

Estimativa da erosividade das chuvas (R) nas terras secas do Estado do Piauí¹

Evaluation of rainfall erosion index (R) in State of Piauí, Brazil

Cláudia Maria Sabóia de Aquino², José Gerardo Beserra de Oliveira³ e
Marta Celina Linhares Sales⁴

Resumo - A erosividade da chuva (R) é o termo da Equação Universal da Perda de Solo que expressa a capacidade erosiva da precipitação, que desagrega por impacto as partículas da superfície do solo, conduzindo à sua degradação. Considerando a importância deste fator no desencadeamento do processo erosivo o presente estudo objetivou estimar os valores de erosividade para as terras secas do estado do Piauí, identificadas de acordo com índice de aridez. O método empregado para estimar a erosividade da chuva baseou-se na equação $EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85}$. Os resultados mostraram que o valor da erosividade média anual é de 5.153 MJ.mm/ha.h.ano, o menor valor sendo 3.316 MJ.mm/ha.h.ano e o maior 6.877 MJ.mm/ha.h.ano.

Termos para indexação: erosividade da chuva (R), planejamento conservacionista do uso da terra ; erosão do solo pela água.

Abstract - The Rainfall Erosion Index (R) is the term of the Universal Soil Loss Equation that expresses the erosive capacity of the precipitation, which dissociates the soil particles by impact, leading to the impoverishment of the soil. Considering the importance of this factor, the present study aims to estimate the values of the Rainfall Erosion Index for the dry lands in Piauí - Brazil, identified according to UNEP (1991). In order to estimate the index we used the Bertoni and Lombardi Neto's Method (1999). The results showed that the average annual value of the index was 5,153 MJ.mm/ha.h.year; the smallest value was 3,316 MJ.mm/ha.h.year and the highest one was 6,877 MJ.mm/ha.h.year.

Index terms: rainfall erosion index (R), conservative land use planning; soil erosion by water.

¹ Recebido para publicação em 23/01/2006, aprovado em 29/08/2006.

Parte da dissertação de mestrado apresentada pela primeira autora ao Dep. de Biologia, CC/UFC, CE.

² Geógrafa, M. Sc., Profa. Dep. Geografia e História/UFPI, PI, csaboia@ufpi.br. Quadra "E" - Casa 09 - Conjunto Taquari - Bairro Satélite, Teresina-Pi, CEP: 64057-020.

³ Eng. Agrônomo, Ph. D., Prof. do Dep. de Biologia, CC/UFC, CE, jgboliv@oi.com.br

⁴ Geógrafa, D. Sc., Profa. do Dep. de Geografia, UFC, CE, mclsales@uol.com.br

Introdução

A atuação do homem na superfície terrestre remonta a tempos pretéritos. Contudo, a partir dos últimos cem anos esta atuação acentuou-se, culminando por causar alguns problemas ambientais dentre os quais se destacam: o uso inadequado dos recursos hídricos, a perda da diversidade biológica, o aumento das áreas desmatadas, a superexploração e intensificação dos processos erosivos dos solos e empobrecimento dos ecossistemas. O desencadeamento de processos de erosão culmina com a redução da produtividade dos solos de áreas cultivadas. Nas regiões tropicais a erosão dos solos mais pronunciada é a hídrica.

A erosão do solo pela água (A) é um processo complexo que depende, de acordo com a Equação Universal da Perda de Solo – EUPS (Renard et al., 1997, de um conjunto de fatores básicos, tais como: 1) Erosividade das Chuvas (R), resultante de quantidade, intensidade e duração da chuva; 2) Erodibilidade do Solo (K), que é função de características do solo; 3) Características da Vertente (LS), representada por seu comprimento (L) e declividade (S); 4) Tipo de uso da terra pelo homem (P); e 5) Presença e natureza da cobertura vegetal (C) (El-Swaify et al., 1982; Vieira et al., 1996; Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

Dada a importância da Erosividade das Chuvas para os processos erosivos e para o planejamento conservacionista do uso da terra, o presente estudo objetivou estimar seus valores nas terras secas do estado do Piauí.

Material e Métodos

Localizado no Nordeste Brasileiro, o Estado do Piauí (Figura 1) ocupa uma área de 252.378,49 km² constituindo-se no terceiro maior estado, em extensão, do nordeste brasileiro. Suas características geoambientais refletem a condição de área de transição entre o domínio das depressões interplanálticas recobertas por caatingas em climas semi-áridos, as áreas de cerrado do planalto central e a floresta tropical da Amazônia.

A região Nordeste do Brasil compreende uma área aproximada de 1.556.000 km² e caracteriza-se, do ponto de vista geoambiental, pela grande diversidade de suas paisagens, tendo como elemento marcante a condição de semi-aridez de caráterazonal que atinge grande parte do seu território e variabilidade climática espacial e temporal inerente a esse tipo climático.

Dada essa diversidade de climas e paisagens é necessária uma definição das suas terras secas. As terras se-

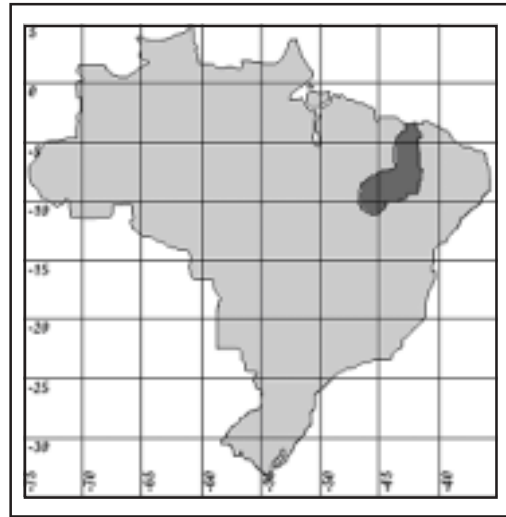


Figura 1 - Localização do Estado do Piauí no Brasil.

cas do estado do Piauí foram definidas, de acordo com UNEP (1991), como as áreas que apresentam valores de índice de aridez (IA) entre 0,20 e 0,65, representando regiões de clima semi-árido ($0,20 < IA \leq 0,50$) e de clima sub-úmido seco ($0,50 < IA \leq 0,65$), conforme Figura 2.

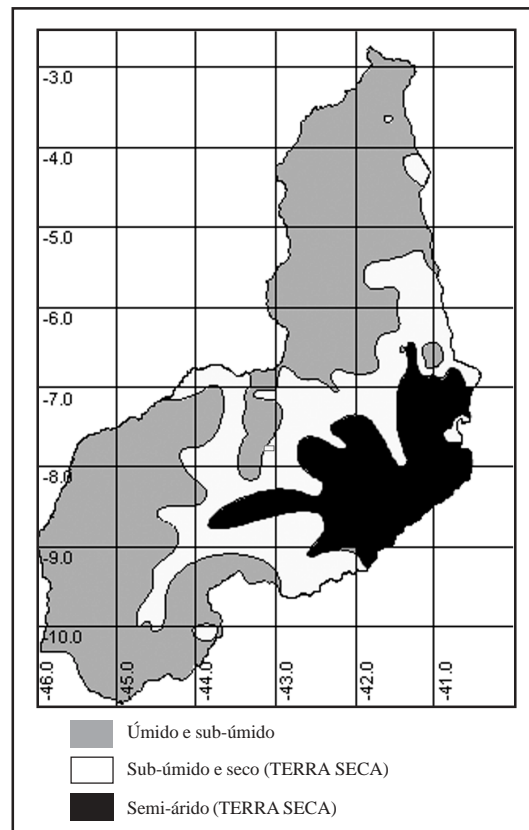


Figura 2 - Tipos de Clima e Terras Secas do Estado do Piauí, de acordo com UNEP (1991)

Erosividade das chuvas

De acordo com Renard et al. (1997) o fator R, erosividade da chuva, foi proposto por Wischmeier & Smith (1958), sendo definido como um índice numérico que expressa a capacidade da chuva de erodir o solo de um terreno sem cobertura vegetal (Lombardi Neto & Moldenhauer, 1992; Bertoni & Lombardi Neto, 1999).

A erosividade expressa o potencial da água da chuva para desagregar o solo e transportá-lo por meio do escoamento superficial subsequente. Este potencial da água da chuva é função de sua energia, que depende tanto do tamanho das gotas como da intensidade da precipitação (Lal & Elliot, 1994).

Dentre os métodos existentes para determinar a erosividade da chuva destaca-se o índice EI_{30} de Wischmeier & Smith (1959), baseado na intensidade de uma chuva com 30 minutos de duração.

Hudson (1981), Lal (1976) (citado por Lal & Elliot, 1994), El-Swaify et al. (1982), Ulsaker & Onstad (1984), Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), Bertol (1993), Marques (1996), Silva (1997) e Bertoni & Lombardi Neto (1999) criticam a utilização do EI_{30} como um índice de erosão para os trópicos.

A crítica fundamenta-se na escassez e mesmo inexistência de dados pluviográficos necessários para a obtenção do I_{30} 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 no cálculo do EI_{30} , que requer registros detalhados da precipitação.

Partindo desta premissa é que autores como Fournier (1956), Lombardi Neto & Moldenhauer (1992), Marques (1996), Silva (1997) e Bertoni & Lombardi Neto (1999) buscaram o estabelecimento de correlações entre o índice de erosividade (R) e características das chuvas de mais fácil mensuração e que não requeiram registros de sua intensidade.

Bertoni & Lombardi Neto (1999), numa tentativa de simplificar o método para o cálculo de R, propuseram uma equação para determinação da erosividade da chuva, considerando a valores de precipitação média mensal (mm) e de precipitação média anual (mm).

O índice de erosividade média anual da precipitação de um dado local (R) é, então, computado como o somatório dos valores dos índices médios mensais de erosividade (Bertoni & Lombardi Neto, 1999; Bertol, 1993).

Considerando a inexistência de dados pluvio-gráficos para a área de estudo – as terras secas do estado do

Piauí – que permitissem estimativas do fator erosividade das chuvas (R) por procedimentos mais complexos e a existência dos dados pluviométricos em Sudene (1990), optou-se por utilizar o método proposto por Bertoni & Lombardi Neto (1999) para cálculo desse fator. A utilização desse método por Rosa (1995) e Cavalieri et al. (2001), para a estimativa do fator R em algumas localidades brasileiras, também justifica seu emprego para computar o índice de erosividade nas terras secas do estado do Piauí.

Assim, a erosividade da chuva das terras secas do Piauí foi estimada para os 82 postos pluviométricos localizados nessa área do Estado com base nos dados pluviométricos indicados em Sudene (1990) e pelo uso da seguinte equação proposta por Bertoni & Lombardi Neto (1999). O período de registro de chuva para a maioria dos postos foi de 23 anos.

$$EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85}$$

em que:

EI é a média mensal do índice de erosão, em MJ.mm/ha.h.ano,

r é a precipitação média mensal, em mm,

P é a precipitação média anual, em mm.

Os valores de erosividade obtidos foram usados para confecção de uma carta de isoerodentes, seguindo-se os seguintes procedimentos:

- alocação dos valores de R dos diversos postos pluviométricos em um mapa de divisão municipal do estado do Piauí, considerando as coordenadas geográficas de cada posto;
- para traçado das isolinhas foram estabelecidos quatro (4) intervalos de igual amplitude considerando-se os valores mínimo e máximo obtidos para R, atribuindo-se a cada um desses intervalos a ponderação e a denominação de classes indicadas no Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalos de R nas Terras Secas do Estado do Piauí, com suas ponderações e as denominações das classes correspondentes a cada intervalo.

Intervalos de R (MJ.mm/ha.h.ano)	Ponderação	Classes
$R \leq 4206$	1	Muito Baixa
$4206 < R \leq 5096$	2	Baixa
$5096 < R \leq 5986$	3	Média
$R > 5986$	4	Alta

- c) por interpolação a partir dos valores limites dos intervalos de classes de R consideradas foram traçadas as linhas isoerosivas, que delimitam zonas similares em termo de erosividade.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise da erosividade das chuvas nas terras secas do Piauí mostram que o valor médio anual encontrado para a área de estudo foi de 5.153 MJ.mm/ha.h.ano variando de 3.316 MJ.mm/ha.h.ano a 6.877 MJ.mm/ha.h.ano.

Os valores de erosividade obtidos foram empregados para a confecção da carta de isoerodentes na Figura 3, onde as classes de erosividade estão representadas espacialmente.

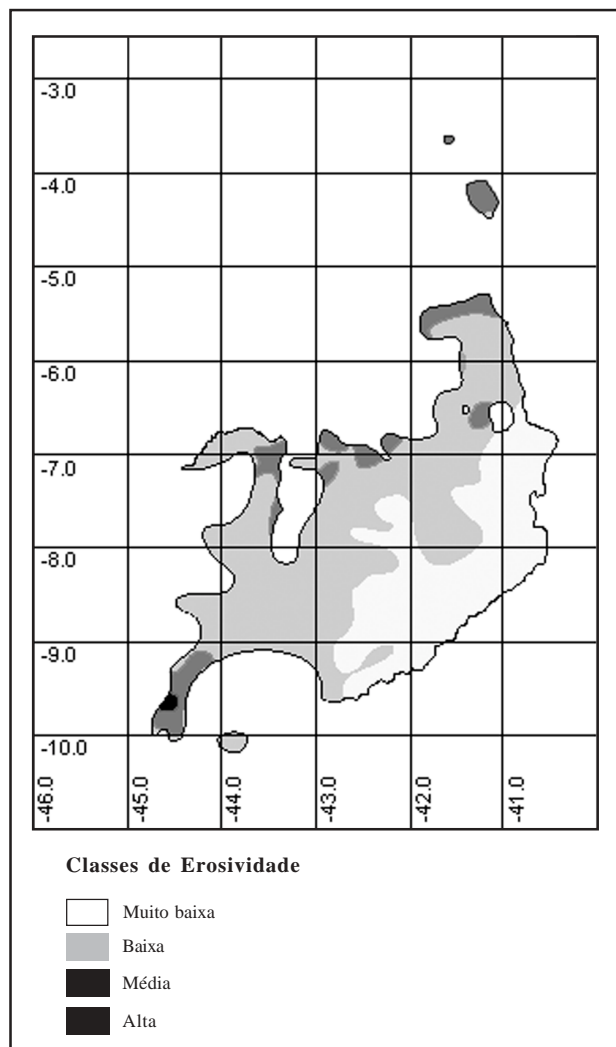


Figura 3 - Erosividade nas Terras Secas do Piauí.

A análise dos dados empregados para confecção da carta de isoerodentes da Figura 3 nos mostra que:

1. Considerando as classes estabelecidas e identificadas nas terras secas do estado do Piauí 33%; 58,7%; 8% e 0,3% da área apresentam, respectivamente, erosividade muito baixa, baixa, média, e alta. Consta-se haver o predomínio, portanto, de valores de erosividade situados nas classes de muito baixa e baixa que, em conjunto perfazem um total de 91,7% da área de estudo, o que demonstra um baixo potencial das chuvas para causar erosão nas terras secas do estado do Piauí.
2. Há uma tendência geral de aumento no valor de erosividade num gradiente que cresce de sudeste-este para noroeste rumo ao litoral na porção norte do Estado, tendência que é confirmada pelos resultados de Leprun (1988);
3. Os valores da erosividade, de modo geral, aumentam com a precipitação, fato que está de acordo com as observações semelhantes de Campos Filho et al. (1992) e Bertol (1993 e 1994).
4. Embora considerando as devidas proporções e as diferentes escalas em que foram realizados os trabalhos, e ainda o emprego de metodologias diferentes para estimativa da erosividade, o mapa de R indicado na Figura 3 exibe semelhança com o mapa de R do estudo de Leprun (1988), visto que em ambos os mapas, os menores valores de R são encontrados na porção mais extrema do sertão piauiense a sudeste, considerado o sertão mais seco, e elevam-se no sentido noroeste, fato que até certo ponto valida os resultados aqui obtidos.

Conclusões

1. O índice de erosividade médio anual para as terras secas do Piauí foi de 5.153 MJ.mm/ha.h.ano.
2. O menor e o maior valor estimado para a erosividade foi, respectivamente, 3.316 MJ.mm/ha.h.ano e 6.877 MJ.mm/ha.h.ano.
3. O trabalho comprova a eficiência do emprego da precipitação pluvial para estimativa do fator erosividade da chuva considerando a falta de dados pluviográficos.
4. Indica-se a necessidade de estimativa deste componente da Equação Universal da Perda de Solo para o restante do Estado, considerando-se que o conhecimento dos níveis de erosão é de suma importância para o planejamento conservacionista do uso da terra.

Referências Bibliográficas

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.
- BERTOL, I. Índice de Erosividade (EI_{30}) para Lages (SC) - 1ª Aproximação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.515-521, 1993.
- BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981 - 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.453-1458, 1994.
- CAMPOS FILHO, O. R. I. de; SILVA, F. da; ANDRADE, A. P. de.; LEPRUN, J. C. Erosividade da chuva e erodibilidade do solo no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.9, p.1363 -1370, 1992.
- CAVALIERI, A.; HAMADA, E.; ROCHA, J. V.; LOMBARDI NETO, F. Estudo de degradação do solo com o uso do SIG - IDRISI. **Caderno de Informações Georreferenciadas - CIG**, Campinas, v.1, n.2, p.1-2, 2001. Disponível em: <<http://orion.cpa.unicamp.br/html/cjgv1n2n4.html>>. Acesso em junho de 2001.
- EL-SWAIFY, S. A.; DANGLER, E.W.; ARMSTRONG, C. L. **Soil erosion by water in the tropics**. Honolulu: University of Hawaii, 1982. (Research extension service n° 24)
- FOURNIER, F. **The effect of climatic factors on soil erosion estimates of solids transported in suspension in runoff**. Association Hydrologic Int. public, v.38, 1956.
- HUDSON, N. **Soil conservation**. Iowa State University Press. Iowa, 1981.
- LAL, R. Soil erosion on Alfisols in Western Nigeria. Effects of rainfall characteristics. **Geoderma**, v.16, n.15, p.389 - 401, 1976.
- LAL, R.; ELLIOT, W. Erodibility and erosivity. In: LAL, R. **Soil erosion: research methods**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, p.180-208, 1994.
- LEPRUN, J. C. **Manejo e conservação de solos no Nordeste**. Recife: SUDENE, 1988.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solos em Campinas. SP. **Bragantia**, Campinas, v.51, n.2, p.189-196, 1992.
- MARQUES, J. J. G. de S. M. **Estimativas e comparações dos fatores erosividade das chuvas e erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil**. 1996. f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- RENARD, K. G.; MEYER, L. D.; FORSTER, G. R. Introduction and history. In: RENARD, K. G.; FORSTER, G. R.; WEESIES, G. A; McCOOL, D. K.; YODER, D.C. (Coord.) - **Predicting soil erosion by water: a guide to conservation, planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)**, Washington: USDA/ARS, 1997, p.2 -18, (Agriculture Handbook n. 703).
- ROSA, R. O uso de sistemas de informação geográfica para estimativa de perda de solo por erosão laminar. In: **VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA**, 1995, Goiânia, Anais do VI Simpósio de Geografia Física Aplicada, Goiânia: Cegraf, 1995, p.8-16.
- SILVA, M. L. N. **Erosividade da chuva e proposição de modelos para estimar a erodibilidade de Latossolos brasileiros**. 1997. f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste: Estado do Piauí**. Recife, 1990.
- ULSAKER, L. G.; ONSTAD, C. A. Relating rainfall erosivity factors to soil loss in Kenya. **Journal Soil Science Society American**. v.48, n.24, p.25-39, 1984.
- UNEP. **Status of desertification and implementation of the United Nations plan of action to combat desertification**. Nairóbi, United Nations Environmental Program, 1991.
- VIEIRA, M. N. F.; VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C.; CHAVES, R. S. **Levantamento e conservação do solo**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1996.
- WISCHMEIER, W. H. A Rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madson, v.23, n.30, p.246-249, 1959.