

# VARIABILIDADE ESPACIAL DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS PARA O ESTADO DA PARAÍBA

*Nayanna de Lucena Vidal<sup>1</sup>; Filipe Cesar Pereira Lima<sup>2</sup>; Humberto Júnior Neves Barbosa<sup>3</sup> & Richarde Marques da Silva<sup>4</sup>*

**RESUMO** – As características específicas das chuvas variam entre regiões, e o conhecimento da sua potencialidade erosiva é necessário para o planejamento dos recursos hídricos. Este estudo determinou a erosividade, analisou a variabilidade espacial da precipitação e o coeficiente de chuva para o Estado da Paraíba mediante técnicas de Sistemas de Informação Geográfica. Para a realização deste estudo foram utilizados dados climatológicos de 98 estações climatológicas da Embrapa, com séries de 1911 a 1990. Em seguida as informações sobre a erosividade foram processadas cartograficamente. O valor médio anual da erosividade das chuvas com base no índice EI<sub>30</sub> para o Estado da Paraíba foi de 5.032,03 MJ.mm/ha/h, valor que representa o Fator “R” da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE). As equações de regressão entre erosividade e precipitação e coeficiente de chuva não foram significativas. As principais conclusões são que: (a) os índices de erosividade encontrados são maiores na zona litorânea do que nas demais porções do Estado, e (b) as erosividades encontradas variaram de acordo com os valores da precipitação.

**ABSTRACT** – Specific rainfall characteristics vary among regions and their erosion potential must be known for the planning of water resources. This study analyzed the erosivity and rainfall variability and precipitation coefficient for Paraíba State based on Geographic Information Systems techniques. In order In this paper 98 climatological stations of Embrapa were used, with rainfall data of 1911 to 1990. For this study we used climate data from 98 weather stations of Embrapa, with series from 1911 to 1990. Additionally we processed the information of the erosivity index cartographically by year and microregions. The mean annual value of erosivity was 5,032.03 MJ.mm/ha/h, which is to be used as “R” Factor in the Universal Soil Loss Equation (USLE) for Paraíba State and surrounding regions with similar climatic conditions. The main conclusions are that: (a) erosivity indexes are higher in coastal areas than in inland areas, and (b) the erosivity range according to the precipitation.

**Palavras-chave:** erosividade, precipitação, recursos hídricos.

---

<sup>1</sup> Bolsista do PROEXT/MEC/Ministério das Cidades. Graduando em Engenharia Ambiental (DECA/CT/UFPB). E-mail: [nayanna.vidal@hotmail.com](mailto:nayanna.vidal@hotmail.com)

<sup>2</sup> Bolsista do PROEXT/MEC/Ministério das Cidades. Graduando em Geografia (DGEOC/CCEN/UFPB). E-mail: [filipecesar2010@hotmail.com](mailto:filipecesar2010@hotmail.com)

<sup>3</sup> Bolsista do PROEXT/MEC/Ministério das Cidades. Graduando em Geografia (DGEOC/CCEN/UFPB). E-mail: [humberto.panda@hotmail.com](mailto:humberto.panda@hotmail.com)

<sup>4</sup> Professor Adjunto, Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza/UFPB. E-mail: [richarde@geociencias.ufpb.br](mailto:richarde@geociencias.ufpb.br)

## INTRODUÇÃO

Grande parte da erosão hídrica, provocada pelo impacto direto das gotas da chuva e, ou, pelo escoamento superficial do excesso de água da chuva (enxurrada), deve-se às características específicas das chuvas. Vários métodos vêm sendo utilizados para se analisar a influência da erosividade das chuvas na erosão dos solos. Em regiões de clima semiárido, o mais utilizado é o fator R da Equação Universal de Perdas de Solo – USLE (Wischmeier e Smith, 1978), pois o mesmo é o melhor estimador da erosividade das chuvas (Albuquerque *et al.*, 2002a; Albuquerque *et al.*, 2005).

A erosividade das chuvas é definida como o seu potencial em causar erosão (Santos *et al.*, 2007). A erosividade é um dos principais fatores que influenciam na perda do solo e causa declínio na sua produtividade, gerando reflexos econômicos e sociais, a quantificação desse fator é fundamental para a determinação dos usos do solo e o manejo das culturas (Bazzano *et al.*, 2010). A determinação dos valores de erosividade, ao longo do ano, também permite identificar os meses dos quais os riscos de perdas de solo são mais elevados, razão por que exerce relevante papel no planejamento de práticas conservacionistas fundamentadas na máxima cobertura do solo nas épocas críticas de maior capacidade erosiva das chuvas (Bertoni e Lombardi Neto, 1990). O conhecimento adequado sobre as precipitações é imprescindível na determinação de índices de erosividades (fator R) confiáveis. Dentre os vários métodos existentes para o cálculo do fator R destaca-se o  $EI_{30}$  de Wischmeier e Smith (1959), que calcula a energia cinética que causa a erosividade de acordo com a intensidade da chuva de 30 minutos de duração, devido à escassez de dados pluviográficos detalhados para o estado usou-se uma fórmula mais simples, proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1990) que considera os valores das precipitações mensais e anuais.

A partir de índices de erosividade de várias localidades de uma determinada região, pode-se estabelecer um mapa de linhas isoerodentes (Rufino *et al.*, 1993), que poderá servir para o planejamento adequado de atividades que visem à conservação do solo. Em função da distribuição temporal das intensidades, as chuvas são classificadas em padrões hidrológicos avançado, intermediário e atrasadas, se os picos de maior intensidade ocorrer no início, no meio ou no fim do período de duração das chuvas, respectivamente (Bazzano *et al.*, 2010). Segundo Moreti *et al.* (2003), os padrões de chuva podem mudar em distintas regiões e ter diferentes períodos de retorno.

Perdas de solo e danos em infraestrutura e obras de engenharia hidráulica ocorrem frequentemente por causa da chuva. O conhecimento espacial das linhas isoerodentes e eficientes dimensionamentos de obras hidráulicas urbanas e terraços agrícolas podem se realizar quando são considerados aspectos de risco e frequência da chuva. A análise de distribuição de frequência permite estimar o período de retorno de um evento extremo de chuva. Ele é definido como a probabilidade de que o referido evento possa ser igualado ou excedido, pelo menos uma vez, em

média (Eltz *et al.*, 1992). Assim, o presente trabalho tem por objetivo a determinação dos índices de erosividade para os postos do estado e a formulação de mapas de linhas isoerosivas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização Geográfica e Climatologia do Estado

O Estado da Paraíba localiza-se entre 6° 00' e 8° 15' de latitude S e 34° 30' e 39° 00' de longitude W, sendo dividido em quatro mesorregiões: Litoral, Agreste, Borborema e Sertão (Figura 1). O Estado da Paraíba se caracteriza pela alta variabilidade pluviométrica tanto espacial quanto temporal o que provoca alta variação no índice de erosividade na Paraíba. No que se refere ao clima, a precipitação anual média varia entre 500 e 1.500 mm, possuindo climas semiárido e tropical úmido.

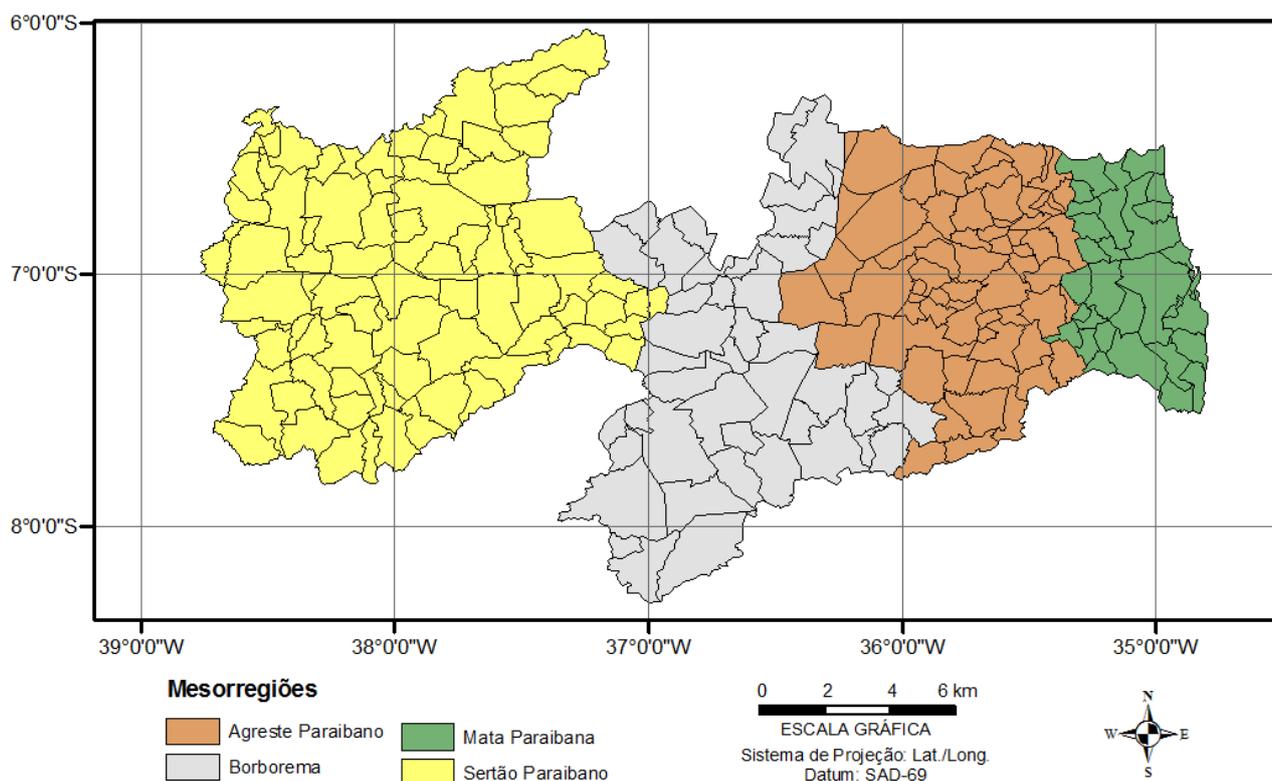


Figura 1 – Limite geográfico das mesorregiões do Estado da Paraíba

### Dados utilizados e procedimentos metodológicos

A partir de dados climatológicos para o período entre 1911 e 1990, de estações meteorológicas localizadas do Estado da Paraíba Rio Grande, foram calculados a erosividade da chuva, o coeficiente de chuva e sua relação com a erosividade a partir de dados coletados junto ao Banco de Dados Climáticos do Brasil, fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária – EMBRAPA. Para a realização do estudo foram utilizados os dados de 98 estações meteorológicas do Estado da Paraíba. A obtenção de dados consistiu na coleta das seguintes variáveis: (a) altitude, latitude, longitude, precipitações mensal e anual. Essa série de dados corresponde à série temporal de 1911–1990, coletados no portal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/index.php>). A distribuição espacial das 98 estações climatológicas utilizadas neste estudo é apresentada na Figura 2.

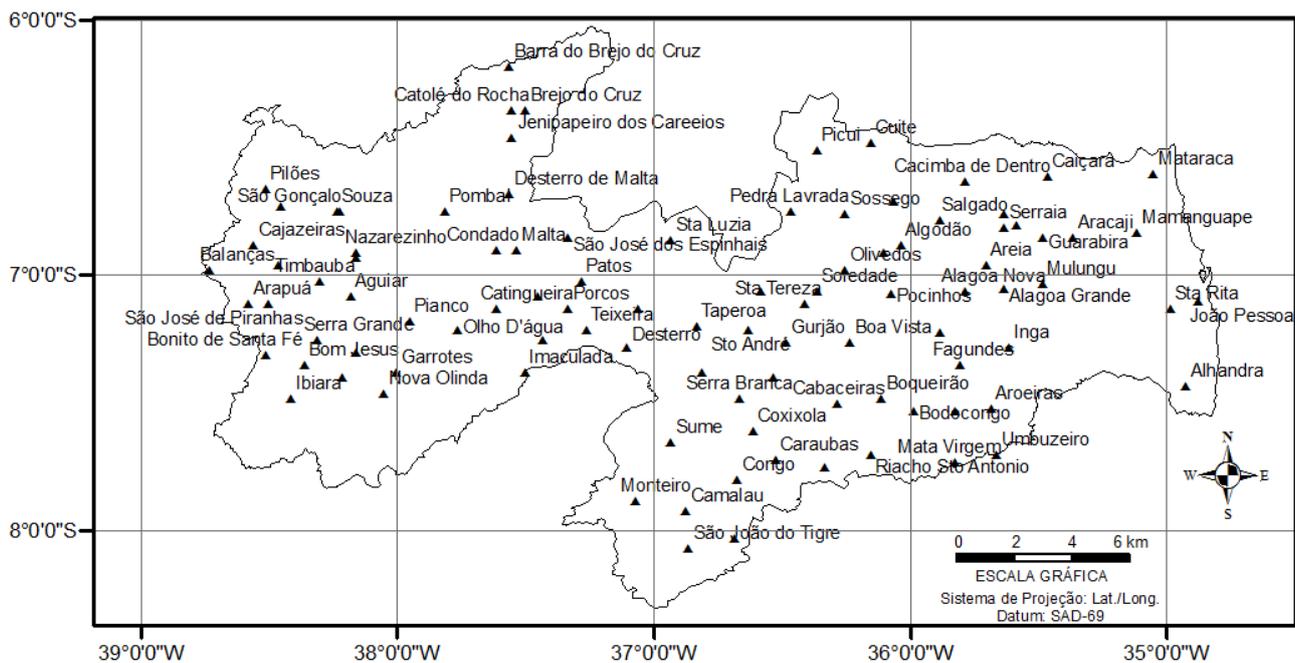


Figura 2 – Distribuição espacial das estações climatológicas utilizadas

Após a obtenção dos dados para cada estação climatológica foi criado um banco de dados da erosividade (fator  $R$ ) para cada posto, através da Equação 1 (Bertoni e Lombardi Neto, 1999):

$$R = 89,823 \left( \frac{P_m^2}{P_a} \right)^{0,759} \quad (1)$$

sendo  $R$  o fator de erosividade da chuva da USLE,  $P_m$  a precipitação média mensal e  $P_a$  a precipitação total anual (mm).

Após a determinação do fator  $R$ , foi construído um banco de dados contendo a localização geográfica e a erosividade das chuvas para cada posto, para a determinação da variabilidade espacial das linhas isoerosivas para o Estado da Paraíba. Em seguida, os valores de erosividade para cada posto foram separados segundo as mesorregiões a fim de obter a média e o período chuvoso de cada região, os valores de isoerosividade das regiões foram separados em classes de acordo com Santos (2008). Usando as informações georreferenciadas utilizando-se *software* de SIG foram gerados os mapas de erosividade usando o método de interpolação Krigagem. Também foram

realizadas análises estatísticas dos resultados, como: desvio padrão, desvio médio e coeficiente de variação. A Tabela 1 mostra as classes de erosividade da chuva média anual e mensal. Para analisar os resultados da erosividade da chuva foi utilizada a classificação adotada segundo Santos (2008):

Tabela 1 – Classes de erosividade da chuva média anual e mensal

Classes de Erosividade	Valores de Erosividade	
	MJ.mm/ha/h/ano	MJ.mm/ha/h/mês
Muito Baixa	R < 2500	R < 205
Baixa	2500 < R < 5000	205 < R < 500
Média	5000 < R < 7000	500 < R < 700
Alta	7000 < R < 9000	700 < R < 900
Muito Alta	R > 9000	R > 900

Os valores mensais de erosividade são a média dos meses para a localidade. O valor médio anual desse fator é a média dos anos do período estudado, sendo esse valor utilizado como Fator “R” na Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) (Wischmeier e Smith, 1978). Os valores médios mensais da precipitação e do fator de erosividade foram expressos como percentagens do valor médio anual da precipitação e do índice de erosividade, respectivamente, para obter a curva de distribuição acumulada da precipitação e do índice de erosividade em função do tempo, conforme Wischmeier e Smith (1958).

O coeficiente de chuva ( $R_c$ ) foi calculado por meio da equação proposta por Lombardi Neto (1977):

$$R_c = p^2 / P \quad (2)$$

sendo  $p$  a precipitação média mensal (mm) e  $P$  a precipitação média anual (mm).

Foram realizadas análises de coeficiente de determinação e de regressão linear simples entre o fator de erosividade e os valores médios anuais de precipitação e coeficientes de chuva.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Erosividade da chuva e coeficiente de chuva

Os valores mensais médios do fator  $R$  da USLE são mostrados na Figura 3. Pode-se observar que os maiores valores de erosividade ocorreram entre os meses de março a julho e os menores valores entre os meses de agosto a janeiro. Esses resultados podem ser atribuídos a variação dos valores mensais de precipitação, que são influenciados por características distintas da chuva em todo o território paraibano, como diferentes intensidades de chuva nas regiões da Zona da Mata e da Borborama, que determinam grandes variações na erosividade.

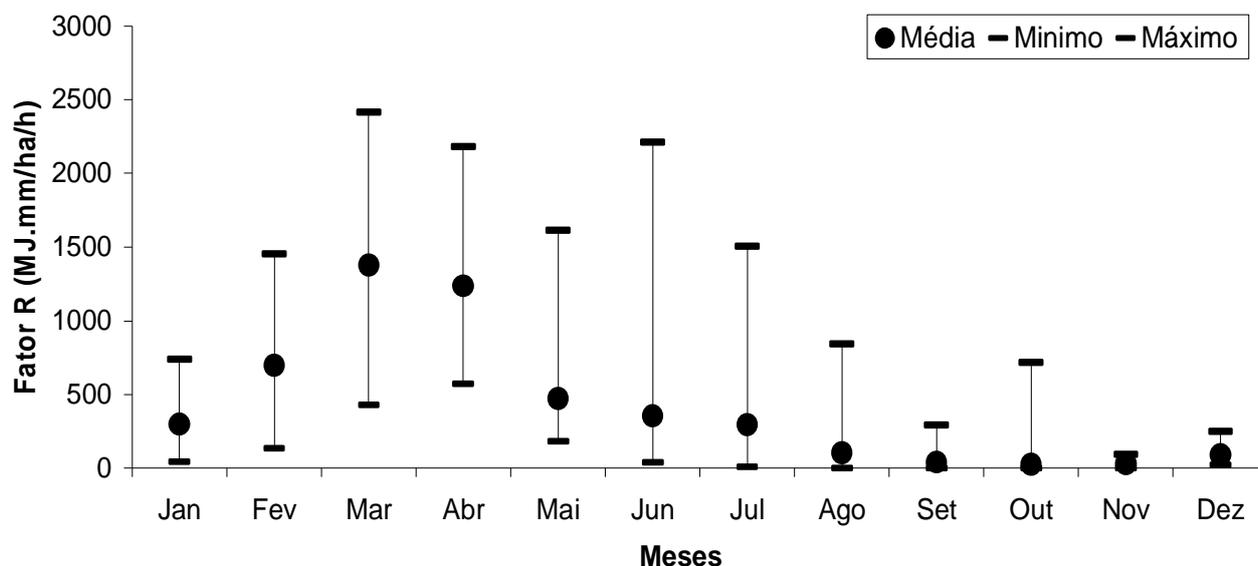


Figura 3 – Distribuição média mensal do fator de erosividade para a Paraíba, no período de 1910 a 1990.

O valor médio anual do fator  $R$  da USLE para a Paraíba é de 5.032 MJ.mm/ha/h. O valor de erosividade encontrado está próximo dos valores de erosividade obtidos por Santos *et al.* (2009) e Silva *et al.* (2012), que obtiveram valores entre 5.000 e 8.000 MJ.mm/ha/h para duas bacias no norte do Estado de Pernambuco. Entretanto, deve-se destacar que em ambos os estudos, a variação da precipitação foi menor do que o do presente estudo, pois as duas bacias abrangem uma área bem inferior ao Estado da Paraíba, com precipitações médias anuais em torno de 1.000 mm e, conseqüentemente, menor variabilidade dos valores.

Na Tabela 2 encontram-se a precipitação, o índice de erosividade e os coeficientes de chuva médios mensais e anuais. Como esperado, esses valores são relativamente mal distribuídos durante o ano do que em algumas outras partes do Brasil, como nas regiões de clima temperado (Cogo *et al.*, 2006; Bazzano *et al.*, 2007; Cassol *et al.*, 2008). As distribuições mensais das características estudadas diminuem de abril a novembro, aumentando depois, até fevereiro e tendo ponto máximo em março, e tendem a decrescer até novembro. Observa-se que os maiores valores de precipitação e coeficiente de chuva ocorreram entre fevereiro a abril, e os menores, em setembro, outubro e novembro, para precipitação e para coeficiente de chuva, respectivamente (Tabela 2). Essa distribuição difere quando comparada à distribuição dos valores da erosividade, que apresenta os valores máximos em fevereiro, março e abril e os mínimos em setembro, outubro e novembro, mostrando que a erosividade é dependente da intensidade da chuva.

Tabela 2 – Valores médios mensais e anuais de precipitação pluvial, fator de erosividade e coeficiente de chuva para o Estado da Paraíba, no período de 1911 a 1990

Mês	Total Mensal		
	<i>P</i> (mm)	Fator <i>R</i> (MJ.mm/ha/h)	<i>R<sub>c</sub></i> (mm)
Jan	60,23	298,27	62,81
Fev	104,08	698,72	189,88
Mar	164,17	1378,69	455,22
Abr	155,09	1237,96	386,50
Mai	83,61	472,10	114,59
Jun	65,30	353,90	89,76
Jul	55,16	296,70	74,17
Ago	26,81	105,02	20,83
Set	14,85	41,97	6,11
Out	11,37	27,43	3,83
Nov	13,97	31,73	3,38
Dez	27,65	90,39	12,78
Total Anual	782,30	5.032,89	1419,86

As Figuras 4 e 5 mostram a distribuição dos valores mensais de erosividade da chuva e do coeficiente de chuva, e a correlação mensal entre a erosividade da chuva e o coeficiente de chuva para todos as estações climatológicas da Paraíba, respectivamente. Analisando a Figura 4, percebe-se que o período entre fevereiro e maio apresenta os maiores valores de coeficiente de chuva, e conseqüentemente, aquele com maior discrepância entre os valores de erosividade, com valores próximos de 1.500 MJ.mm/ha/h.

Nas análises do coeficiente de determinação foi encontrada alta correlação entre o fator de erosividade com o coeficiente de chuva, com  $R^2 = 0,94$  (Figura 5). Segundo Escalante e Reyes (2004) altas correlações entre erosividade e coeficiente de chuva mostram que é recomendável utilizar essas equações para determinar o fator de erosividade por meio do uso de dados pluviométricos mensais e anuais. Correlações significativas entre o índice de erosividade da USLE e coeficiente de chuva também foram observadas por outros autores em diferentes localidades, como para o Estado do Paraná (Rufino et al., 1993) e Ceará (Silva e Dias, 2003). Estes últimos autores também encontraram uma regressão significativa sob a forma de potência para as variáveis consideradas, da mesma forma que Lombardi Neto (1977) para Campinas, Estado de São Paulo, Morais et al. (1991) para o sudoeste do Mato Grosso do Sul, e Carvalho et al. (1997) para o Mato Grosso do Sul.

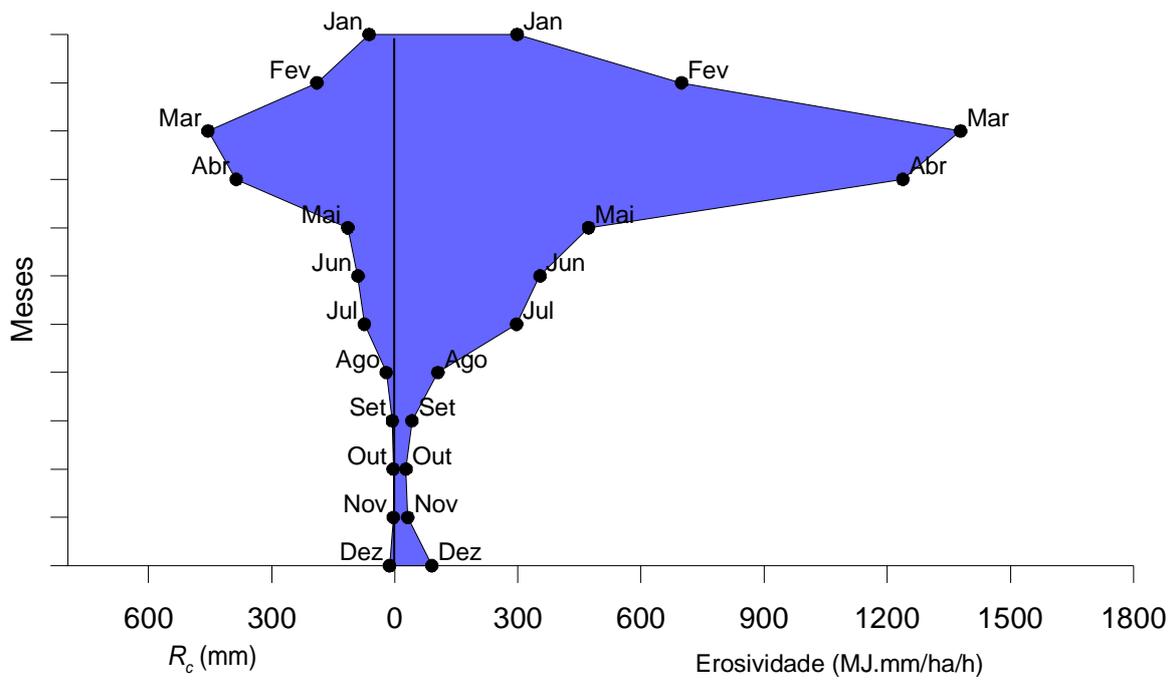


Figura 4 – Relação entre erosividade da chuva e o coeficiente de chuva para todas as estações climáticas utilizadas no estudo.

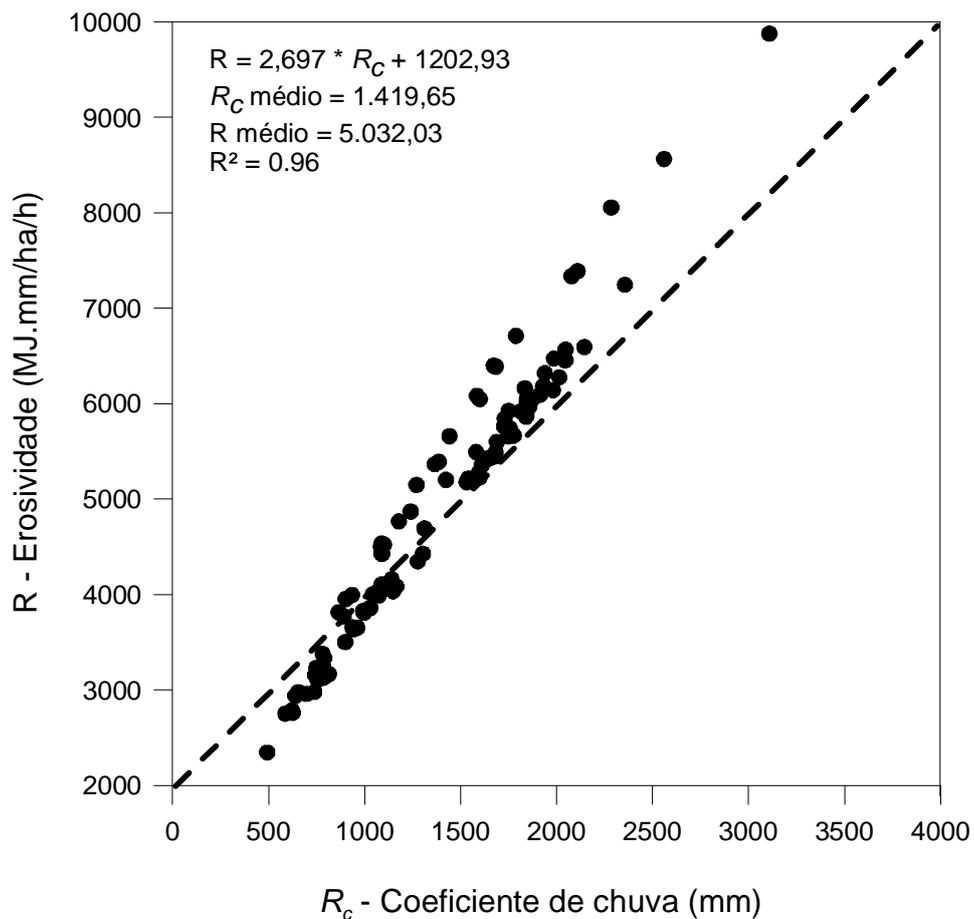


Figura 5 – Relação entre erosividade da chuva e o coeficiente de chuva para todas as estações climáticas utilizadas no estudo.

A Figura 6 mostra a variação da precipitação total anual para as microrregiões da Paraíba e a relação com os valores de erosividade encontrados. Nota-se que as microrregiões João Pessoa, Litoral Norte e Litoral Sul localizadas na mesorregião da Mata Paraibana, como esperado, apresentam as maiores precipitações anuais na Paraíba em torno de 1800 a 1850 mm, seguidas pelas microrregiões localizadas na Mesorregião do Agreste (Guarabira, Brejo Paraibano) e algumas do Alto Sertão Paraibano (Cajazeiras, Sousa, Catolé do Rocha e Piancó apresentaram precipitação entre 700 e 800 mm, as microrregiões com menores precipitações (Cariri Oriental e Seridó oriental) em torno de 400 a 500 mm foram encontradas na mesorregião da Borborema. A Figura 7 apresenta a variabilidade espacial da precipitação total para o Estado da Paraíba. Verifica-se que houve tendência de diminuição da quantidade de chuva na região no sentido leste-oeste, até o início da Mesorregião do Sertão. Tendo em vista esses resultados, pressupõe-se que essas variações podem estar associadas em parte a fatores de circulação atmosférica que na região são influenciados pelo relevo. Constata-se que as maiores erosividades e precipitações ocorrem nas microrregiões de João Pessoa, Litoral Norte e Litoral Sul.

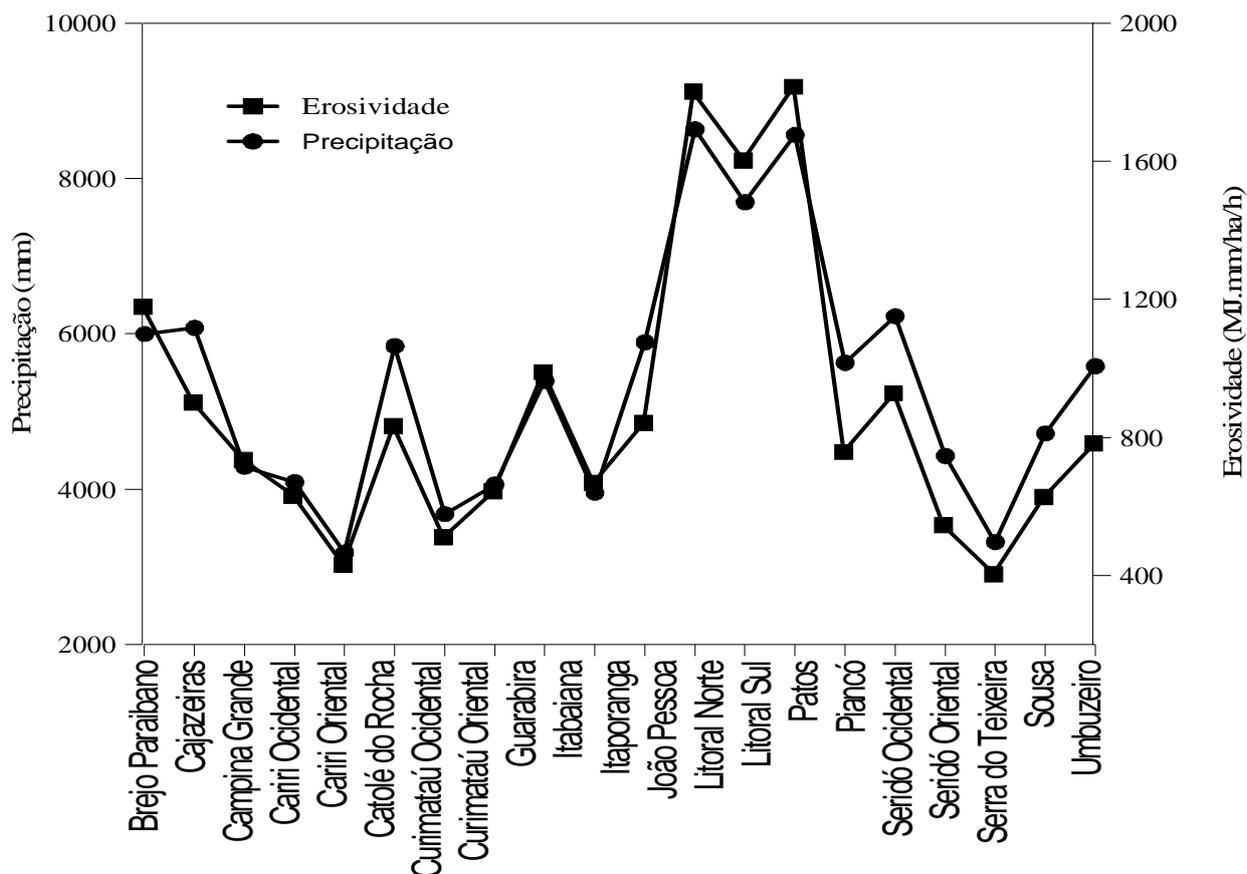


Figura 6 – Precipitações médias anuais para as microrregiões do Estado da Paraíba.

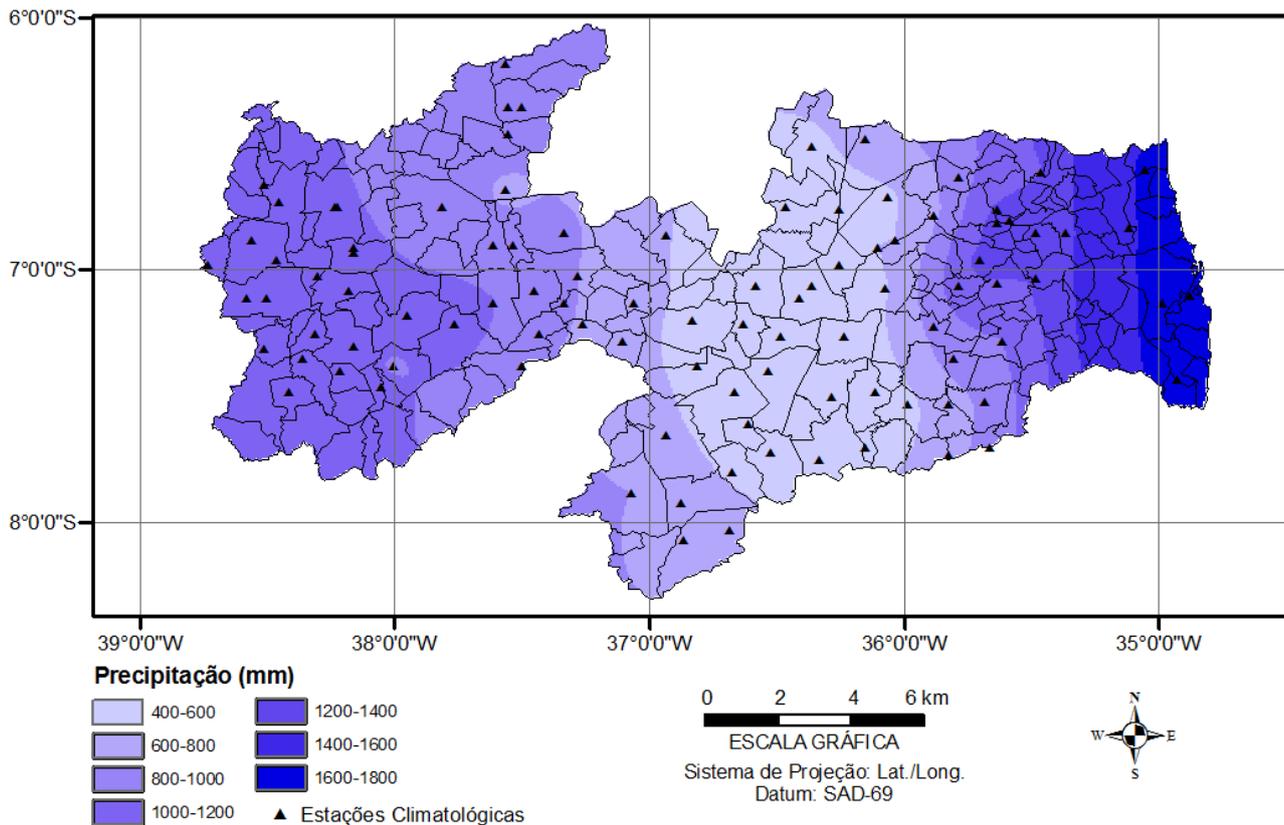


Figura 7 – Localização das estações climatológicas utilizadas e a precipitação total para o Estado da Paraíba.

A Figura 8 mostra a espacialização do coeficiente de chuva através do método de krigagem. Como esperado, os maiores valores do coeficiente de chuva são encontrados na Zona da Mata e no Sertão. Nota-se que os valores de  $R_c$  diminuem no sentido leste-oeste, ou seja, decrescem da Zona da Mata até a Borborema, quando voltam a aumentar a partir do Sertão. Essa variação das precipitações na Paraíba pode ser explicada em parte devido ao fato da presença do Planalto da Borborema, que com suas elevações se constituem em barreiras montanhosas que impedem boa parte da umidade das massas frias que vêm do litoral. Essa característica climática é a que apresenta o menor índice pluviométrico anual no Brasil e recobre mais de 85% do território da Paraíba, causando a distribuição espacial e temporal irregular das chuvas em alguns meses do ano, acarretando o problema da estiagem.

Devido ao fato da grande variabilidade da precipitação na Paraíba, os índices de chuva obtidos também apresentaram grande variação. O maior valor obtido foi na microrregião de João Pessoa enquanto o menor índice foi encontrado na microrregião do Cariri Oriental, mais precisamente em Cabaceiras. A Figura 9 apresenta a relação entre a erosividade e a precipitação anual para as microrregiões da Paraíba. Percebe-se uma forte correlação ( $R^2 = 0,90$ ) para o conjunto de dados das microrregiões, e que grande parte dos valores de erosividade das microrregiões

ficaram muito próximos da linha 1:1, o que demonstra a confiabilidade para a relação apresentada neste estudo.

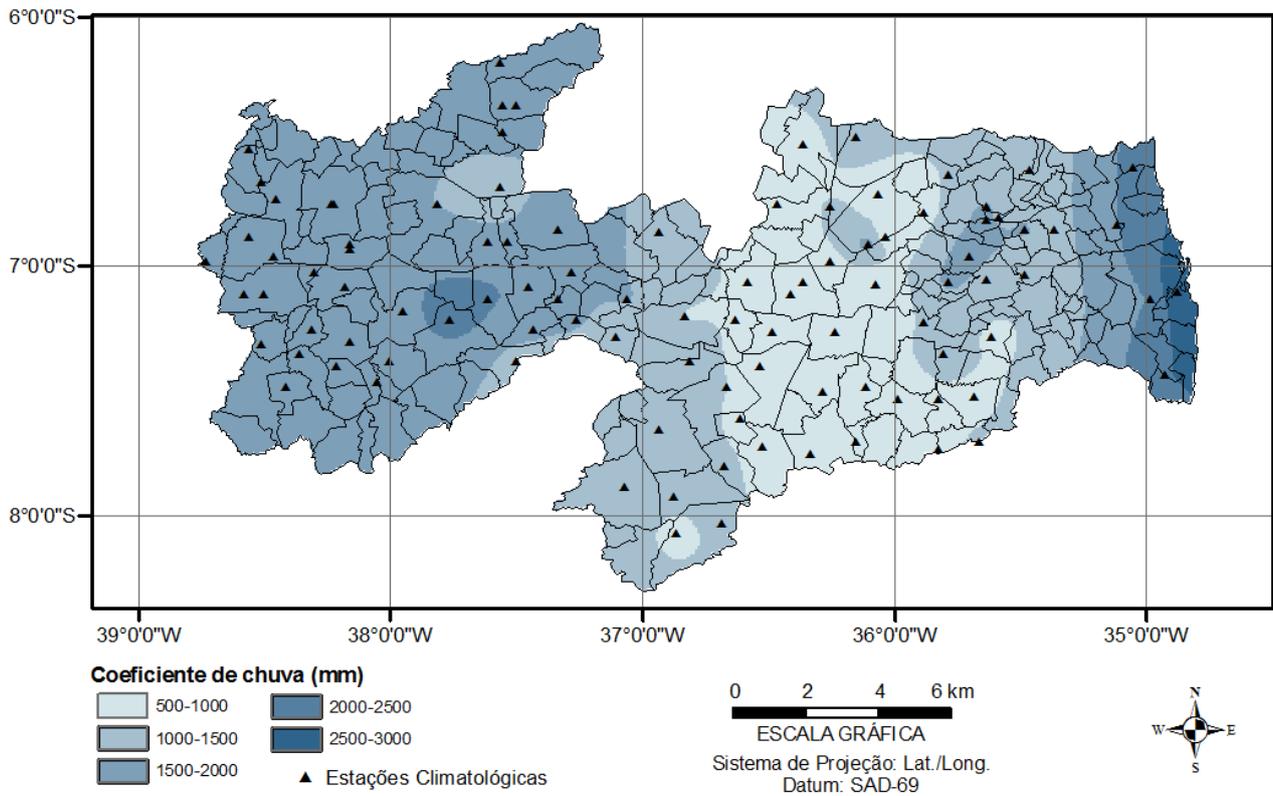


Figura 8 – Espacialização do coeficiente de chuva para o Estado da Paraíba utilizando o método de Krigagem.

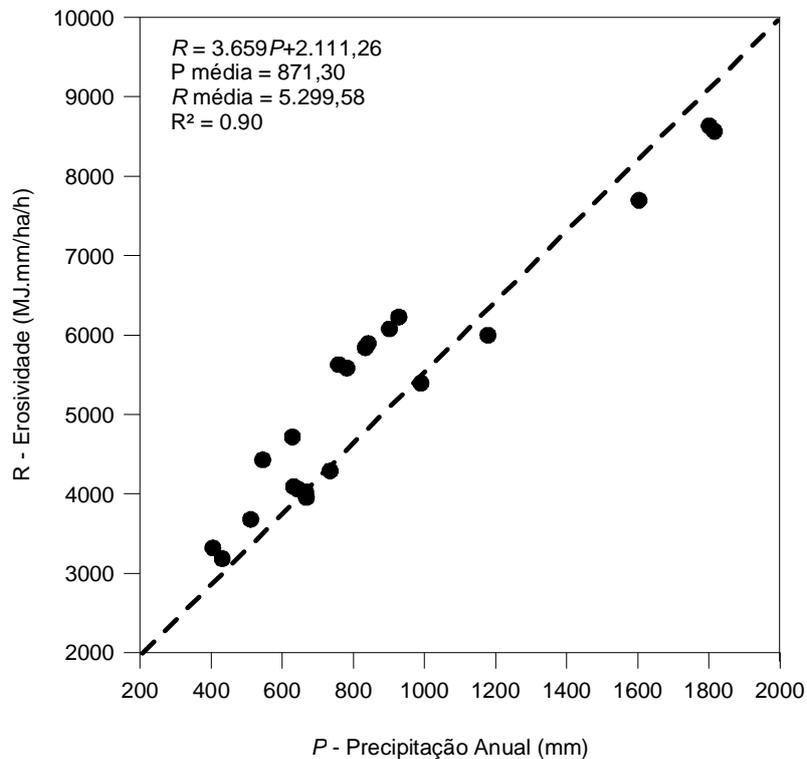


Figura 9 – Relação entre precipitação total anual e erosividade anual, para cada microrregião do Estado da Paraíba.

A Figura 10 representa o mapa da espacialização da erosividade para o Estado da Paraíba a partir do método de interpolação de Krigagem. Pela formação de áreas isoerosivas, percebe-se que os valores de erosividade seguem a mesma tendência da precipitação, o que era esperado, porém, mostra que pequenas porções na mesorregião do Sertão possuem valores de erosividade da mesma classe das mesorregiões da Borborema e Agreste, e que apenas uma pequena porção da mesorregião do Agreste possui erosividade de igual valor a da Zona da Mata. Esse fato ocorre na microrregião do Brejo Paraibano, que se caracteriza por grandes elevações, o que demonstra a influência do relevo na concentração de chuvas durante o ano e também no aumento dos valores de erosividade.

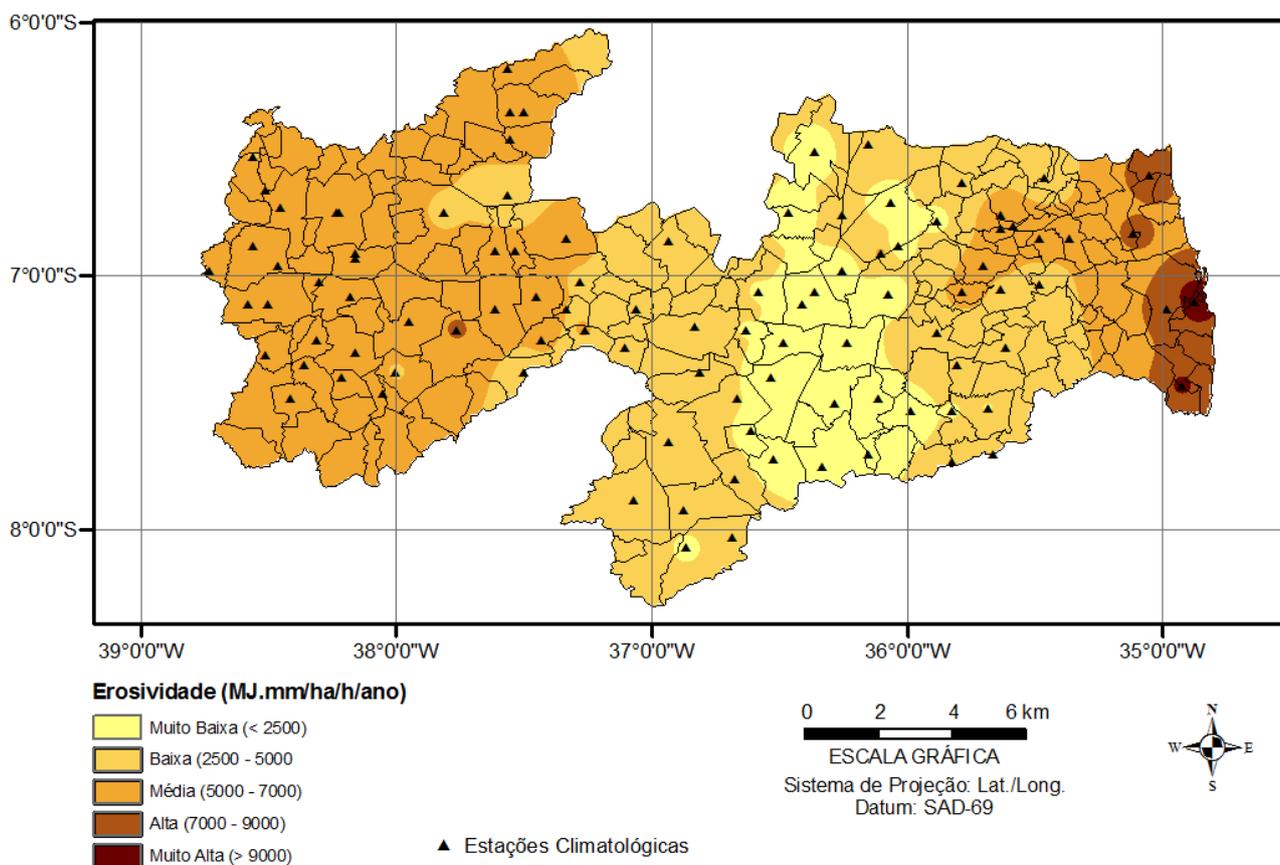


Figura 10 – Áreas isoerosivas obtidas a partir do método de Krigagem.

Para o conjunto do Estado, nota-se que os valores de erosividade diminuem no sentido leste-oeste, até o início da Mesorregião do Sertão, onde aumenta e permanece a mesma. Pode-se observar o pico de erosividade, classificadas como muito alta, na porção mais litorânea da mata paraibana, o que pode ser explicado devido ao fato de apresentarem as maiores precipitações.

De acordo com a classificação de Santos (2008), para as médias das microrregiões, no estado foram encontradas classes de erosividade variando entre baixa, média e alta, sendo a média da erosividade, para o total do estado, classificada como média. Os totais anuais de erosividade encontrados para o estado apresentaram grande variabilidade, o maior índice de erosividade constatado ocorreu para a microrregião de João Pessoa (8.633 MJ.mm/ha/h/ano) na Mata Paraibana

classificada como alta, as microrregiões que apresentaram erosividades mais próximas para a média do estado (5.032 MJ.mm/ha/h) foram a microrregião da Serra do Teixeira (4.717 MJ.mm/ha/h/ano) e a de Guarabira (5.393 MJ.mm/ha/h/ano) localizadas no Sertão e Agreste Paraibano respectivamente. O menor índice de erosividade foi encontrado na microrregião do Cariri Oriental (3.184 MJ.mm/ha/h/ano) na Borborema, esse valor foi classificado como baixa erosividade. Os valores de erosividade média obtidos neste estudo são semelhantes aos publicados por outros autores em regiões específicas da Paraíba, como Nascimento e Chaves (1996), que avaliaram a erosividade da chuva para parte da Mesorregião do Agreste, no qual obtiveram valores entre 2.500 e 4.800 MJ.mm/ha/h/ano. Para a região da Borborema, mais precisamente no Município de Sumé, Albuquerque *et al.* (2002b) e Albuquerque *et al.* (2005), analisaram parâmetros erosividade da chuva, com as perdas de solo de um luvisolo crômico, e obtiveram valores médio de 4.928 MJ.mm/ha/h/ano.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo determinou a erosividade, analisou a variabilidade espacial da precipitação e o coeficiente de chuva para o Estado da Paraíba mediante técnicas de Sistemas de Informação Geográfica. Conclui-se do exposto que há uma tendência na diminuição da erosividade, decrescendo no sentido Leste-Oeste; exceto a mesorregião do sertão paraibano; apresentando erosividades mais elevadas para regiões mais litorâneas como a zona da mata.

As erosividades encontradas variaram de acordo com os valores da precipitação, demonstrando alta correlação com fator de determinação de 90%. O valor médio da erosividade para o estado da Paraíba foi de 5.032 MJ.mm/ha/h/ano, classificada como média.

## BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; CATANEO, A.; SRINIVASAN, V.S.; SANTOS, J.R. (2002a). “Parâmetros erosividade da chuva, da enxurrada e da chuva-enxurrada correlacionados com as perdas de solo de um luvisolo”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, n.5, p. 695-703.

ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V.S.; SANTOS, J.R. (2002b). “Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 136-141.

ALBUQUERQUE, A.W.; MOURA FILHO, G.; SANTOS, J.R.; COSTA, J.P.V.; SOUZA, J.L. (2005). “Determinação de fatores da Equação Universal de Perda de Solo nas condições de Sumé, PB”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 2, p. 180-188.

BAZZANO, M.G.P.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. (2010). “Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS)”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n.3, p. 235-244.

- BAZZANO, M.G.P.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. (2007). “*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.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (1990). “*Conservação do Solo*”. São Paulo. Ícone.
- CARVALHO, M.P.; CATANEO, A.; LOMBARDI NETO, F. (1997). “*Parâmetros de erosividade da chuva e da enxurrada correlacionados com as perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Podzólico Vermelho-Amarelo de Pindorama*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 21, n. 3, p. 279-286.
- CASSOL, E.A.; ELTZ, F.L.F.; MARTINS, D.; LEMOS, A.M.; LIMA, V.S.; BUENO, A.C. (2008). “*Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 3, p. 1239-1251.
- COGO, C.M.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. (2006). “*Erosividade das chuvas de Santa Maria, RS, determinada pelo índice EI30*”. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 14, n. 1, p. 1-11.
- ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M.; CASSOL, E.A. (1992). “*Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 16, n. 2, p. 265-269.
- ESCALANTE, C.A.; REYES, L. (2004). “*Influencia del tamaño de muestra en la estimación del factor de lluvia R*”. Información Tecnológica, v. 15, n. 4, p. 105-110.
- LOMBARDI NETO, F. (1977). “*Rainfall erosivity – Its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brasil*”. West Lafayette, Purdue University, 53p. (Tese de Mestrado).
- MORAIS, L.F.B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T.M.C.; HARDOIN, P.C.; ALMEIDA, J.E.L.; WEBER, O.L.S.; BOEL, E.; DURIGON, E. (1991). “*Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 15, n. 4, p. 339-344.
- MORETI, D.; CARVALHO, M.P.; MANNIGEL, A.R.; MEDEIROS, L.R. (2003). “*Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP)*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 4, p. 713-725.
- NASCIMENTO, C.W.A.; CHAVES, I.B. (1996). “*Erosividade e características da chuva correlacionadas com perdas de solo em Alagoinha – PB*”. Ciência Rural, v. 26, n. 3, p. 407-412.
- RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.C.M.; MERTEN, G.H. (1993). “*Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná através de pluviometria: Terceira aproximação*”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 17, n. 3, p. 439-444.
- SANTOS, C.A.G.; SILVA, R.M.; SRINIVASAN, V.S. (2007). “*Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba*”. OKARA: Geografia em debate, v. 1, n. 1, p. 16-32.
- SANTOS, C.N. (2008). “*El Niño, La Niña e a erosividade das chuvas no Estado do Rio Grande do Sul*”. Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
- SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A.; PEDROSA, E.M.R. (2009). “*Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 3, p. 217-225.

SILVA, J.R.C.; DIAS, A.S. (2003). “A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). II - Correlação com o coeficiente de chuva e atualização do fator R no período de 1962 a 2000”. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 3, p. 347-354.

SILVA, R.M.; MONTENEGRO, S.M.G.; SANTOS, C.A.G. (2012). “Integration of GIS and remote sensing for estimation of soil loss and prioritization of critical sub-catchments: a case study of Tapacurá catchment”. Natural Hazards, v. 63, n. 3, p. 576-592.

WISCHMEIER, W.H. (1959), “A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation”. Soil Science Society American Proceedings, v. 23, n. 2, p. 246-249.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). “Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning”. Washington, USDA-Agricultural Research, 58p. (Agricultural Handbook, 537).