

## ISOLINHAS EROSIVAS DO ESTADO DO PIAUÍ

## ISOLINES EROSIVE OF THE STATE OF PIAUÍ

**RAIMUNDO MAINAR DE MEDEIROS**

Meteorologista, Pós-Doutor e Docente da Faculdade Ademar Rosado, Teresina  
(PI)

mainarmedeiros@gmail.com

**Resumo:** Objetiva-se caracterizar o potencial erosivo das precipitações trimestrais do período seco e chuvoso, da erosividade total e anual no Estado do Piauí utilizando das 15 microrregiões de coletas de dados pluviométricos. Os dados compreendem o período de anos entre 1962-2016 por serem as séries de maiores índices pluviométricos distribuídos nas microrregiões. Calcularam-se as médias trimestrais da precipitação por municípios gerando-se planilha eletrônica para a elaboração gráfica geoespacializadas através do programa Surfer 8, e respectivas análises. Na determinação do fator erosividade utilizou-se a equação proposta por Wischmeier *et al.* (1958, 1971 e 1978). A krigagem como método estatístico leva em consideração a posição e a relação entre os dados, deste modo o resultado encontrado condiz com a realidade de cada microrregião. Áreas agricultáveis das microrregiões e seu entorno localizam-se ao longo de todo seu território tendo, suas regiões climáticas com diferentes potenciais erosivos. O conhecimento deste potencial será de enorme valor para escolha de práticas de manejo do solo visando controlar o processo erosivo.

**Palavras-chaves:** Variáveis climáticas, potencial erosivo, índice de aridez.

**Abstract:** The objective of this study was to characterize the erosive potential of the rainfall of the dry and rainy season, of the total and annual erosivity in the State of Piauí, using 15 microregions of rainfall data collection. The data comprise the period of years between 1962-2016 as the series of higher rainfall indices distributed in the microregions. The quarterly averages of the precipitation by municipalities were calculated generating a spreadsheet for the geospatial graphical elaboration through the Surfer program 8, and respective analysis. In the determination of the erosivity factor, we used the equation proposed by Wischmeier *et al.* (1958, 1971 and 1978). Kriging as a statistical method takes into account the position and the relationship between the data, thus the result found matches the reality of each microregion. Agricultural areas of the microregions and their surroundings are located throughout their territory having, their climatic regions with different potential erosives. Knowledge of this potential will be of enormous value in the choice of soil management practices aiming to control the erosive process.

**Keywords:** climatic variables, erosive potential, aridity index.

### INTRODUÇÃO

Medeiros *et al.* (2014a) estudaram as alterações do Índice de Aridez e a tendência à desertificação ao longo do período de 1960 a 2014, para os municípios de Bom Jesus e Parnaguá (PI). Os tipos de climas registrados no município de Bom Jesus foram do tipo: Semiárido, Árido, Subúmido, Subúmido seco e Hiperárido com seus respectivos níveis de susceptibilidade variando de alta, moderada, superior à moderada e de inferior a moderada, ao passo que no município de Parnaguá o clima oscilou entre Semiárido e Subúmido seco e os seus níveis de susceptibilidade foram de superior a moderado, moderado e alto. A média do índice de aridez para Bom Jesus foi de 0,49% e em Parnaguá esta média foi de 0,54% demonstrando com isto que Parnaguá está mais

susceptível à desertificação. Nos municípios estudados registraram-se déficit hídrico, cotas pluviométricas irregulares interanual e flutuação de temperatura acima da normalidade. Quanto maior a precipitação, maior será o índice de aridez, e diante a desertificação menor será a susceptibilidade. A temperatura influencia na evapotranspiração, ou seja, na perda de água para a atmosfera, pois quanto maior a temperatura, maior será a evapotranspiração e, conseqüentemente, menor o índice de aridez e, portanto, maior a susceptibilidade à desertificação.

Medeiros *et al.* (2014b) mostraram que a estimativa do índice da erosividade das chuvas na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto - PI define qual a melhor época para o planejamento das práticas de manejo e conservação do solo. Através da equação determinada por Wischmeier *et al.* (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978), o fator erosividade (R) foi de 28.429,1 MJ mm há<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os maiores índices de erosividade decorreram nos meses de novembro a abril ocorrendo com o período chuvoso e a capacidade de campo em valores máximos e nos meses de maio a outubro ocorrem os menores índices de erosividade que corresponde ao período seco.

Ataíde *et al.* (2014) explicam que as variáveis meteorológicas analisadas umas com as outras são fontes de dados para possíveis explicações de variações climatológicas que ocorrem ou podem acontecer. Estudos sobre a precipitação no NEB, visando avaliar as tendências das variáveis climática foram realizadas por Lima *et al.* (2011), Limeira *et al.* (2012), Sousa *et al.* (2013), Alves *et al.* (2013) e Nobrega *et al.* (2014).

A erosão hídrica é uma das principais causas de perdas de solo, em grande parte das regiões do planeta, de modo que nas regiões tropicais e subtropicais essas perdas são maiores devido à erosividade das chuvas (WALTRICK *et al.*, 2011). Mediante as tais dinâmicas atmosféricas, o poder erosivo das chuvas é dado pela chamada erosividade, que corresponde ao fator de impacto da chuva sobre o solo. O parâmetro de erosividade tem características de variação no tempo e no espaço, pois o mesmo depende da dinâmica atmosférica (GUERRA, 2001).

O fator R da equação universal de perdas de solo representa o potencial erosivo das chuvas de uma região, tomado como base períodos de 20 a 30 anos de dados pluviométricos. O fator R permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, sendo possível conhecer a capacidade e o potencial da chuva em causar erosão no solo conforme afirmação de Menezes *et al.* (2011). Para obtenção do fator R, é necessário determinar o índice de erosividade EI<sub>30</sub>, que representa o produto

da energia cinética total da chuva pela sua intensidade máxima com duração de 30 minutos (CASSOL *et al.*, 2008). Este índice tem fundamentado diversos trabalhos sobre erosividade podendo-se destacar as pesquisas desenvolvidas por Peñalva-Bazzano *et al.* (2010) e Santos *et al.* (2012).

Segundo Pires *et al.* (2013) a erosão do solo é analisada como um processo de origem natural com a finalidade de formação da paisagem e renovação do solo.

Em relação à Paraíba, Medeiros *et al.* (2012), encontraram o fator (R) para o município de Areia, de 31.528,8 MJ mm/ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Verificaram que os maiores índices de erosividade foram decorridos nos meses de março a agosto que coincidem com o período chuvoso, capacidade de campo em valores máximos. Para os meses de setembro e primeira quinzena do mês de fevereiro ocorreram os menores índices de erosividade que correspondem ao período seco e início das chuvas de pré-estação na região onde está inserido o município.

Simoni *et al.* (2014) mostram que o entrosamento dos regimes de chuvas se torna artifício principal para realização de planejamento socioeconômico e a conservação do ambiente natural. Segundo Silva *et al.* (2011) o entendimento do comportamento pluviométrico de determinada região é indicador para composição de calendário e implementação de projetos agrícola. A análise da distribuição e de suas variabilidades climáticas pluviais em bacias hidrográficas é de fundamental importância para a concepção do funcionamento natural dos sistemas hídricos, os estudos voltados com esta finalidade demonstram importante função na abrangência humana norteando medidas para o uso racional dos recursos hídricos.

Diversos fatores atuam nas condições climáticas de uma região, sendo esses classificados de acordo com sua microescala, topoescala ou macroescala. O clima tropical é quente e abrange a região entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, sendo uma espécie de faixa de transição entre o clima equatorial, excessivamente úmido devido à alta pluviosidade, e o clima mais temperado (Kajtar *et al.*, 2016). O clima tropical além de ter excessivas chuvas durante o período chuvoso, estas se caracterizam pela alta intensidade, elemento muito importante no estudo da erosão.

Os baixos índices de pluviosidade e irregularidades de precipitações são dois fatores que afetam diretamente a sociedade, assim como as taxas elevadas de evapotranspiração que são superiores as precipitações, havendo assim um déficit hídrico. A ausência de chuvas na agricultura irrigada ou não ocasiona perdas elevadas de produção, que também influencia nos reservatórios hídricos que abastecem a

população e a irrigação, desta maneira as plantações sofrem com déficit hídrico reduzindo no seu rendimento final, além da prioridade ser dessedentação de animais e da população, reduzindo em épocas de estiagens a prática da agricultura. De todo território brasileiro a região Nordeste brasileira (NEB) abrange 18,27%, de acordo com a afirmação de Araújo (2011), e grande parte desta proporção é integrante do Polígono das Secas.

Segundo Silva *et al.* (2013) o Estado do Piauí tem condições climáticas diferenciadas, com oscilação nos índices pluviométricos cuja origem é bastante individualizada, apresentando médias anuais relativamente variáveis. Os autores também analisaram as variabilidades pluviométricas municipais entre os diferentes regimes pluviométricos para o estado do Piauí (regiões Norte; Central e Sul), e comprovaram que existem áreas comuns de ocorrências de chuvas com os seus respectivos sistemas provocadores e inibidores. Na região Norte os índices pluviométricos têm uma distribuição mais regular que nas áreas Central e Sul, evidenciando os aspectos fisiográficos, relevo, fauna, flora e distância do mar. Devido à grande variação na pluviometria ao longo dos anos, observaram que os fenômenos de macro, meso e micro escalas são de grande importância para os regimes de chuvas do estado do Piauí, os quais seguem tempo cronológico de suas atividades e duração.

Matos *et al.* (2015) consideram que a pluviometria representa o atributo fundamental na análise dos climas tropicais, refletindo a atuação das principais correntes da circulação atmosférica. Por ser um elemento essencial na classificação climática de regiões tropicais, a precipitação e sua variabilidade associada a outros elementos do clima, provoca uma modificação na dinâmica geral dos climas locais.

Bertoni *et al.* (2012) lembram que a chuva é um dos elementos climáticos de maior importância para a erosão dos solos. Assim, a intensidade pode condicionar tanto o volume quanto a velocidade da enxurrada, além da maior perda do solo por erosão. De acordo com os autores, a chuva é caracterizada como o fator R, ou seja, refere-se a um índice que expressa à capacidade de causar erosão em uma localidade; Além da chuva, os autores destacam que a velocidade de infiltração, a topografia do terreno, a cobertura vegetal, bem como a natureza do solo podem contribuir para o processo de erosão o que corrobora com o estudo em desenvolvimento.

Os estudos de Terassi *et al.* (2014), sobre a distribuição espaço temporal pluviométrica e a erosividade das chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó - PR, revelaram que a amplitude pluviométrica anual da bacia é de aproximadamente 300 mm

e uma média anual de 1.482,3 mm. Segundo os autores, a distribuição da precipitação é controlada pelos fatores estáticos (orografia) e dinâmicos (sistemas atmosféricos) atuantes sobre a região. Dziubate (2013) observou uma média anual pluviométrica de 1.500 mm, além de valores pluviométricos abaixo de 1.300 mm na foz e acima de 1.600 mm próximo da nascente.

O objetivo foi caracterizar espacialmente o potencial erosivo das precipitações trimestrais, e do período seco e chuvoso, seguidamente da erosividade total e anual no Estado do Piauí utilizando das 15 microrregiões de coletas de dados pluviiais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O Estado do Piauí está localizado na região Nordeste do Brasil (NEB), situado entre o meio norte úmido e o nordeste semiárido, e este fato estabelece condições geoambientais particulares. Em acréscimo, apresentando variações altimétricas diferenciadas como as altas chapadas do sul-sudoeste, cuja altimetria está em torno de 600 metros e vai decrescendo à proporção que se aproxima do norte até chegar ao mínimo no litoral. Ao longo deste trajeto têm-se as chapadas tubulares, com vertentes íngremes, vales interplanálticos e superfícies de erosão. São 2.650 km de rios perenes, 68 lagoas perenes e 54 açudes de médio e grande porte e 50 açudes pequenos, além do lago de Boa Esperança que tem como principal objetivo à geração de energia. Apresenta também, portentosos aquíferos subterrâneos, reconhecidamente detentor de volumoso manancial de água de sul a norte do Estado (CONDEPI, 2002).

Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular por volta de nove a dez horas de chuvas na região sul; na região central o intervalo de tempo regular e por volta de cinco a oito horas de chuvas; na região norte este intervalo de chuva ocorrem por volta de oito a dez horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade às falhas dos sistemas meteorológicos atuantes. Salienta-se que a ocorrência de períodos de veranicos (ocorrências de vários dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso) nos seu quadrimestre é esperada. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores há vinte dias na região sul; superiores há dezoito dias na região central e a vinte e dois dias na região norte mensais no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos desativados e/ou não atuação para o seu período de ocorrência de acordo Medeiros (2016).

O regime de precipitação na região sul do estado inicia-se com chuvas de pré-estação na segunda quinzena do mês de outubro e prolonga-se até o mês de março tendo como trimestre chuvoso os meses de janeiro, fevereiro e março. Na região central do estado as chuvas de pré-estação tem seu início na segunda quinzena de novembro, caracteriza-se no mês de dezembro e seu trimestre chuvoso ocorre nos meses de janeiro, fevereiro e março. A caracterização do período chuvoso na região norte inicia-se do mês de janeiro e prolonga-se até o mês de maio, tendo como trimestre mais chuvoso os meses de fevereiro, março e abril.

Os fatores provocadores de chuva são as formações de linhas de instabilidade transportadas pelos ventos alísios de Sudeste/Nordeste, vestígios de frentes frias quando das suas penetrações ativas, formações de aglomerados convectivos, orografia, contribuições de formação de vórtices ciclônicos, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), efeitos locais, troca de calor, atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e efeitos de brisas são fatores que aumentam o transporte de vapor da água e umidade e conseqüentemente a cobertura de nebulosidade na região em estudo (MEDEIROS, 2016; YAMAZAKI *et al.*, 1997; NOBRE *et al.*, 1998; ALVES *et al.*, 1998; NOBRE *et al.*, 2004; ARAÚJO *et al.*, 2014;). (Figura 1).

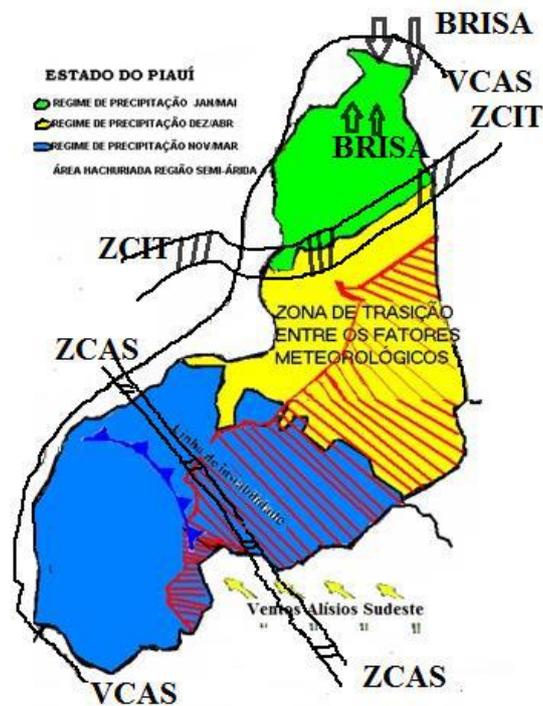


Figura 1. Regimes pluviométricos e principais fatores provocadores de chuva no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros (2016).

O sistema de coleta de dados pluviométricos para os 225 municípios está a cargo do EMATER-PI (2013), que dividiu o Estado em quinze microrregiões conforme estabelecido na Figura 2.

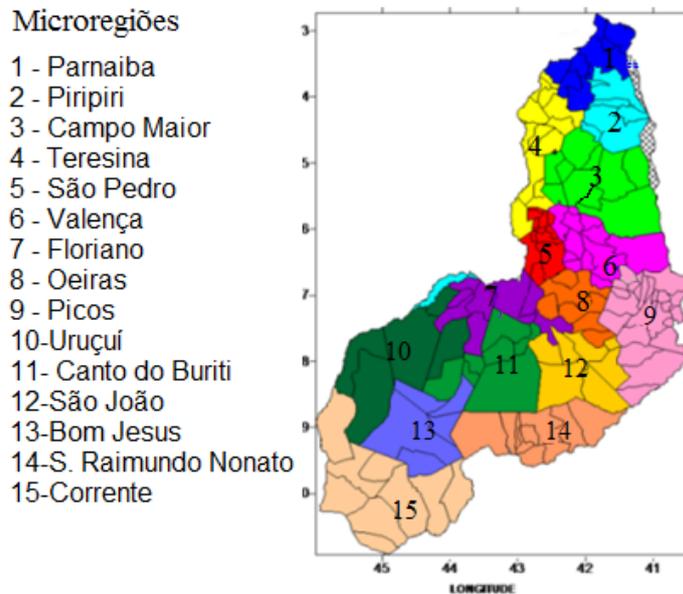


Figura 2. Localização das microrregiões de coleta dos dados pluviométricos das 15 microrregiões analisadas. Fonte: Medeiros (2016).

O dado pluvial compreende ao período estudado 1962-2016 por serem as séries de maiores índices pluviais distribuídos nas microrregiões, selecionou-se os municípios representantes das microrregiões conforme Figura 2. Calcularam-se as médias trimestrais da precipitação por municípios das microrregiões gerando-se planilha eletrônica para a interpolação através do programa Surfer 8, seguidamente das suas respectivas análise. Na determinação do fator erosividade utilizou da equação proposta por Wischmeier *et al.* (1971) e Wischmeier *et al.* (1958, 1978) definida como:

$$EI_{30} = 67,355 \left( \frac{r^2}{p} \right) e^{0,85}$$

sendo:

$EI_{30}$  a média mensal do índice de erosividade das chuvas ( $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$ );

$r$  a precipitação média mensal (mm); e

$p$  a precipitação média anual (mm).

O fator R (erosividade das chuvas) permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, sendo possível conhecer a capacidade e o potencial da chuva em causar erosão no solo, para que assim se faça um manejo adequado e

ocupação correta do mesmo conforme comentários dos autores Menezes *et al.* (2011). O cálculo desse fator é o somatório dos valores mensais da erosividade, conforme a equação:

$$R = \sum_1^{12} EI_{30}$$

Foram utilizados para o cálculo de erosividade os dados pluviométricos mensais e anuais de 185 estações municípios com série histórica pluviométrica com 54 compreendido ao período de 1962-2016. Foram tratados dados mensais, e com os mesmos, os totais trimestrais dos índices pluviométricos, gerando cartas e mapa de erosividade trimestral. Análise dos dados de chuva teve como base a erosividade da chuva média trimestral (Tabela 1e 2).

A Tabela 1 demonstra a classe de erosividade e Erosividade (R) MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para os índices anuais da erosividade da chuva, conforme o autor Carvalho (1994).

Tabela 1. Classe de erosividade da chuva média anual.

Classe de erosividade	Erosividade (R) MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Muito Baixa	R < 2.452
Baixa	2.452 < R < 4.905
Média	4.905 < R < 7.357
Alta	7.357 < R < 9.810
Muito Alta	R > 9.810

Fonte: Carvalho (1994).

Na Tabela 2 tem-se a classe de erosividade da chuva média mensal e as suas respectivas faixas erosivas que se aplicou ao estudo em desenvolvimento.

Tabela 2. Classe de erosividade da chuva média mensal.

Classe de erosividade	Erosividade (R) MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Muito Baixa	R < 250
Baixa	250 < R < 500
Média	500 < R < 750
Alta	750 < R < 1000
Muito Alta	R > 1000

Fonte: Carvalho (1994).

Para fins de mapeamento foi utilizado o método geoestatístico da krigagem, que por ser um interpolador conhecido por vários trabalhos científicos e com margens de erros pequenos comparados a outros interpoladores e métodos, é bastante utilizado a principal característica desses interpolador é por ser do tipo estocástico, que fazem uso da teoria das probabilidades – são incorporados critérios estatísticos que atribuem pesos aos pontos amostrais durante a interpolação. A diferença no método da krigagem está no

processo de interpolação, em que são utilizadas técnicas de geoestatística, e é expressa na Equação seguinte.

$$Y(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^5 (Z(X_i) - Z(X_i + h))$$

A metodologia geoestatística procura extrair, de uma aleatoriedade aparente dos dados medidos, as propriedades estruturais probabilísticas do componente regionalizado. Diante disso, é obtida uma função de correlação entre os valores situados em determinada distância e direção no espaço amostrado (LANDIM *et al.*, 2002).

Foram interpolados através da krigagem os dados da erosividade trimestral, período seco e chuvoso, anual e do índice R dos postos pluviométricos das sedes municipais do Estado do Piauí.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Figura 3 tem-se a variabilidade da erosividade do trimestre (janeiro, fevereiro e março) no estado do Piauí. Com variabilidade erosiva de 1400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 3500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Destacam-se os maiores núcleos de erosividade localizados no setor oeste-sudoeste e em parte da região norte ao sul e ao norte da região central. Na região sul registra-se variabilidades erosivas de 1700 a 3100 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os menores índices erosivos situam-se a sul-sudeste da região piauiense com oscilação de 1400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nas regiões centrais e norte observam-se flutuações erosivas fluindo de 1800 a 3500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

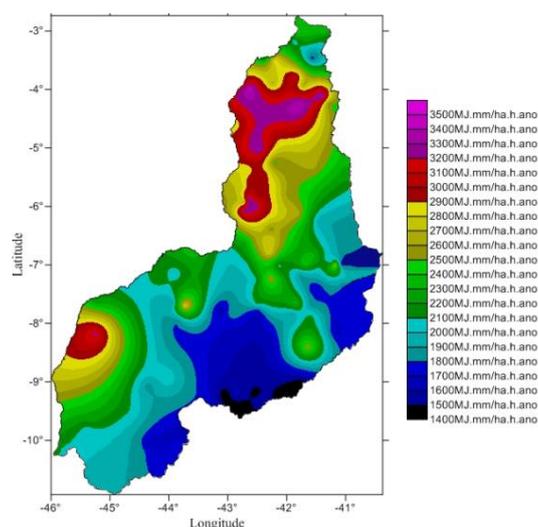


Figura 3. Erosividade do trimestre (janeiro, fevereiro e março) no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

Na Figura 4 tem-se a geoespacialização da variabilidade erosiva do trimestre (abril, maio e junho), salienta-se que na região sul e central o período chuvoso está encerrada. Registram-se os menores índices erosivos no extremo sul e sudoeste da área de estudo, ainda para a área em discussão observam-se valores crescentes com flutuações de 100 a 900 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Na região norte tem-se oscilações erosivas fluindo entre 1500 a 2300 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, os índices pluviiais são irregulares e de magnitudes variadas durante os meses de maio e junho, além da contribuição da velocidade do vento a qual auxilia nos índices erosivos.

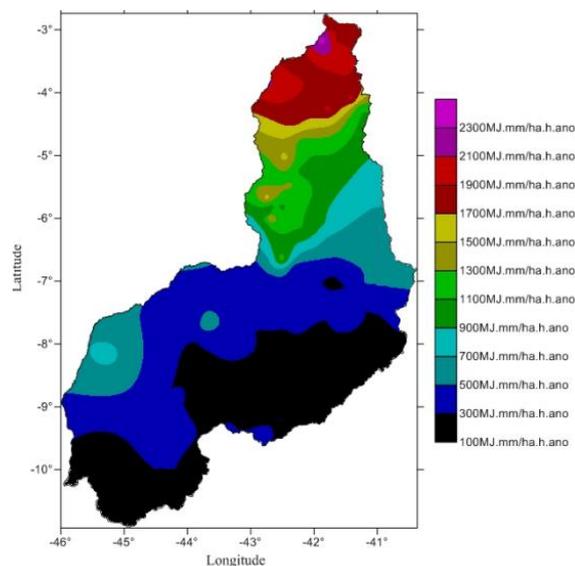


Figura 4. Erosividade do trimestre (abril, maio e junho) no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

Diversos estudos próximos à área de estudo corroboram com os resultados encontrados com índices próximos de erosividade de 13.914 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, obtidos por Oliveira Júnior (1988), e para a cidade de Rondon do Pará (PA), Rosa et al. (2016) obtiveram um índice de 16.390 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Em Cabaceiras – PB o índice erosivo foi de 11.701,1 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> Medeiros et al. (2015). A erosividade em Barbalha (CE) foi de 7.849,0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> Matos (2017), A proximidade entre os valores era esperada em função da similaridade da distribuição anual e comportamento da precipitação na região norte e leste do Brasil. Valores próximos também foram encontrados em Quedas do Iguaçu (PR) (12.169 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), por Waltrick (2010), se justificando pela intensidade da precipitação no período estudado. Estudos como o de Fortaleza (CE) (2,2 anos) por Dias et al. (2003) para o município de Conceição do Araguaia (PA) (2,7 anos) por Oliveira Jr. (1996), entre

tantos outros pesquisadores estes estudos vem a corroborar com os resultados da pesquisa em desenvolvimento.

A erosividade do trimestre (julho, agosto e setembro) está representada na figura 5. Nas regiões sul, central e parte sul da região norte os valores erosivos fluem entre 0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 20 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Na faixa litorânea, na área norte-sudoeste os índices erosivos fluem entre 20 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 60 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A erosividade registrada na parte norte tem a contribuição eólica durante o trimestre estudado.

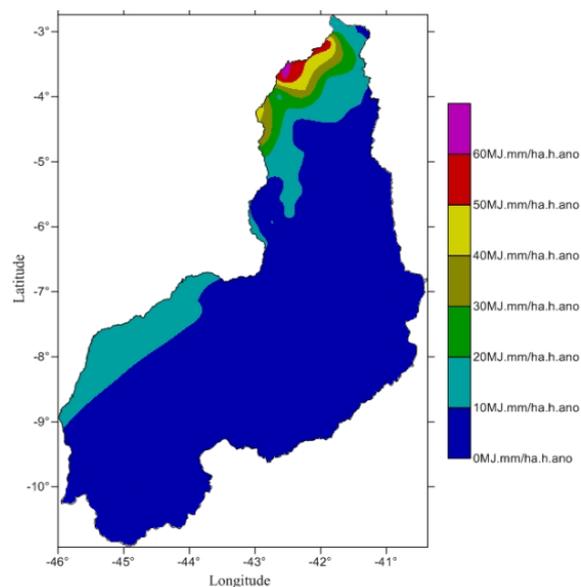


Figura 5. Erosividade do trimestre (julho, agosto e setembro) no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

Nos meses entre setembro a dezembro, ocorre elevação da temperatura extremas (máximas e mínimas), alta incidência de insolação direta, redução de umidade relativa do ar, aumento da intensidade do vento e contribui para o poder erosivo no setor norte. Os índices erosivos nas regiões norte e entre o nordeste e este no setor central são de baixas intensidade com flutuações entre 0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 300 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Na parte sul da região central e região sul os índices erosivos fluem entre 0 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 1300 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Lembrando que na região sul a partir da segunda quinzena do mês de outubro inicia-se a quadra chuvosa (figura 6).

Lorena *et al.* (2017) estudaram as flutuações no índice de aridez interanual e sua vulnerabilidade à desertificação para a área da bacia hidrográfica do rio Ipojuca. Detectou que os climas registrados na área de estudo foram do tipo Árido, Semiárido seco com níveis de susceptibilidade oscilando entre muito alta e alta. Áreas identificadas com vulnerabilidade à desertificação em razão do índice de menor aridez

podem não estar localizadas em áreas degradadas. Esta variação poderá ocorrer devido ao uso inadequado do solo e do ambiente em estudo. Quanto maior a precipitação, maior será o índice de aridez, e diante a desertificação, menor será a susceptibilidade. A temperatura influencia na evapotranspiração, pois quanto maior a temperatura, maior a evapotranspiração e, conseqüentemente, menor o índice de aridez e, portanto maior a susceptibilidade à desertificação. O estudo corrobora com os resultados da pesquisa em desenvolvimento.

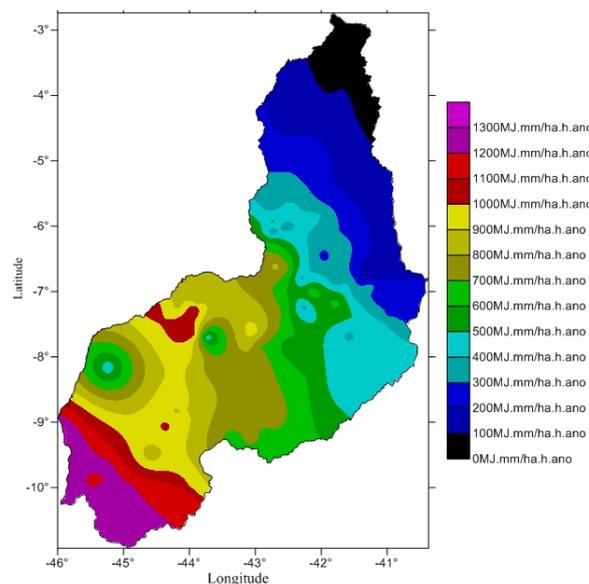


Figura 6. Erosividade do trimestre (outubro, novembro e dezembro) no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

Na Figura 7 tem a distribuição da erosividade do período seco no estado do Piauí, em praticamente toda a região semiárida piauiense não ocorre erosividade, na região do extremo sul atingindo a área ribeirinha da citada região e parte da região central nos setores centro e oeste com registro de oscilações erosivas de 200 a 400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Na região norte entre os municípios de Parnaíba a buriti dos Lopes registra-se erosividade 500 a 1000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, estes valores registrados na região norte tem contribuições da erosividade do vento e ausência de vegetação rasteira.

Os índices erosivos do período chuvoso no estado do Piauí estão representados na Figura 8. Nos setor Sul e Sudoeste correspondente às microrregiões de Uruçuí, Bom Jesus, Corrente e parte da microrregião de São Raimundo Nonato e Canto do Buriti, suas variabilidades fluem entre 2600 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 4100 mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, como o terreno passa por preparação de solo e tem resto de cultura os índices erosivos pelos impactos das gotas de chuvas são amortecidos auxiliando a infiltração da água no

solo. Na região central as flutuações ocorrem na faixa de 2000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 4400 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, a região norte os índices erosivos fluem entre 3500 a 5000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, principalmente nos entornos dos leitos dos rios, riachos, córregos, lagos, lagoas e açudes, estes valores erosivos tem as contribuições dos arrastes do solo do extremo sul e da região central com o trocar do trimestre chuvoso das suas respectivas áreas.

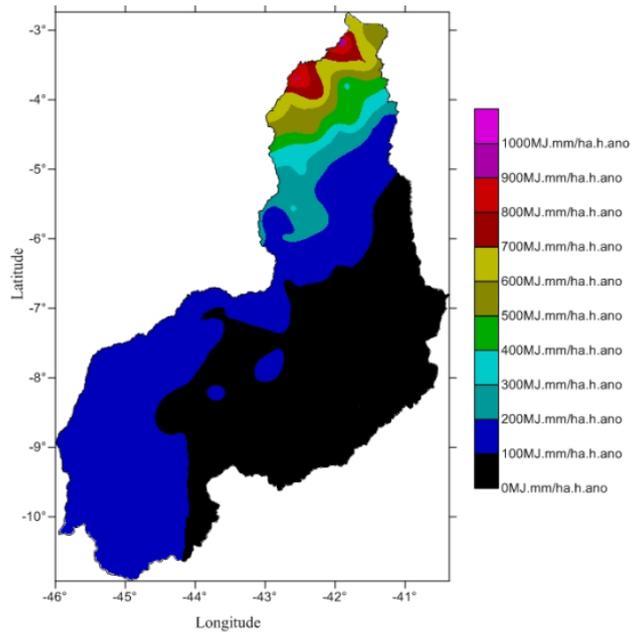


Figura 7. Erosividade do período seco no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

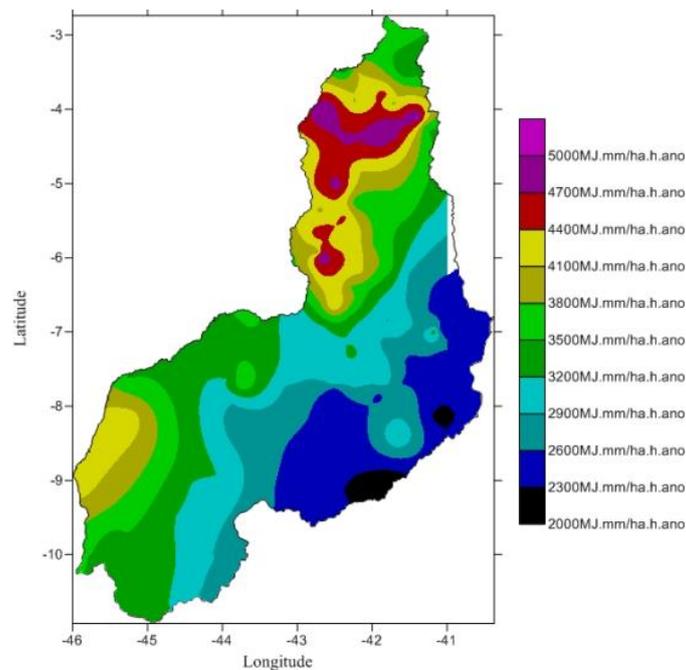


Figura 8. Erosividade do período chuvoso no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

O fator R relaciona a energia cinética da gota da chuva com a intensidade e expressa a capacidade de uma chuva erodir um solo desprotegido. Existem diversos modelos que quantificam esta energia, alguns dependem principalmente da região de estudo, de acordo com os autores Brown *et al.* (1987) e Van Dijk *et al.* (2002). Estes resultados corroboram com os resultados aqui expostos.

Figura 9 mostra a erosividade total (R) no estado do Piauí. Nos setor Sul e Sudoeste correspondente às microrregiões de Uruçuí, Bom Jesus, Corrente e parte da microrregião de São Raimundo Nonato suas variabilidades fluem entre 10000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 18000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. No sentido sudeste/noroeste, correspondentes às microrregiões de São Raimundo Nonato, Canto do Buriti, São João do Piauí, Oeiras e São Pedro do Piauí tem-se flutuações erosivas de 10000 a 20000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nas microrregiões de Parnaíba, Piripiri, Campo Maior e Teresina registram índices erosivos variando de forte magnitude, nestas microrregiões a ação do vento tem sua influencias nos índices erosivos.

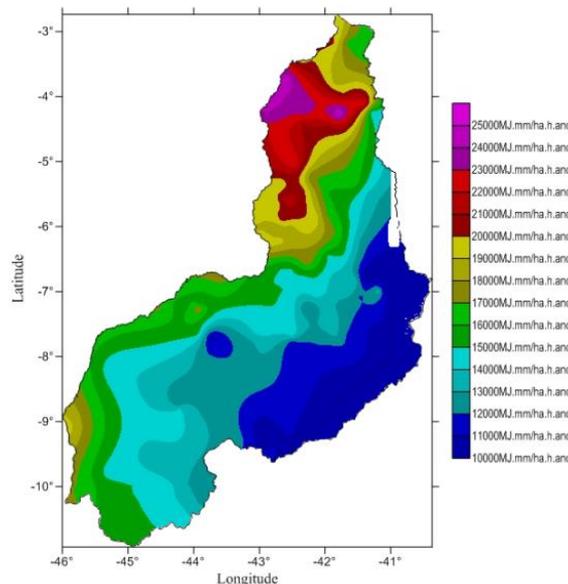


Figura 9. Erosividade total (R) no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

Figura 10 tem-se a variabilidade erosiva anual no estado do Piauí com flutuações de 7000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 19500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Registram-se aumentos graduais erosivo no sentido sudeste/noroeste, correspondentes às microrregiões de São Raimundo Nonato, Canto do Buriti, São João do Piauí, Oeiras e São Pedro do Piauí. Nos setor Sul e Sudoeste correspondente às microrregiões de Uruçuí, Bom Jesus, Corrente e parte da microrregião de São Raimundo Nonato suas variabilidades fluem entre 9500 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 15000 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Nas microrregiões de Parnaíba, Piripiri, Campo Maior e Teresina registram índices erosivos variando de forte

magnitude, nestas microrregiões a ação do vento tem sua influencias nos índices erosivos.

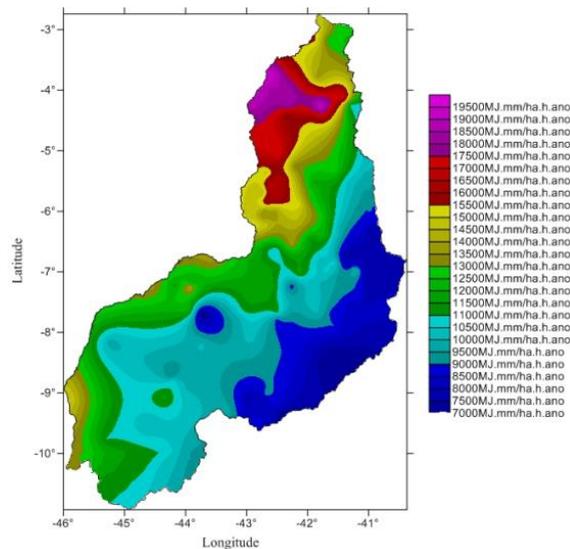


Figura 10. Erosividade anual no Estado do Piauí. Fonte: Medeiros, (2018).

Silva (2004) recomenda o mapa anual de erosividade da precipitação, o qual mostra uma faixa de 3116 até 20035 (MJ mm/ha h ano) para todo Brasil. No mapa, a região com os valores mais baixos é representada pela região Nordeste, enquanto os valores mais altos são encontrados na região norte (região Amazônica). Segundo o autor, 4,7% da área total do território brasileiro foram classificadas por erosividade média; 26,3% foram classificados como erosividade médio forte; 10,6% apresentaram valores de erosividade fortes e 58,4% de todo o território foi classificado como muito forte em conformidade com a classificação de Carvalho (1994). Nenhuma região foi classificada por baixos valores de erosividade. Isso demonstra claramente a importância das chuvas dentro dos processos de erosão no Brasil, já que a erosividade das chuvas é responsável por cerca de 80% da variação da perda do solo (WISCHMEIER *et al.*, 1978). Estes trabalhos vêm a corroborar com o estudo em desenvolvimento.

Viola *et al.* (2014) determinaram os valores de erosividade, por meio de registros pluviométricos mensais e anuais no estado de Tocantins e chegaram à conclusão de que os valores de erosividade anual oscilaram entre 6.599 e 14.000 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>ano, com pico máximo em dezembro, quando atingiram valores de até 2.800 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>. De maio a setembro, a erosividade apresentou valores inferiores a 500 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup> por mês. Os estudos de Medeiros *et al.* (2012), no município de Bananeiras-PB, reforçam a influência da precipitação no aumento da erosividade. O aumento da erosividade para estes autores está relacionado com o

aumento da precipitação, ou seja, os maiores valores concentram-se nos períodos chuvosos das regiões analisadas. Os valores erosivos do Estado do Tocantins nos confirmam os valores registrados nos setores Sul e Sudoeste correspondente às microrregiões de Uruçuí, Bom Jesus, Corrente e parte da microrregião de São Raimundo Nonato da área estudada.

Waltrick *et al.* (2015), ao estimarem a erosividade de chuvas no estado do Paraná, por intermédio da precipitação, no período de 1986 a 2008, concluíram que os resultados, bem como a variação temporal da erosividade estão associados ao regime pluviométrico, principalmente nas regiões Sudoeste e Oeste. Segundo os autores, em média, os meses de maior erosividade são janeiro (média estadual de  $1.394 \text{ MJ.mm.ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$ ) e outubro ( $1.173 \text{ MJ.mm.ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$ ). A região do litoral apresenta valores de erosividade acima de  $2.000 \text{ MJ.mm.ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$ . Estudos como o de Viola *et al.* (2014), Medeiros *et al.* (2012) e Waltrick *et al.* (2015) vem a contribuir com o estudo em desenvolvimento.

Wischmeier *et al.* (1965) demonstraram que a energia cinética da chuva é determinada em função da quantidade pluviométrica ocorrida e sua intensidade. O tamanho médio das gotas de chuva aumenta com a intensidade, e a velocidade terminal das gotas em queda livre aumenta com o seu tamanho.

## CONCLUSÕES

A krigagem como método estatístico leva em consideração a posição e a relação entre os dados trabalhados e/ou estudado, deste modo o resultado encontrado em suas distribuições condiz com a realidade de cada microrregião.

O uso e ocupação do solo desordenado sem técnicas de manejo e as práticas não conservacionistas, a monocultura, o pastoril desorganizado, a mineração, o desmate, as queimadas, e a exploração do carvão, são os principais fatores causadores da erosividade em algumas microrregiões estudada.

As áreas agricultáveis das microrregiões e seu entorno localizam-se ao longo de todo seu território tendo, suas regiões climáticas com diferentes potenciais erosivos. Logo, o conhecimento deste potencial será de enorme valor para escolha de práticas de manejo do solo visando controlar o seu processo erosivo.

Áreas identificadas com vulnerabilidade à erosividade, em razão do índice de aridez menor, podem não estar localizadas na área degradada, e áreas que apresentam um maior índice de aridez e não são advertidas como processos de vulnerabilidade

podem encontrar-se degradadas a ponto de serem consideradas áreas desertificadas. Esta variabilidade poderá ocorrer devido ao uso inadequado do solo e do ambiente.

A ação do vento durante os meses de julho a dezembro no setor norte causa erosividade de fraca a moderadas.

Os fatores de erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos e grau de declive e comprimento de rampa apresentaram baixa influência no resultado de perdas médias anuais de solo por erosão laminar durante o período estudado.

O modelo da krigagem reflete as variabilidades erosivas e suas distribuições com significância em todas as análises.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J.M.B. Produção agrícola de subsistência no Estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrências de El Niño e La Niña, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.6, n.2, p.249-256. 1999.

ALVES, T.L.B.; AZEVEDO, P.V. Análise da distribuição decadal e tendência da precipitação pluvial no município de Caraúbas - PB. In: **Workshop Internacional sobre Agua no Semiárido Brasileiro**, 1, 2013, Campina Grande-PB. Anais... Campina Grande: UFCG, 5p. 2013.

ARAÚJO, L.E.; SOUSA, F.A.S.; RIBEIRO, M.A.F.M.; SANTOS, A.S.; MEDEIROS, P.C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, V.23, n.2, p.162-169. 2014.

ARAUJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. Rios Eletrônicas - **Revista Científica da FASETE**, v.5, n.5. 2013.

ATAÍDE, R.S.; FURTADO, T.V. **Importância da utilização das normais climatológicas para análise de variação climática**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Curso técnico de meteorologia. p.27. 2014.

BERTONI, J.C.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 8 ed. São Paulo: Editora Ícone, 355p. 2012.

BROWN, L.C.; FOSTER, G.R. Storm Erosivity Using Idealized Intensity Distributions. **American Society of Agricultural and Biological Engineers** 30, 380-386. 1987.

CARVALHO, D.F.; CRUZ, E.S.; PINTO, M.F.; SILVA, L.D.B.; GUERRA, J.G.M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. v. 13, n. 1, p. 3-9, 1999.

CASSOL, E.S.; MARTINS, D.; ELTZ, F.L.F.; LIMA, V.S.; BUENOS, A.C. Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.15, p.220-231. 2008.

CONDEPI. Companhia do desenvolvimento do Estado do Piauí. 2002.

DIAS, A.S.; SILVA, J.R.C. A Erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I – distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno – primeira aproximação. **Revista Brasileira Ci. Solo**. v. 27, p. 335-345, 2003.

DZIUBATE, E.R. Análise da distribuição espacial e temporal da pluviosidade na bacia do rio Pirapó-PR. Campo Mourão,. 71f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental)**. 2013.

EMATER-PI. **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí**. 2016.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: Guerra, A. J. T & CUNHA, S. B. (Org) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4ª ed. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**. 2001.

KAJTAR, J.B.; SANTOSO, A.; ENGLAND, M.H.; CAI, W. Tropical climate variability: interactions across the Pacific, Indian, and Atlantic Oceans. **Climate Dynamics** 48, 2173-2190. 2016.

LANDIM, P.M.B.; STURARO, J.R. Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. Rio Claro: IGCE/UNESP, **Lab. Geomatémática, Texto Didático** 06. 2002.

LIMA, J.R.A; NEVES, D.J.D.; ARAUJO, L.E.; AZEVEDO, P.V. Identificação de tendências climáticas no estado da Bahia. **Revista de Geografia da UFPE**, v. 28, n. 3, p. 172 – 187. 2011.

LIMEIRA, R.C; SOUSA, F.A.S; SILVA, V.P.R.; OLIVEIRA, P.T. Tendência das chuvas no Estado da Paraíba. **Revista Hispeci e Lema On Line**, ano 3, n.3, nov. 7p. 2012.

LORENA, E.M.G.; MEDEIROS, R.M.; SILVA, V.P.; HOLANDA, R.M. Vulnerabilidade a desertificação na bacia hidrográfica do rio Ipojuca, PE, Brasil. **XX congresso Brasileiro de Agrometeorologia e V Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro**. 14 a 18 de agosto de 2017, UNIVASF, Complexo multieventos, Juazeiro – BA. P.2744-2759. 2017.

MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; MEDEIROS, R.M.; SABOYA, L.M.F.; BORGES, V.E.; GALVAO S.T. Erosividade da chuva no período de 1973 a 2013 no município de Barbalha – CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.10, p.641 - 649, 2017.

———; MEDEIROS, R.M.; SILVA, P.S.; SABOYA, L.M.N. Variação climatológica da precipitação no município de Barbalha-CE. In: **CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA**, Anais... Fortaleza. 2015.

MEDEIROS, R. M. **Estudo agrometeorológico para o Estado da Paraíba**. p.120. 2016.

——— ; MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; SABOYA, L.M.F. Cálculo do balanço hídrico e da erosividade para o município de Cabaceiras-PB. **Enciclopédia Biosfera**. v.11, p.2894, 2015.

——— ; BORGES, C.K.; SANTOS, L.J.V. Análise climatológica da precipitação no município de Bananeiras-PB no período de 1930 a 2011 131 como contribuição a agroindústria. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, p. 10, 2012.

——— ; VIEIRA, L.J.S.; SOUSA, S.F.A. Contribuição para a captação de águas pluviais um subsídio a partir da análise da precipitação e do número de dias de chuva no município de Teresina, PI. **8º Simpósio de Captação e manejo de água de chuva**. 14 a 17 de agosto de 2014. Local: Federação das Indústrias do Estado da Paraíba. Campina Grande - PB. 2014.

——— ; **Análise de aspectos climático, socioeconômico e ambiental e seus efeitos na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto e entorno**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. p.171. 2016.

——— ; GOMES FILHO, M.F. Cálculo da susceptibilidade a desertificação em Bom Jesus e Parnaíba (PI) através do índice de aridez. **VI Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e III Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade**, Recife. 2014.

MENEZES, H. E. A. **Influência da Zona de Convergência Secundária do Atlântico Sul sobre a ocorrência de precipitação no leste do Nordeste brasileiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal e Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Campina Grande – PB, 2011.

NOBRE, C.A.; MOLION, L.C.B. The climatology of drought and drought prediction. In: PARRY, T.R.; CARTER, R.; KONJIN, N.T. The impact of variations on agriculture, Volume 2: Assessments in Semi-arid Regions. **Dordrech: Kluwer**, p.305-323. 1988.

NOBRE, P.; MELO, A.B.C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise**, ano 2, n.1. 2004.

NOBREGA, J.N.; SANTOS, C.A.C.; GOMES, O.M.; BEZERRA, B.G.; BRITO, J.I.B. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2. 2014.

OLIVEIRA JR., R.C. Índice de erosividade das chuvas na região de Conceição do Araguaia, Pará. Belém: EMBRAPA-CPATU; (**Boletim de Pesquisa**, nº 165). 1996.

OLIVEIRA JR., R.; MEDINA, B. F. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). **R Bras Ci Solo**, v. 14, p. 235-239, 1988.

PEÑALVA-BAZZANO, M.G.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.235-244. 2010.

PIRES, F.R.; SOUZA, C.M. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**, 3 ed. Editora UFV, Viçosa. 2013.

ROSA, A.G.; SOUSA, A.M.L.; COSTA, J.A.; SOUZA, E.B. Erosividade da chuva em Rondon do Pará, PA, Brasil de 1999 a 2015 e projetada para 2035. **Rev. Ambient. Água**. v. 11, n. 4, p. 1006-1021, 2016.

SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A. Erosividade e padrões hidrológicos de precipitação no Agreste Central pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.16, n.8, p.871–880. 2012.

SILVA, V.M.A.; MEDEIROS, R.M.; PATRÍCIO, M.C.M. Degradação e Desertificação, evolução dos estudos da Paraíba com uso de Geotecnologias. In: **II Congresso Nordestino de Biogeografia – CNEA e IV Encontro Nordestino de Biogeografia**, 2004.

SILVA, J.A.S.; MEDEIROS, R.M.; SILVA, A.O.; SILVA, J.W.O.S.; MATOS, R.M. Oscilações no regime da precipitação pluvial no município de Barbalha - CE. I **Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS**, 22 a 24 de maio de 2013, Iguatu – CE, Brasil. 2013.

SILVA, V.P.R.; PEREIRA, E.R.R.; AZEVEDO, P.V.; SOUSA, F.A.S.; SOUSA, I.F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.2, p.131–138. 2011.

SIMIONI, J.P.D.; ROVANI, F.F.M.; IENSSE, A.C.; WOLLMANN, C.A. Caracterização da Precipitação Pluviométrica na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí, RS. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v.28, p. 112-133. 2014.

SOUSA, A.; SILVA, D. Detecção de Tendências Climáticas no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.3, p. 442-455. 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. **Revista Formação, Presidente Prudente**, v. 2, n. 21, n.21, p. 136-158. 2014.

VAN DIJK, A.I.J.M.; BRUIJNZEEL, L.A.; ROSEWELL, C.J. Rainfall intensity – kinetic energy relationships: a critical literature appraisal. **Journal of Hydrology** 261, 1-23. 2002.

VIOLA, M.R.; AVANZI, J.C.; MELLO, C.R.; LIMA, S.O.; ALVES, M.V.G. Distribuição e potencial erosivo das chuvas no estado do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 49, n.2, p.125-135. 2014.

WALTRICK, P.C.; MACHADO, M.A.M.; DIECKOW, J.; OLIVEIRA, D. Estimativa 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, p. 256-267. 2015.

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, 38p. 2011.

WALTRICK, P.C. **Erosividade de Chuvas do Paraná: atualização, influência do “El Niño” e “La Niña” e estimativa para cenários climáticos futuros**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 107 p. 2010.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, B.V. A soil erodibility nomograph for farmaland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, n.26, p.189-193, 1971.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: **USDA**, 58p. 1978.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Trans. Am. Geophys. Union**, 39:285-291. 1965.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, v.39, n.2, p.285-291, 1958.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, 55, p.205-207. 1977.