método para a região do cariri paraibano, foi realizada uma regressão (Figura 3) entre o índice médio mensal de erosividade de (I_e) e o coeficiente de chuva (C_c) apenas para o ano de 2008, em virtude da indisponibilidade de uma série maior de dados. Obteve-se um alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,93$), obtendo-se a seguinte equação:

$$I_e = 0,5227 (P_{mm}^2/P_{ma}) + 3,0221 \quad (5)$$

Em que:

I_e = Índice de erosividade;

P_{mm} = precipitação média mensal;

P_{ma} = precipitação média anual. Esta equação

foi aplicada aos valores médios da série de (1911- 2010).

Os maiores valores de erosividade para a série analisada foram observados nos meses de fevereiro, março e abril (Figura 4), coincidindo com os elevados valores precipitados, correspondendo a mais de 72% do potencial erosivo anual. É possível identificar ainda que os índices de erosividade são praticamente nulos nos meses que correspondem as estações da primavera e os de início do verão. Isso se deve a baixa quantidade de chuva registrada neste período.

Diferentemente das características das precipitações ocorrentes de fevereiro a maio, que são intensas e torrenciais.

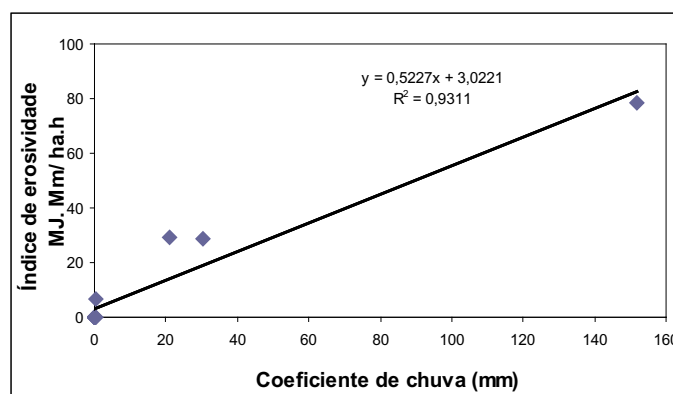


Figura 3. Regressão entre os valores do índice de erosividade (I_e) e o coeficiente de chuva (C_c) na bacia hidrográfica riacho Namorado, no município de São João do Cariri (PB)

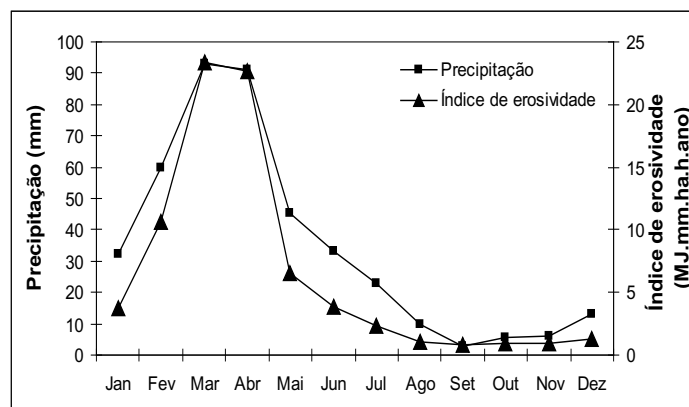


Figura 4. Médias mensais do índice de erosividade da bacia hidrográfica do riacho Namorado, São João do Cariri (PB). Médias do período de 1911 a 2010

O plantio das culturas morro abaixo e o pastoreio intensivo, práticas adotadas na região em estudo, ocasionam a diminuição da cobertura vegetal, intensificam a desagregação das partículas do solo pelas gotas da chuva, assim como o seu transporte pelo escoamento e posteriormente deposição das partículas.

Não foram observadas práticas conservacionistas do solo na área, sendo necessárias recomendações e sugestões, baseadas na literatura de Guerra e Mendonça (2004), que protejam o solo da ação erosiva da chuva, tais como: reflorestamento; não-uso da queimada; adoção de medidas para controlar o avanço das voçorocas, como plantio e construção de pequenos diques e muro gabião; rotação de culturas; manutenção da cobertura vegetal em épocas críticas durante o ano; cultivo em curva de nível; agricultura orgânica; manutenção de faixas com vegetação permanente; canalização da água em direção a áreas não suscetíveis a erosão; cobertura com vegetação em cortes de estradas e margem de rios; manutenção da umidade do solo; e aumento da rugosidade do solo, através de práticas de aragem ou do plantio de espécies vegetais, para diminuir a ação do vento.

Ressalta-se ainda que na região semiárida as espécies vegetais perdem as folhas na estação seca, que antecede o período chuvoso, como estratégia de retenção hídrica. Deste modo, é fundamental que a serrapilheira

decorrente deste fenômeno seja mantida como cobertura mínima possível do solo.

Conclusão

A avaliação da erosividade das chuvas na bacia hidrográfica do riacho Namorado, no município de São João do Cariri (PB), permitiu concluir que:

O Índice de erosividade apresenta boa correlação ($R^2 = 0,93$) com o coeficiente de precipitação, permitindo um bom ajustamento da equação para o cálculo da Erosividade da chuva, evidenciando maiores valores nos meses que coincidem com o trimestre mais chuvoso;

O valor anual da erosividade encontrado para a área foi de 78,07 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, calculado para a média de uma série histórica (1911-2010) de precipitação pluvial, e que corresponde a uma perda de solo de 7,95 tm mm ha⁻¹ ano⁻¹.

As práticas agrícolas precisam ser planejadas, e as medidas conservacionistas adotadas, para reduzir o impacto provocado pela erosividade das chuvas, sendo essencial manter a cobertura vegetal natural ou a serrapilheira no solo durante o período chuvoso.

Agradecimento

À Capes pela concessão de Bolsa a primeira autora e financiamento do estudo.

Referências

AB'SABER, A.N. **Escritos ecológicos**. 2. ed. São Paulo: Lazuli, 2006. 167p.

ALBUQUERQUE, A.W.; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J.R.; COSTA, J.P.V.; SOUZA, J.L. Determinação de fatores da equação universal de perda de solo em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.153-160, 2005.

ALMEIDA H.A.; SILVA,L. Determinação das características hídricas da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n.1, p.77-86, 2008.

ALVES, T.L.B. **Caracterização física e socioambiental da microbacia hidrográfica do riacho Namorado no município de São João do Cariri-PB**. 2012. 110f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2012.

BERTOL,I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1453-1458, 1994.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 355p.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, ELETROBRÁS, 1994.

CHAVES, L.H.G.; CHAVES, I.B.; VASCONCELOS, A.C.F.; SILVA, A.P.P. **Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na bacia Escola do Açude Namorado**: diagnóstico do uso e degradação das terras. Campina Grande: BNB, UFPB, FINEP, 2002. 114p. Relatório Técnico, v.1.

FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENAHUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.36, n.6, p.355-359, nov./dec., 1981.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia** – uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.149-209, 2004.

_____; MENDONÇA, R.G.M. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, p.225-251, 2004.

HICKMANN, C.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; COGO, C.M. Erosividade das chuvas em Uruguaiana, RS, determinada pelo índice EI30, com base no período de 1963 a 1991. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.825-831, 2008.

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, London, v.56, p.275-370, 1945.

HUDSON, N.W. An introduction to the mechanics of soil erosion under conditions of sub-tropical rainfall. **Proceedings and Transactions - Rhodesia Scientific Association**, v.49, p.15-25, 1961.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p.189-196, dez. 1992.

MACHADO, R.L.; CARVALHO, D.F.; COSTA, J.R.; OLIVEIRA NETO, D.H.; PINTO, M.F. Análise da erosividade das chuvas associada aos padrões de precipitação pluvial na região de Ribeirão das Lajes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.2113-2123, 2008.

PIRES, F.R.M. Arcabouço geológico. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, J.A.T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2009. 392p.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2004. 140p.

TELES, M.M.F. **Cobertura vegetal do município de São João do Cariri - PB: I** – Distribuição espacial da Caatinga II – uso de lenha como fonte de energia. 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, D.C, United States Department of Agriculture, 1978. 58p. (Agriculture handbook, 537).

ZACHAR, D. **Soil erosion: developments in soil science**. New York: Elsevier Scientific, 1982. 547p.