



**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**
*RAINFALL VARIABILITY AND RAINFALL EROSIVITY IN PIRAPÓ, PARANAPANEMA III AND IV
HYDROGRAPHIC UNIT - PARANÁ*

Paulo Miguel de Bodas Terassi¹, Hélio Silveira², José Francisco de Oliveira Júnior³

RESUMO

Os estudos acerca do comportamento espaço-temporal da chuva fornecem subsídios para o planejamento de diversos setores, enquanto o conhecimento da erosividade das chuvas permite a identificação de áreas e períodos em que as práticas de conservação do solo são prioritárias. Baseado nisto, o presente trabalho objetiva avaliar a variabilidade pluviométrica e a erosividade na unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV, que está situada no Terceiro Planalto Paranaense, entre os paralelos de 22°30'S e 23°30'S e os meridianos de 51°00'W e 53°00'W. Os dados pluviométricos foram obtidos de trinta e cinco postos pluviométricos do Instituto das Águas do Paraná e de cinco estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), no período de 1976 a 2012, para as escalas anual e sazonal. Foi utilizada a metodologia de Rufino, Biscaia e Merten (1993) para a determinação do índice de erosividade da chuva. Verificou-se que o setor mais elevado da unidade hidrográfica apresentou as maiores alturas pluviométricas, os maiores números de dias de chuva e o maior potencial erosivo. Inversamente, os setores de menores cotas altimétricas obtiveram os menores resultados pluviométricos, número de dias de chuva e erosividade. Notou-se que os resultados para a escala sazonal estiveram alinhados aos já obtidos e ao comportamento habitual da dinâmica atmosférica regional.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva, Potencial erosivo, Bacia hidrográfica, Gestão de recursos hídricos.

ABSTRACT

Research concerning rainfall spatio-temporal behavior provides help to the planning of many sectors, while the knowledge of rainfall erosivity allows identifying areas and periods in which soil conservation measures are a priority. Based on this, this paper aims to evaluate the rainfall variability and the erosivity in Pirapó, Paranapanema III and IV hydrographic unit, which is located at the so-called Third Plateau of Paraná, between the 22°30'S and 23°30'S parallels and the 51°00'W and 53°00'W meridians. The rainfall data were obtained from thirty five rain gauges at Paraná Water Institute and from five weather stations at Paraná Agronomy Institute (IAPAR), National Weather Institute (INMET) and Paraná Meteorological System (SIMEPAR), in the period of 1976 to 2012, to the annual and seasonal time scales. The methodology by Rufino, Biscaia and Merten (1993) was applied to determine the rainfall erosivity index. It was possible to verify that the most elevated sector of the hydrographic unit showed the greatest heights of rainfall, the biggest amount of rainy days and the greatest erosion potential. On the other hand, the sectors with the lowest altimetric quotas had the lowest results regarding rainfall, amount of rainy days and erosivity. It was noticed that the results to the seasonal time scales were aligned to that had been verified and to the usual behavior of the regional atmospheric dynamics.

KEY-WORDS: Rainfall, Erosive potential, Hydrographic basin, Water resources management.

Recebido em: 20/07/2015

Aceito em: 21/03/2017

¹ Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, e-mail: pmbterassi@usp.br

² Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, e-mail: hesilveira70@hotmail.com

³ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, e-mail: joliveirajunior@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Dos elementos atmosféricos, a precipitação pluviométrica desperta grande interesse da sociedade, pois diversas esferas socioeconômicas e culturais mantêm uma relação de dependência com esse elemento. Sobretudo, as quantidades de chuvas, seu regime sazonal e a intensidade de individuais dos eventos pluviométricos são algumas características que afetam direta ou indiretamente a população, a economia e o ambiente. Nas regiões tropicais a chuva é o principal elemento climático para o desenvolvimento das atividades agrícolas que são influentes em todas as fases produtivas.

Nos países tropicais a precipitação pluviométrica é um dos principais componentes da dinâmica ambiental, em função da potencialização dos processos erosivos, resultantes das características físicas da pluviometria conjugadas às características do solo, do relevo e do grau de proteção do solo em relação ao uso e manejo (LOMBARDI NETO; MOLDENHAUER, 1992).

As variáveis geralmente aceitas como controladoras da erosão dos solos e que são componentes da equação universal de perdas do solo (EUPS) são: a erosividade do agente de erosão - chuva (fator R), a erodibilidade do solo (fator K), a declividade do terreno (fator S), o comprimento da encosta (fator L), o uso e manejo do solo (fator C) e as práticas conservacionistas (fator P) (WISCHMEIER, 1959), que surgiu com o objetivo de indicar predições para o controle dos processos erosivos e utilizada com eficácia para indicar espacialmente a susceptibilidade erosiva em bacias hidrográficas, conforme asseguram Tomazoni e Guimarães (2005).

A erosão do solo provocada por precipitação pluvial é denominada de erosão hídrica, sendo que as chuvas que têm capacidade em provocá-la são chamadas de erosivas (SILVA, 2004). Pela característica de elevados totais pluviométricos anuais, dada à predominância dos tipos climáticos equatorial, tropical e subtropical, conforme Alvares et al. (2013), o território brasileiro apresenta predominantemente a

problemática do potencial da pluviosidade em acelerar os processos erosivos, principalmente por sua concentração durante a estação chuvosa (OLIVEIRA et al., 2012).

Como comparação, a literatura indica que em regiões temperadas apenas 5% das chuvas são consideradas erosivas, enquanto que em áreas tropicais esse valor supera os 40% (GONÇALVES et al., 2006; SILVA et al., 2010). Nesse sentido, o estudo das características físicas da precipitação pluvial e, de modo consequente, da erosividade, é de grande relevância para o conhecimento e ao subsídio para a determinação do risco potencial à erosão em países tropicais (CABRAL et al., 2005; ARAI et al., 2010).

Em especial, as regiões norte e noroeste do estado do Paraná são historicamente marcadas pelo intensivo uso do solo para atividades agrícolas (NÓBREGA; SERRA, 2009; SERRA et al., 2012) e a precipitação pluviométrica destaca-se amplamente, seja pela determinação da produtividade agrícola (CARMELLO; SANT'ANNA NETO, 2016), seja por sua característica inerente de ocasionar processos erosivos (TERASSI et al., 2016), principalmente por sua marcada característica de concentração de chuvas no período de primavera e verão (FRITZSONS et al., 2011).

A área selecionada para o presente estudo corresponde à Unidade Hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV, que ocupa grande parte das regiões norte e noroeste do Paraná. Nóbrega et al. (2015) ressaltaram que as regiões de predominância dos solos oriundos das formações areníticas são aquelas de maior vulnerabilidade ao desenvolvimento dos processos erosivos e que, no entanto, o compartimento do Alto Pirapó, mesmo em condições de solos argilosos, se destaca pelo elevado potencial da erosividade.

O presente estudo tem por objetivo avaliar a variabilidade pluviométrica e da erosividade na unidade hidrográfica composta pelas bacias do rio Pirapó, Paranapanema III e IV. Especificamente, esse estudo está alinhado ao projeto de pesquisa institucional e multidisciplinar "Rede de Monitoramento da

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

Bacia do Rio Pirapó, Paranapanema III e IV - Análise e Monitoramento do Comportamento Hidrológico”, desenvolvido por diferentes setores de grandes áreas do conhecimento da Universidade Estadual de Maringá (UEM) em conjunto com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), com a finalidade de fornecer informações para prover o uso e manejo racional destas bacias hidrográficas.

2.LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV está situada no Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2012), entre paralelos de 22°30' S e 23°30' S e os meridianos de 51°00' W e 53°00' W, nas regiões norte (N) e noroeste (NW) do estado do Paraná. A área das bacias corresponde a uma superfície de 13.026 km², sendo que abrangem individualmente a bacia hidrográfica do Pirapó é de 5.067 km², a do Paranapanema III é de 3.776 km², e a do Paranapanema IV, 4.183 km² segundo o ITCG (2013), como mostra a Figura 1

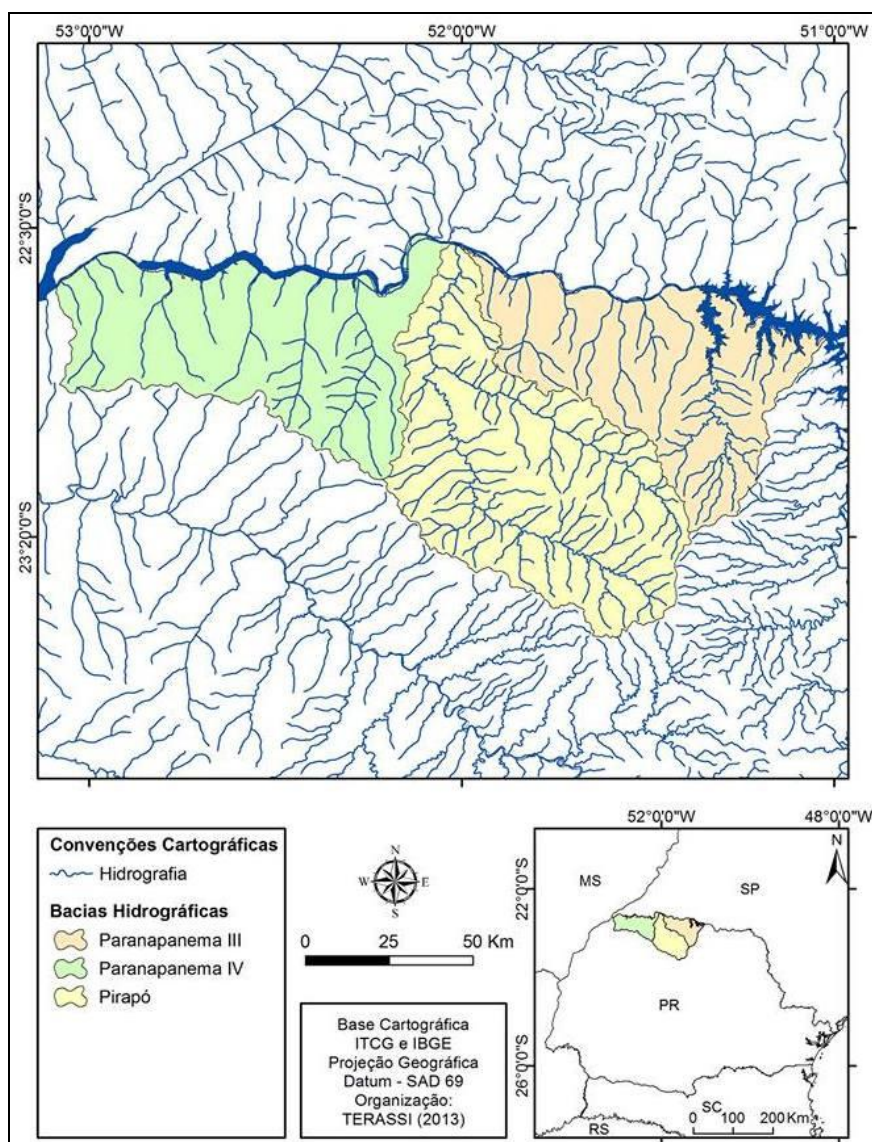


Figura 01 - Localização da unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV- PR.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

As bacias hidrográficas Pirapó, Paranapanema III e IV estão situadas nas seguintes formações litológicas: o basalto originado pelos derrames de lava da Formação Serra Geral; e as rochas areníticas do Grupo Bauru, formadas no período cretáceo da era mesozóica: as Formações Adamantina e Santo Anastácio e Caiú (MINEROPAR, 2001).

Nos setores onde os solos são oriundos da alteração de rochas básicas (basalto) da Formação Serra Geral são encontrados os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho textura argilosa, o Latossolo Vermelho férrico textura argilosa, Nitossolo Vermelho férrico textura argilosa e os Neossolos Litólicos e/ou Regolítico. Na região das formações areníticas, os solos derivados dessas rochas são predominantemente os Latossolos Vermelhos de textura média e os Argissolos Vermelho de textura arenosa/média. Alguns setores isolados estão recobertos pelo Gleissolos devido às condições de hidromorfia (EMBRAPA, 2007).

Os solos que recobrem grande porção da região N e NW do Paraná, região na qual está situado o recorte espacial dessa pesquisa, se desenvolveram a partir dos arenitos das Formações Adamantina, Santo Anastácio e Caiú, cujo substrato geológico associado à elevada pluviosidade da área, resultou em solos bem desenvolvidos, profundos e de textura média a arenosa, portanto pouco coesos, com pouca resistência à ação das águas pluviais e, conseqüentemente, mais vulnerável ao desenvolvimento dos processos erosivos (NAKASHIMA, 2000; MARTINS et al., 2012).

Ainda, os solos oriundos da Formação Serra Geral, rochas basálticas que deram origem aos solos de textura argilosa e muito argilosa, que mesmo com menor ocorrência de processos erosivos, apresentam maior susceptibilidade nas áreas de declividades acentuadas, principalmente

naquelas recobertas pelo Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico/Regolítico (SOUZA; GASPARETTO, 2010).

Os estudos de Terassi e Silveira (2013) identificaram para a bacia hidrográfica do rio Pirapó as tipologias “Cfa” (Subtropical quente) para os setores acima de 650 metros, de temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e do mês mais quente superior a 22°C, e sem estação seca definida, e “Am” (Tropical com inverno seco) nas regiões de menores cotas altimétricas, nas quais a temperatura do mês mais frio encontra-se entre 18°C e 22°C e a do mês mais quente acima dos 22°C, com precipitação pluviométrica concentrada nos meses de verão e significativa redução nos meses de inverno. A obtenção de tais tipologias climáticas demonstra nitidamente um quadro de transição climática (do subtropical para o tropical) existente na área de estudo, fator que regula a dinâmica atmosférica regional, conforme indicaram Silva et al. (2006) e Aparecido et al. (2016).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados pluviométricos foram obtidos de 35 postos pluviométricos junto ao Instituto das Águas do Paraná e de 5 estações meteorológicas, sendo 3 da rede do IAPAR em Bela Vista do Paraíso, Londrina e Paranavaí, uma da rede do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), em Maringá, e uma da rede do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), em Apucarana, no período de 1976 a 2012, descritos por Terassi (2015) e espacializados na figura 2.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
 PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

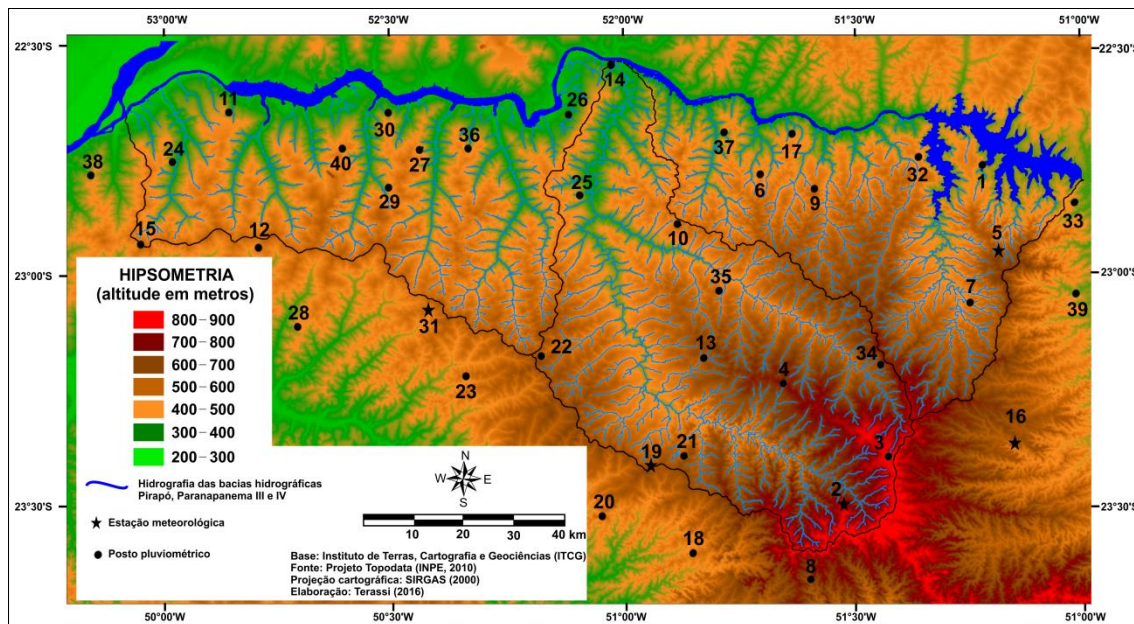


Figura 02 - Localização geográfica dos postos pluviométricos e estações meteorológicas inseridas dentro e no entorno da área de estudo.

Os dados dos postos e estações meteorológicas que estão ao entorno das bacias hidrográficas foram utilizados na busca da melhor distribuição espacial da chuva e da erosividade e, também, considerando a importância destes para o preenchimento de falhas. Os postos pluviométricos e estações meteorológicas foram escolhidos a partir da análise preliminar que considerou a qualidade dos dados disponibilizados (sequência contínua) e as semelhanças entre as características climáticas e a hipsometria.

Para a realização do tratamento estatístico das séries pluviométricas históricas dos postos pluviométricos procedeu-se o preenchimento das falhas existentes para a escala mensal. Os dados faltantes dos postos pluviométricos e estações meteorológicas corresponderam a um número inferior a 5% das séries históricas selecionadas e foram preenchidos seguindo o método de ponderação regional apresentado por Villela e Mattos (1975). Esse método é amplamente utilizado para fazer a estimativa e tem como base o registro pluviométrico de três postos localizados o mais próximo possível da localidade em que se verifica a falta de dados (BERLATO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2010).

A precipitação estimada é então determinada pela média ponderada do registro das três estações vizinhas, nos quais os pesos são as razões entre as chuvas normais anuais. Considerando x o posto que apresenta a falha e por A, B e C os postos vizinhos, é possível determinar a precipitação (P_x) desse posto x pela média ponderada do registro dos três postos vizinhos, em que os pesos são as razões entre as chuvas anuais normais (Equação 1). Os postos vizinhos foram selecionados em conformidade com a altitude aproximada e menor distância em relação ao posto pluviométrico com dados faltantes.

$$P_x = \frac{\overline{P_x}}{3} \left(\frac{P_a}{\overline{P_a}} + \frac{P_b}{\overline{P_b}} + \frac{P_c}{\overline{P_c}} \right) \quad (1)$$

Nos quais: x é o posto pluviométrico ou estação meteorológica com dados pluviométricos faltantes; P_x é a precipitação do mês faltante; $\overline{P_x}$ é a precipitação média mensal da estação x; "Pa", "Pb", "Pc" são as chuvas mensais reais dos postos pluviométricos selecionados para o preenchimento; e $\overline{P_a}$, $\overline{P_b}$, $\overline{P_c}$ são as médias mensais de pluviosidade destes mesmos postos. Para determinar o período sazonal utilizou-se o ano civil, tendo assim determinado que a soma

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

dos valores referentes a janeiro, fevereiro e março são os meses de verão, abril, maio e junho correspondem ao outono, julho, agosto e setembro compreendem o período de inverno e outubro, novembro e dezembro enquadram-se na primavera. Os procedimentos estatísticos foram executados por meio da planilha eletrônica Microsoft Excel versão 2013, um produto registrado pela Microsoft Corporation.

O índice de erosividade utilizado na presente pesquisa foi calculado por meio dos dados de chuva média mensal e média anual dos 35 postos pluviométricos e das 5 Estações Meteorológicas para a série temporal de 1976 a 2012. Para estabelecer os valores do índice de erosividade (Elm) foi utilizada a equação do tipo $Y = a + bx$, sendo: $Y =$ índice de erosão ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.mês^{-1}$); a e $b =$ coeficientes linear e angular, e $x = p^2/P$ (pluviosidade média mensal ao quadrado dividido pela pluviosidade média anual), apresentada por Rufino, Biscaia e Merten (1993) para o estado do Paraná, que identificaram oito regiões isoerosivas.

Os valores determinados por Rufino, Biscaia e Merten (1993) para a área de estudo encontram-se na região isoerosiva três ($Y = 22,05 + 4,21$) para a estação pluviométrica 5 (Bela Vista do Paraíso) e para os postos pluviométricos 1 (Alvorada do Sul), 7 (Cambé - Prata), 32 (Porecatu), 33 (Primeiro de Maio) e 39 (Sertãoópolis) - (Equação 2), enquanto os demais trinta postos pluviométricos e quatro estações meteorológicas situam-se na região isoerosiva quatro ($Y = 16,73 + 4,02$) - (Equação 3). A manutenção dos respectivos valores de coeficiente linear e coeficiente angular são justificados pelos resultados prévios de densidade de fluxo radiante, que foram similares aos verificados por Rufino, Biscaia e Merten (1993). Estas atribuições dão parâmetros para as seguintes equações:

$$El_m = 22,05 + 4,21 \left(\frac{p^2}{P} \right)^{9,80665} \quad (2)$$

$$El_m = 16,73 + 4,02 \left(\frac{p^2}{P} \right)^{9,80665} \quad (3)$$

Em que: Elm - Índice mensal de erosividade ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.mês^{-1}$); p - Precipitação média mensal em milímetros; P - Precipitação média anual em milímetros; 9, 80665 – Conversão de $Kgf.m$ para MJ.

Para a elaboração das cartas de distribuição da precipitação pluviométrica e da erosividade foi utilizado o aplicativo Surfer versão 9.0⁴. Por meio do arquivo com o contorno da área de estudo digitalizado, em formato *.bln, utilizando-se dos valores de longitude e latitude, e outro arquivo com os valores calculados, em formato *.grid (grade regular), de cada estação meteorológica e postos pluviométricos, com suas respectivas coordenadas geográficas, foram elaborados os mapas para as diferentes escalas de análise.

O programa Surfer permite a utilização do método reticulado para realizar a interpolação de dados, com os quais gera os valores para a construção das isolinhas. A interpolação dos dados reticulados no programa foi realizada a partir do método da krigagem ordinária, considerado o mais adequado para esse tipo de interpolação, por permitir uma representação de maior acurácia da continuidade espacial dos fenômenos geográficos e, mais especificamente, da precipitação e da erosividade, conforme apontado por Carvalho e Assad (2005), Montebeller et al. (2007), Silva et al. (2010), Gois et al. (2015) e Mello e Oliveira (2016).

Landim (1997) esclarece que a krigagem compreende um processo para estimar os valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes, considerados como interdependentes pelo semivariograma. O semivariograma infere sobre a medida do grau de dependência espacial entre amostras, expressando o comportamento espacial da variável regionalizada e mostra o tamanho da influência em torno de uma amostra (MELLO; OLIVEIRA, 2016).

Como a presente pesquisa recorreu a um número significativo de postos pluviométricos,

⁴ Surfer é um produto registrado pela empresa Golden Software Inc.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

recorreu-se a elaboração de semivariogramas experimentais permitindo verificar que a associação do modelo de variograma Nugget Effect com o Exponencial e/ou Esférico foi a mais adequada para as opções avançadas de krigagem, pois combinados demonstraram a menor quantidade de núcleos isolados de isoietas e isoerodentes e os intervalos gerados para estas isolinhas foram os mais próximos em relação aos valores reais dos intervalos máximos e mínimos para a chuva e a erosividade.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 3 representa os resultados do desvio simples (%) dos valores anuais de pluviosidade, número de dias de chuva (NDC) e erosividade em relação à série histórica para as estações meteorológicas e os postos pluviométricos selecionados para o presente estudo. Observa-se que os maiores desvios positivos de pluviosidade total anual ocorreram nos anos de 1980, 1983, 1997 e 2009, com anomalias superiores a 20%, ao passo que os anos de 1978, 1985, 1988 mostram desvios negativos superiores a 20%. Com menores alterações em relação ao volume de precipitação pluvial, o NDC indicou aumento superior a 20% em relação à série histórica somente para os anos de 1980 e 1983, enquanto que a anomalia negativa superior a 20% foi observada apenas para o ano de 1985. Por sua vez, a erosividade apresentou oscilações positivas superiores a 20% para os anos de 1997 e 2009 e anomalias negativas superiores a 20% para os anos de 1978, 1985 e 2008.

Estes resultados indicaram que o aumento significativo da precipitação (mm) para o ano de 1983 esteve acompanhado proporcionalmente de um maior NDC e, entretanto, sem necessariamente um aumento significativo do potencial erosivo. Isoladamente com o mais elevado aumento dos totais

pluviométricos (mm), equivalente a 34%, o ano de 2009 também obteve um incremento significativo do potencial erosivo em relação à série histórica, o que pode estar atrelado à desproporção em relação ao menor aumento do NDC. O ano de 1985 apresentou com maior uniformidade a redução da pluviosidade, do NDC e da erosividade. O ano de 1988 apresentou maiores desvios de precipitação pluvial em relação ao NDC e a erosividade. Esses resultados indicam que as alterações dos totais de pluviosidade, NDC e erosividade não ocorrem de forma simétrica, embora a escolha dos anos representativos tenha sido satisfatória para representar as alterações anuais destes parâmetros (Figura 3).

Grimm e Tedeschi (2009), Nery e Carfan (2014) e Nascimento Júnior e Sant'Anna Neto (2016) afirmam que as principais variações anuais dos totais pluviométricos para a região do estado do Paraná estão associadas à ocorrência dos eventos do modo de variabilidade climática ENOS (El Niño – Oscilação Sul), sendo assim, um dos principais mecanismos atmosféricos de grande escala responsável pela variabilidade pluviométrica anual na área de estudo.

Waltrick et al. (2012) observaram que as erosividades no Paraná sofrem alterações significativas em todas as regiões, em períodos de El Niño e La Niña, demonstrando a influência destes eventos na estimativa do potencial erosivo no estado. Especialmente em anos definidos como de anomalia positiva (El Niño), os resultados da presente pesquisa indicaram que os anos de 1983, 1997 e 2009 obtiveram um aumento superior a 15% do potencial erosivo, ao passo que em anos de La Niña, como 1978, 1985 e 1988 a redução da erosividade foi superior a 15% (Figura 3).

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
 PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

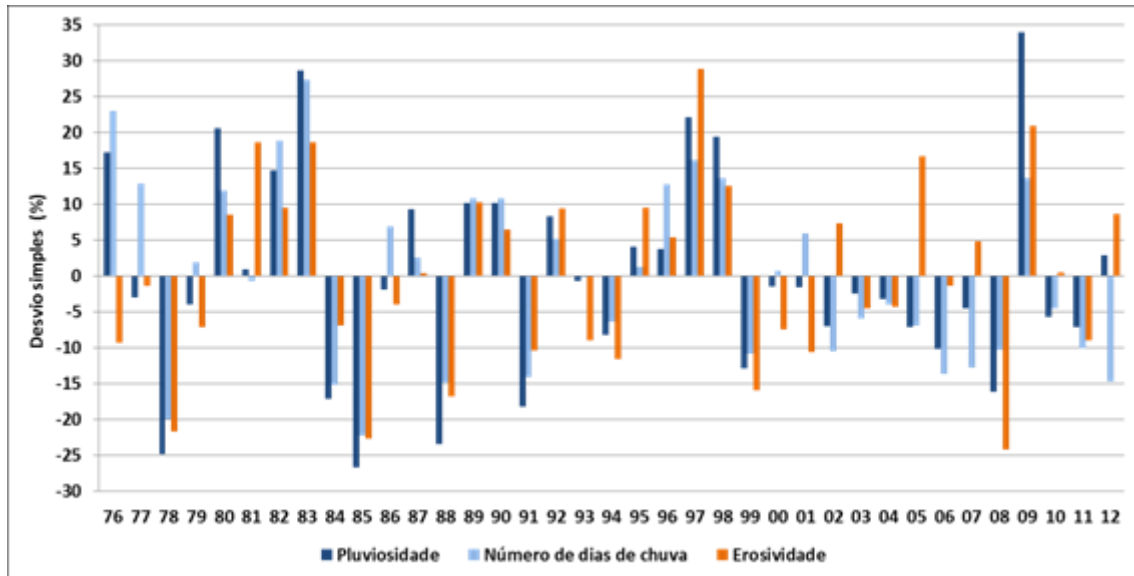


Figura 03 - Desvio simples (%) anual de chuva, número de dias de chuva e erosividade em relação à série histórica da soma dos postos pluviométricos e estações meteorológicas inseridas dentro e no entorno da unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - PR.

Observa-se que os valores mais elevados das isoietas estão situados no setor sul, com média superior a 1.600 mm, ao passo que as médias pluviométricas anuais se reduzem gradativamente no sentido norte, com valores mínimos das isoietas de 1.300 mm (Figura 4). Os resultados indicaram um NDC superior a 110 dias para o nordeste e sul e inferior a 80 dias para o setor central, nordeste e noroeste (Figura 5). Os setores sudeste e leste apresentaram a mais elevada erosividade média anual, superior a $7.800 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, com uma redução a noroeste, com isoerodente inferior a $6.400 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Figura 6). Portanto, a distribuição espacial das médias anuais de precipitação, do número de NDC e erosividade foi concordante com as características do relevo regional, com valores mais elevados de pluviosidade nos setores de maiores cotas altimétricas, enquanto que ocorre uma redução destes mesmos valores para as menores altitudes.

A variação espacial da precipitação, do NDC e erosividade média anual para a unidade hidrográfica estão aproximadas aos valores obtidos por trabalhos anteriores (FRITZSONS et al., 2011; TERASSI et al., 2014; TERASSI, 2015; WALTRICK et al., 2015; APARECIDO et al., 2016;

TERASSI et al., 2016). Como fator altamente relevante e associado à orografia, a dinâmica atmosférica regional explica a variação espacial pluviosidade e do NDC, uma vez que, os setores de menores cotas altimétricas e as isolinhas de menores valores estão localizados ao norte, localização de evidente o efeito da tropicalização mencionada por Nimer (1989), que por esta singularidade apresenta a maior concentração dos totais pluviométricos em um menor número de dias. Os setores meridionais apresentam a atuação mais incisiva de sistemas atmosféricos extratropicais (mPa) combinados aos sistemas atmosféricos intertropicais (mTa, mTc e mEc), que junto ao efeito orográfico, favorecem a ocorrência de maiores totais pluviométricos, NDC e potencial erosivo.

Especificamente, as estimativas de erosividade média anual para a área em estudo estão próximas ao verificado por Waltrick et al. (2015), que estiveram entre valores inferiores a 7.000 e superiores a $8.000 \text{ MJ.mm.ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. A tendência de diminuição do potencial erosivo para o setor noroeste aproxima-se dos resultados obtidos por Tommaselli et al. (1999) para a região oeste de São Paulo.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ

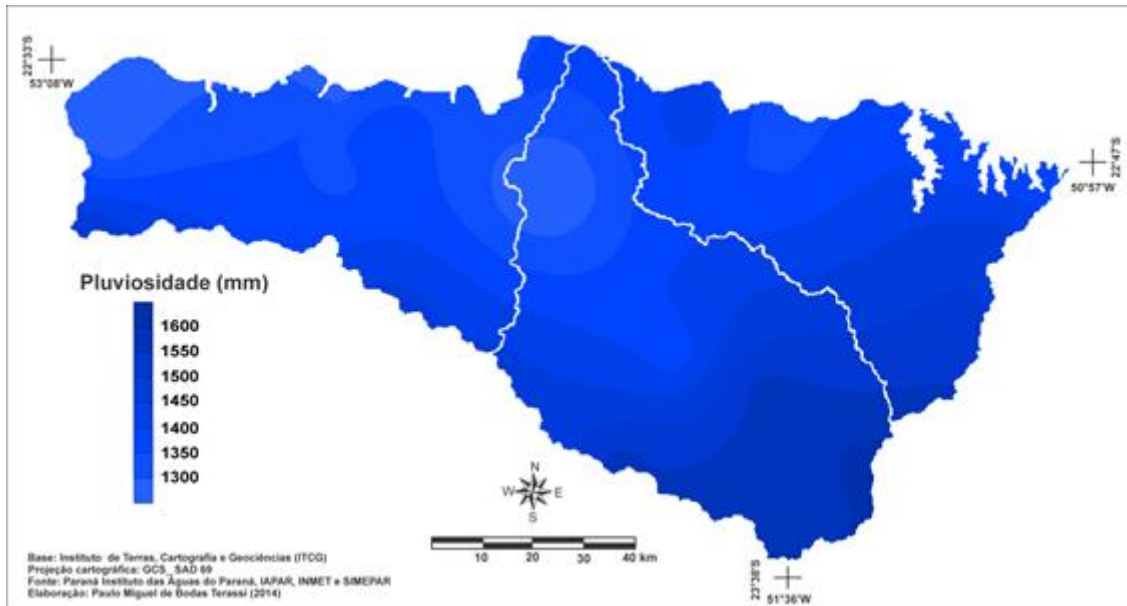


Figura 04 - Distribuição espacial da chuva média anual (mm) para a unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - Paraná.

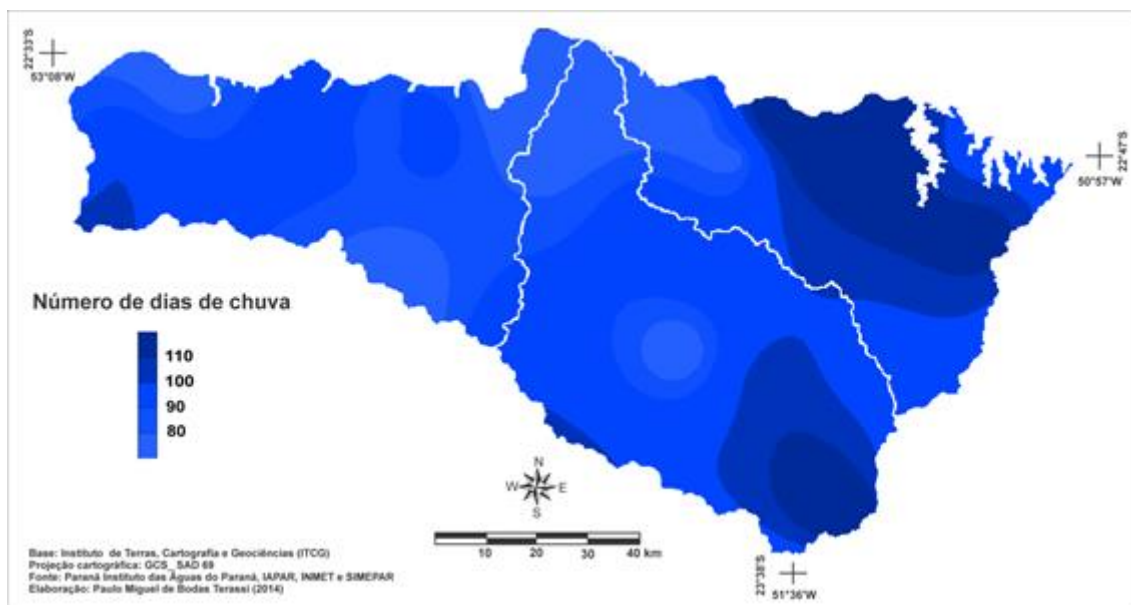


Figura 05 - Distribuição espacial do número médio anual de dias de chuva para a unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - Paraná.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

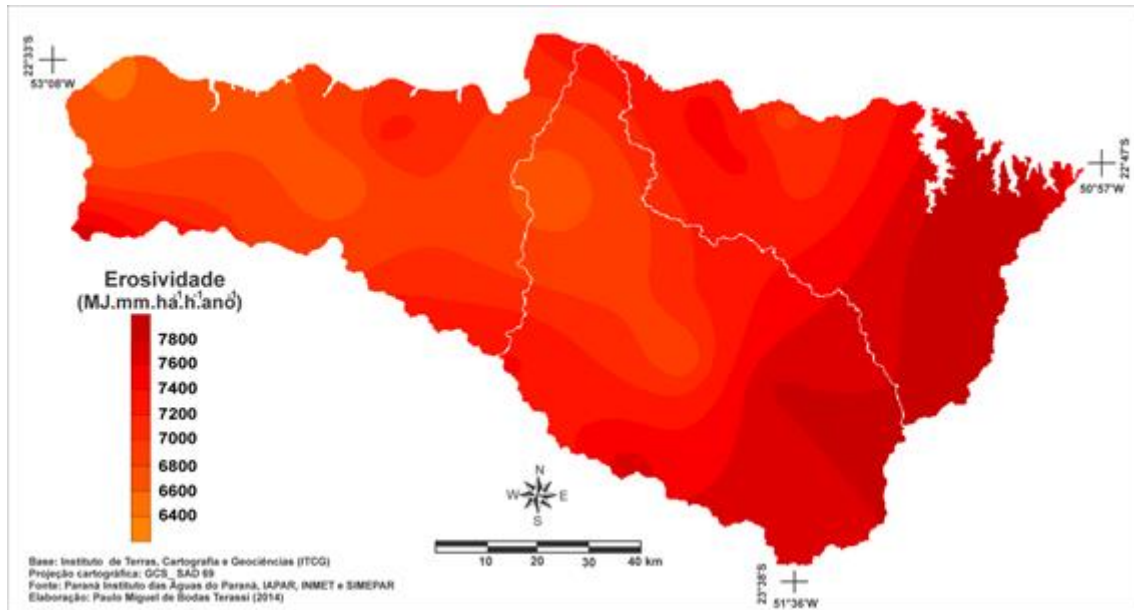


Figura 06 - Distribuição espacial da erosividade média anual ($\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) para a unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - Paraná..

As figuras 7 e 8 representam a distribuição espacial da pluviosidade e do número médio sazonal de NDC. Demonstra-se que o verão e a primavera são as estações que concentram os totais de pluviosidade e do número anual médio de NDC, pois compreendem o período que aproximadamente 65% dos totais anuais. O período referente ao inverno e outono apresenta os menores valores, uma vez que os resultados indicaram que as duas estações somadas apresentaram 35% da pluviosidade média e do número médio de chuvas anual.

Essa variação sazonal na distribuição da precipitação pluvial é um comportamento comum para o N e NW do Paraná, regiões do estado onde a dinâmica atmosférica apresenta características de zona de transição do clima subtropical para o tropical (NIMER, 1989; FRITZSONS et al., 2011), com habitual concentração nos períodos de verão e primavera

e redução significativa no outono e inverno. As massas tropicais e equatoriais atuam no verão, formando as correntes de norte e nordeste, com sucessivos avanços e recuos acompanhados da instabilidade dos sistemas frontais (SF) polares, originando elevados valores pluviométricos. Ainda, destaca-se que estudos recentes revelaram que a região Sul do Brasil apresenta a influência de mecanismos atmosféricos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (QUADRO et al., 2012), das Linhas de Instabilidade Tropicais (LIT) (BEREZUK; SANTA'ANNA NETO, 2006), que são mais atuantes no período do verão e primavera, e aos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) (FEDOROVA; KHAN, 1999), mais constantes nos meses de outono e primavera, e que em fluxos conjugados ao SF polar e aos sistemas tropicais respondem pelos maiores valores pluviométricos na região.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
 PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

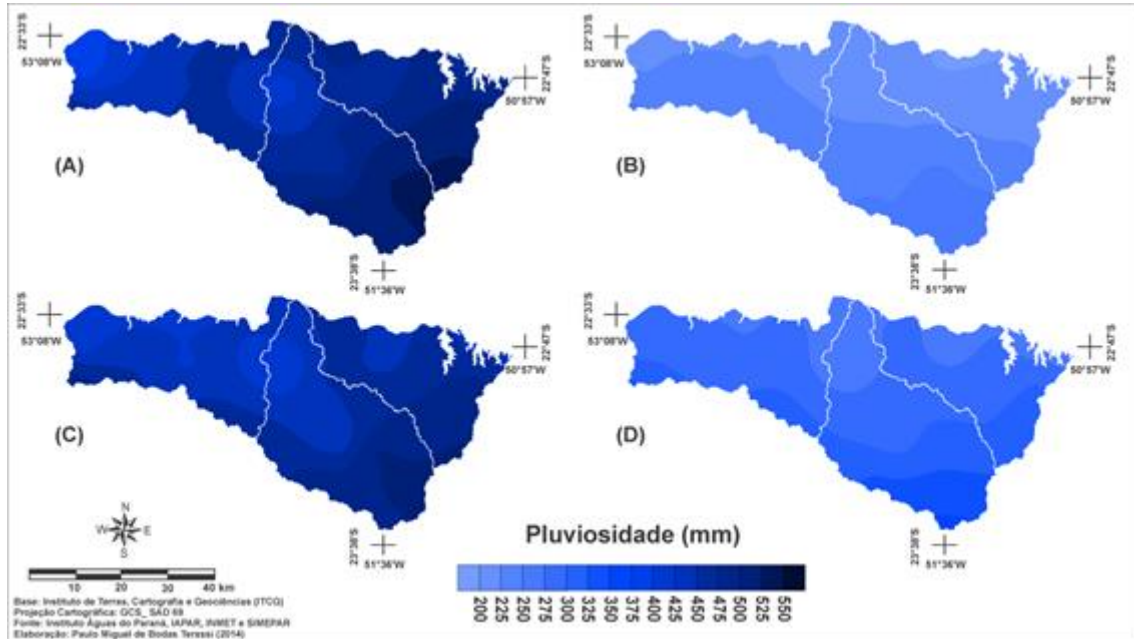
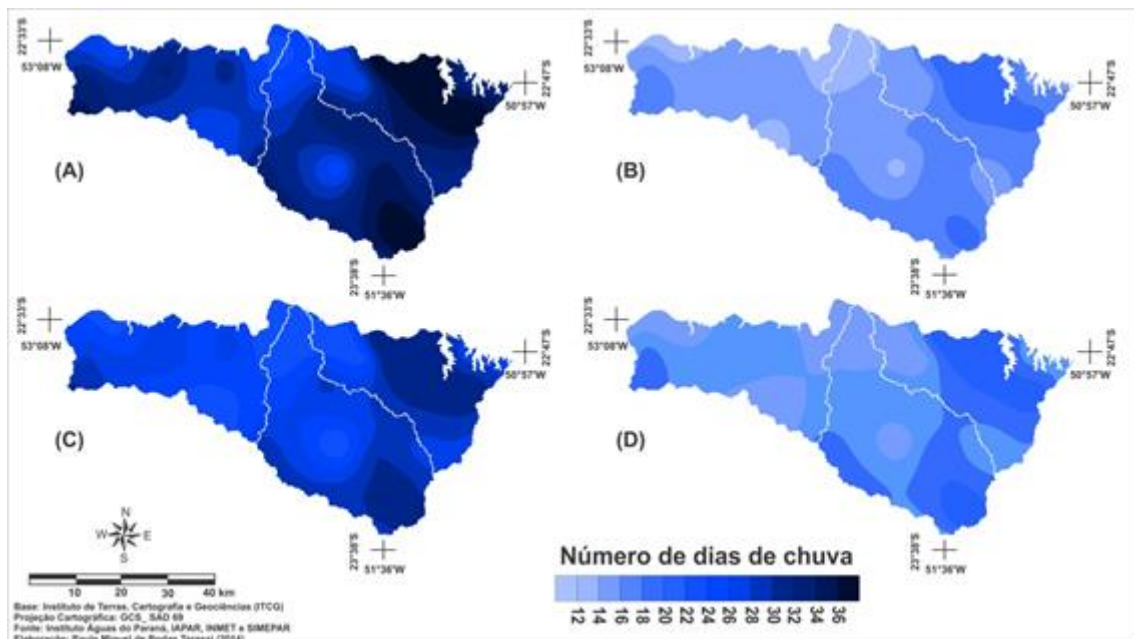


Figura 07 - Distribuição espacial da chuva média (mm) no verão (A), inverno (B), primavera (C) e outono (D) para a unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - PR

Desta forma, a concentração de maiores totais pluviométricos números de NDC para o verão e primavera está de acordo com a tendência obtida para as alturas pluviométricas sazonais, com uma atuação mais incisiva dos sistemas atmosféricos intertropicais conjugados aos sistemas extratropicais, condição responsável pela maior frequência de NDC. A redução do volume pluviométrico e do NDC no período de outono e inverno é atribuída à menor

participação dos sistemas atmosféricos intertropicais e a participação majoritária dos sistemas atmosféricos frontais na formação de eventos pluviométricos (BALDO, 2006; SILVA et al., 2006; ZANDONADI, 2013; ZANDONADI et al., 2015).



TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

Figura 08 - Distribuição espacial do número médio de dias chuvas para o verão (A), inverno (B), primavera (C) e outono (D) a unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - PR.

A figura 9 representa a variação espacial do índice de erosividade para a escala sazonal. As estações com os maiores valores de erosividade são o verão e a primavera, que somadas concentram 70,2% da erosividade média anual e, contrariamente, as sazonalidades de menor potencial erosivo são o inverno e o outono, pois apresentam juntas 29,8% do potencial erosivo anual.

A distribuição sazonal das isoerodentes é semelhante aos resultados identificados por Waltrick et al. (2015), ressaltando que o estado do Paraná apresenta uma redução da erosividade em todas regiões com a aproximação e o

estabelecimento do outono e inverno e a característica redução da intensidade pluviométrica. Inversamente e concordante com os resultados de pluviosidade média sazonal, o período de verão e primavera apresenta um aumento significativo das alturas pluviométricas e, conseqüentemente, do potencial erosivo. Estes resultados estão alinhados aos obtidos por Silva (2004) e Oliveira et al. (2012) para o território brasileiro, que apresenta uma concentração de maior potencial erosivo no período que vai outubro a março, características próprias à concentração de chuvas do clima tropical brasileiro.

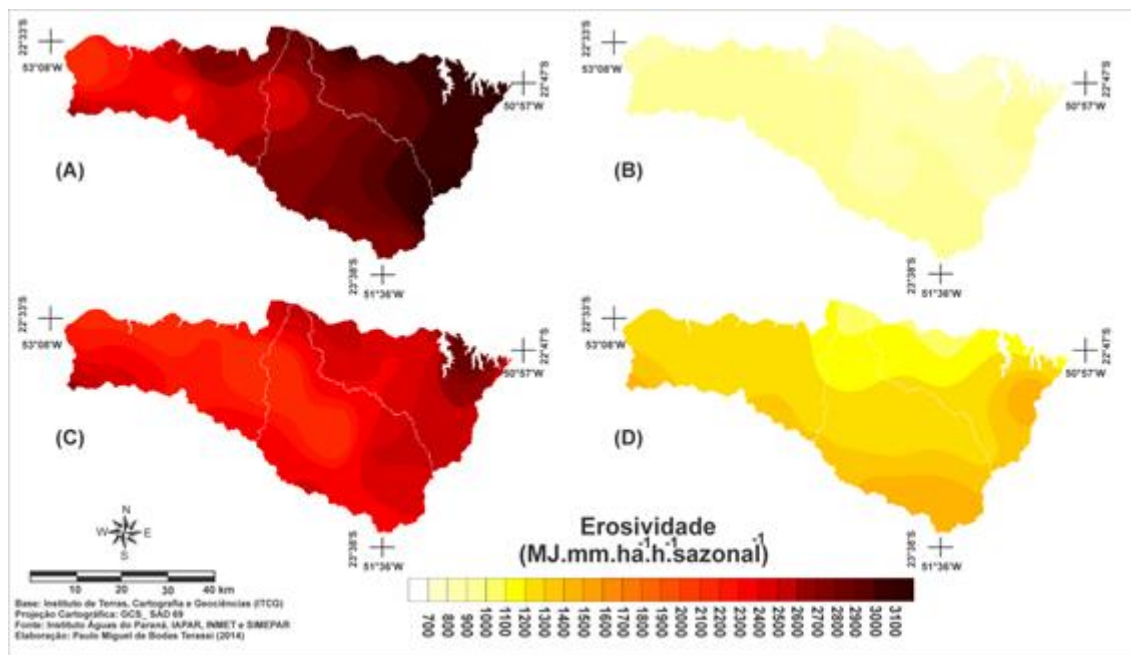


Figura 09. Distribuição espacial da erosividade média ($\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{sazonal}^{-1}$) para o verão (A), inverno (B), primavera (C) e outono (D) para a unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - PR.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostraram a variabilidade espaço-temporal da pluviosidade e da erosividade nas regiões norte e noroeste do Paraná. A distribuição espacial pluviométrica demonstrou a representatividade do controle orográfico para a delimitação de áreas com maiores ou menores totais pluviométricos, NDC e

potencial erosivo. Para a escala anual, os anos de mais significativa alteração dos desvios pluviométricos simples, NDC e erosividade são, de modo geral, associados à fase quente (El Niño) e fria (La Niña) do modo de variabilidade climática El Niño – Oscilação Sul (ENOS).

A unidade hidrográfica apresenta o predomínio da concentração dos totais

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

pluviométricos e NDC para as estações do verão e primavera. Em tais estações ocorre a maior atuação dos sistemas atmosféricos intertropicais e, conseqüentemente, com elevada alternância e interação com os sistemas atmosféricos extratropicais. As sazonalidades de redução da precipitação média e do NDC foram o outono e o inverno devido a restrição à participação dos fluxos polares na geração destes atributos e a redução da interação com sistemas atmosféricos intertropicais.

Essa variação sazonal no volume e frequência da pluviosidade responde pelos resultados obtidos para o potencial erosivo sazonal, dado que o verão e a primavera concentram em média 70% do potencial erosivo anual para a unidade hidrográfica. Essa informação demonstra que o período de outubro a março, referente a duas sazonalidades mencionadas anteriormente, apresenta riscos às erosões hídricas e que o planejamento de atividades associadas ao uso e manejo do solo mantenham o maior grau de proteção aos processos erosivos. Os setores sul, sudeste e leste são aqueles que requerem atenção quanto ao potencial erosivo, sendo que a leste e nordeste, excepcionalmente, potencial erosivo é superior a 3.000 (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.sazonal⁻¹) no verão.

6.REFERÊNCIAS

ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Berlin, v. 22, n.6, p. 711-728, 2013.

APARECIDO, L. E. O; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. **Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil**. Ciência e Agrotecnologia (Online), Lavras, v.40, n.4, p. 405-417, 2016.

ARAI, F. K. ; GONÇALVES, G. G. G.; PEREIRA, S. B.; COMUNELLO, E. ; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O. **Espacialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do Rio Dourados - MS**.

Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 30, n.5, p. 922-931, 2010.

BALDO, M.C. **Variabilidade Pluviométrica e a Dinâmica Atmosférica da Bacia do Rio Ivaí**. 2006. 153 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2006.

BEREZUK, A. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. **Eventos climáticos extremos no oeste paulista e no norte do Paraná nos anos de 1997, 1998 e 2001**. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 2, n.1, p. 9-22, 2006.

CABRAL, J. B. P.; BECEGATO, V. A.; SCOPEL, I.; LOPES, R. M. **Técnicas de geoprocessamento na espacialização do potencial natural de erosão da chuva na bacia hidrográfica do reservatório de Cachoeira Dourada - GO/MG**. RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, v.2, n.10, p. 1-18, 2005.

CARMELLO, V; SANT'ANNA NETO, J. L. **Rainfall Variability and Soybean Yield in Paraná State, Southern Brazil**. International Journal of Environmental & Agriculture Research, Mandasaur, v. 2, n.1, p. 86-97, 2016.

CARVALHO, J.R.P.; ASSAD, E.D. **Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação**. Engenharia Agrícola, v.25, n.2, p.377-384, 2005.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Mapa de Solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos: EMBRAPA: Solos e Florestas, ISSN 1517-2627, 2007. 95p.

FEDOROVA, N.; KHAN, V. **Análise de complexo convectivo de mesoescala sobre o sul do Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v. 14, n.1, p. 35-48, 1999.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S.; CHAVES NETO, A. **Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no estado do Paraná**. RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, v. 23, n.1, p. 555-572, 2011.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

- GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. **ENSO and extreme rainfall events in South America**. Journal of Climate, Boston, v. 22, n.7, p. 1589-1609, 2009.
- GONÇALVES, F.A.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S. **Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o estado do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.2, p.269-276, 2006.
- ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geodésia). Produtos Cartográficos. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em 20 de agosto de 2013.
- KÖPPEN, W. **Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf**. Petermanns Mitt, v. 64, p. 193-203, 1918.
- LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Editora da UNESP. 1998.226p.
- LEIVAS, J.F.; BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.10, n.2, p.397- 407, 2006.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. **Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP**. Bragantia, Campinas, v.51, n.2, p. 189-196, 1992.
- MAACK, R. **Geografia Física do estado do Paraná**. 4ª ed. Ponta Grossa: Editora UEPG. 2012. 526p.
- MARTINS, V. M.; GASPARETTO, N. V. L.; CASTRO, S. S.; SANTOS, M. L. O sistema pedológico LV-PV-RQ e a erosão na região noroeste do estado do Paraná, Brasil. In: BATEIRA, C; SOARES, L.; GOMES, A.; CHAMINÉ, H. I. (Org.). **Geomorfologia**. Porto: Sersilto Empresa Gráfica, v. 7, p. 115-124, 2012.
- MELLO, Y.R.; OLIVEIRA, T.M.N. **Análise estatística e geoestatística da precipitação média para o município de Joinville (SC)**. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v.31, n.2, p.229-239, 2016.
- MINEROPAR. **Atlas Geológico do estado do Paraná**. 2001. Minerais do Paraná, Curitiba. 2001. 125p. CD ROM.
- MONTEBELLER, C.A.; CEDDIA, CARVALHO, D.F.; VIEIRA, S.R.; FRANCO, E.M. **Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no estado do Rio de Janeiro**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.2, p426-435, 2007.
- NAKASHIMA, P. **Sistema pedológico da região noroeste do estado do Paraná: distribuição e subsídios para o controle da erosão**. 2000. 237f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- NASCIMENTO JÚNIOR, L.; SANT'ANNA NETO, J.L. **Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico - ODP**. RA'É GA: o Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, v. 35, n.2, p. 314-343, 2016.
- NERY, J.T.; CARFAN, A.C. **Re-analysis of pluvial precipitation in southern Brazil**. Atmosféra, Cidade do México, v.27, n.2, p.103-114, 2014.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.
- NÓBREGA, M.T.; SERRA, E. **Noroeste do Paraná: a dinâmica da paisagem rural nas zonas de contato arenito-basalto**. Terr@Plural, Ponta Grossa, v.3, n.2, p.197-213, 2009.
- NÓBREGA, M. T.; SERRA, E. ; SILVEIRA, H.; TERASSI, P. M. B.; BONIFÁCIO, C. M. **Landscape structure in the Pirapó, Paranapanema 3 and 4 Hydrographic Unit, in the state of Paraná, Brazil**. Brazilian Journal of Biology (Online), São Carlos, v. 27, n.4, s. 2, p. 1-13, 2015.
- OLIVEIRA, L.F.C; FIOREZE, A.P.; MEDEIROS, A.M.M.; SILVA, M.A.S. **Comparação de metodologias de preenchimento de falhas em séries históricas de precipitação pluvial anual**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, n.11, p.1186-1192, 2010.

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H.. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

- OLIVEIRA, P.T.S.; WENDLAND, E.; NEARING, M.A. **Rainfall erosivity in Brazil: a review**. Catena, Amsterdam, v. 100, n.1, p.139-147, 2012.
- QUADRO, M. F. L.; SILVA DIAS, M. A. F.; HERDIES, D. L.; GONCALVES, L. G. G. **Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises**. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v. 27, n.2, p. 287-294, 2012.
- 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, Campinas, v. 17, n.1, p. 439-444, 1993.
- SERRA, E. ; NÓBREGA, M. T.; ANDRADE, J. A. **Paisagem, estudo de caso no espaço agrário do Noroeste do Paraná**. Revista da ANPEGE, Uberlândia, v. 8, n.10, p. 85-99, 2012.
- SILVA, A.M. **Rainfall erosivity map for Brazil**. Catena, Amsterdam, v.57, n.3, p.251-259. 2004.
- SILVA, C.B.; SANT'ANNA NETO, J.L.; TOMMASELLI, J.T.G.; PASSOS, M.M. **Dinâmica atmosférica e análise geoestatística do clima na área de integração paisagística 'Raia Divisória' SP/PR/MS: uma proposta de tipologia climática**. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 2, n.1, p. 53-70, 2006.
- SILVA, M.A.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SANTOS, G.R.; MARQUES, J.J.G.S.M.; MENEZES, M.D.; LEITE, F.P. **Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do rio Doce, região Centro-Leste do estado de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.34, n.4, p.1029-1039, 2010.
- SOUZA, V.; GASPARETTO, N. V. L. **Avaliação da erodibilidade de algumas classes de solos no município de Maringá por meio de análises físicas e geotécnicas**. Boletim de Geografia, Maringá, v. 13, n.2, p. 267-278, 2010.
- TERASSI, P. M. B.; SILVEIRA, H. **Aplicação de sistemas de classificação climática para a bacia hidrográfica do rio Pirapó - PR**. Formação, Presidente Prudente, v. 1, n.20, p. 111-128, 2013.
- TERASSI, P. M. B.; SILVEIRA, H.; GRAÇA, C. H. **Distribuição espaço-temporal pluviométrica e a erosividade das chuvas na bacia hidrográfica do rio Pirapó - PR**. Formação, Presidente Prudente, v. 2, n.21, p. 136-158, 2014.
- TERASSI, P.M.B. **Variabilidade pluviométrica e a erosividade na unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV, Paraná**. 2015. 185f. Programa de Pós - Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.
- TERASSI, P. M. B.; SILVEIRA, H.; GRAÇA, C. H. **Regiões pluviométricas homogêneas e a erosividade das chuvas na unidade hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV-Paraná**. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 26, n.46, p. 507-521, 2016.
- TOMAZONI, J. C.; GUIMARÃES, E. **A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do rio Jirau**. Revista Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, v. 57, n.3, p. 235-244, 2005.
- TOMMASELLI, J.T.G.; FREIRE, O.; CARVALHO, O. **Erosividade da chuva na região oeste do estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.7, n.2, p. 269-276, 1999.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.
- WALTRICK, P. C.; MACHADO, M. A. M.; OLIVEIRA, D.; GRIMM, A. M.; DIECKOW, J. **Erosividade de chuvas no estado do Paraná: Atualização e influência dos eventos "El Niño" e "La Niña"**. Boletim Técnico da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Curitiba, 2012. 36p.
- WALTRICK, P. C.; MACHADO, M. A. M.; DIECKOW, J.; OLIVEIRA, D. **Estimativas da erosividade de chuvas no estado do Paraná pelo método da pluviometria: Atualização com dados de 1986 a 2008**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.39, n.1, p.256-267, 2015.
- WISCHMEIER, W. H. **A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation**. Soil Science Society

TERASSI, P.M.B, SILVEIRA, H. e OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.
**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A EROSIVIDADE DAS CHUVAS NA UNIDADE HIDROGRÁFICA
PIRAPÓ, PARANAPANEMA III E IV - PARANÁ**

of America Proceedings, Madison, v.23, n. p.246-249, 1959.

ZANDONADI, L. **As chuvas da bacia do rio Paraná, Brasil: Um estudo do ritmo climático e algumas considerações sobre a vazão hídrica**. 2013. 206f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação

em Geografia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

ZANDONADI, L.; ACQUAOTTA, F.; FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. **Changes in precipitation extremes in Brazil (Paraná River Basin). Theoretical and Applied Climatology**, Berlin, v.119, n.1, p. 01-18, 2015.