

## Índice de erosividade na bacia hidrográfica do alto curso do rio Paraíba – Paraíba/Brasil

Erosivity index in the hydrographic basin of the upper Paraíba river course – Paraíba/Brazil

Índice de erosividad en la cuenca hidrográfica del curso del río alto Paraíba - Paraíba/Brasil

Recebido: 11/12/2021 | Revisado: 16/12/2021 | Aceito: 21/12/2021 | Publicado: 25/12/2021

### **Raimundo Mainar de Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7361-1281>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

### **Manoel Viera de França**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-9327>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: manolvieira.ufpe@gmail.com

### **Romildo Morant de Holanda**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: romildomorant@gmail.com

### **Luciano Marcelo Fallé Saboya**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7586-6867>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: lsaboya@hotmail.com

### **Moacyr Cunha Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
E-mail: Moacyr.cunhafo@ufrpe.br

### **Wagner Rodolfo de Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7203-0338>  
Universidade Estácio de Sá, Brasil  
E-mail: wagneraraujops@gmail.com

### **Resumo**

A determinação da erosividade das chuvas é de suma importância para o manejo e conservação do solo e da água de uma bacia hidrográfica, pois as ações humanas promovem impactos diretos no escoamento superficial, decorrentes das precipitações, o que muitas vezes pode levar a mortes e danos materiais. A bacia do rio Paraíba abrange uma área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, sendo considerada a segunda mais importante para o estado da Paraíba, sofrendo com problemas de erosão generalizada, escassez hídrica, degradação da mata ciliar, entre outros. Objetivou-se determinar o índice de erosividade (EI<sub>30</sub>) a partir da variabilidade pluviométrica distribuída na bacia hidrográfica do Alto Curso do rio Paraíba – PB/Brasil, considerando-se série de chuvas superior a 57 anos de dados, para 12 municípios que compõem a área em estudo. Para determinação do fator erosividade foi utilizada a equação proposta por Wischmeier (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978). Os resultados encontrados demonstraram não haver correlações significativas para os municípios de Barra de São Miguel, Camalaú, Monteiro, Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros e São Sebastião do Umbuzeiro, enquanto que, para os municípios de Cabaceira, Caraúbas, Congo e Serra Branca foram identificados índices erosivos moderados a fracos em alguns meses do quadrimestre mais chuvoso da região.

**Palavras-chave:** Potencialidade erosiva; Semiárido nordestino; Variabilidade Espaço-Temporal da Precipitação.

### **Abstract**

Rainfall erosivity, defined as the potential of this in causing soil erosion, is a function only of the physical characteristics of the rain itself, ie its amount, intensity, drop diameter, terminal velocity and kinetic energy. Aims to evaluate the erosivity index (EI<sub>30</sub>) from rainfall variability distributed in the basin of the Upper River Paraíba Course - PB/Brazil, considering the number of higher rainfall than 57 years of data for the 12 municipalities that make up the study area. To determine the erosivity factor was used the equation proposed by Wischmeier (1971) and Wischmeier and Smith (1958, 1978), the R factor, rainfall erosivity is the sum of the monthly values of erosivity. The results showed no significant correlations to the Barra de São Miguel municipalities, Camalaú, Monteiro, Silver, São João do Tigre, San Jose of the Lambs and São Sebastião do Umbuzeiro, while for the municipalities of Cabaceira, Caraúbas, Congo and Sierra White were identified moderate erosion rates to weak in a few months the wettest quarter of the region.

**Keywords:** Erosive potential; Semi-arid northeast; Spatiotemporal Variability of Precipitation.

## Resumen

La determinación de la erosividad pluvial es de suma importancia para la gestión y conservación del suelo y el agua en una cuenca hidrográfica, ya que las acciones humanas promueven impactos directos sobre la escorrentía superficial, resultante de las lluvias, que a menudo pueden provocar la muerte y dañar materiales. La cuenca del río Paraíba cubre un área de 20.071,83 km<sup>2</sup> y es considerada la segunda más importante para el estado de Paraíba, padeciendo problemas de erosión generalizada, escasez de agua y degradación del bosque de ribera, entre otros. El objetivo fue determinar el índice de erosividad (EI30) a partir de la variabilidad de las precipitaciones distribuidas en la cuenca hidrográfica del Curso Alto del Río Paraíba - PB / Brasil, considerando una serie de precipitaciones superiores a 57 años de datos, para 12 municipios que hacen hasta el área en estudio. Para determinar el factor de erosividad se utilizó la ecuación propuesta por Wischmeier (1971) y Wischmeier y Smith (1958, 1978). Los resultados encontrados no mostraron correlaciones significativas para los municipios de Barra de São Miguel, Camalaú, Monteiro, Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros y São Sebastião do Umbuzeiro, mientras que para los municipios de Cabaceira, Caraúbas, Congo y Serra Branca se identificaron índices erosivos moderados a débiles en algunos meses del cuatrimestre más húmedo de la región.

**Palabras clave:** Potencial erosivo; Semiárido nororiental; Variabilidad de Precipitaciones espaciotemporales.

## 1. Introdução

A precipitação é um elemento meteorológico que apresenta grande variabilidade, tanto em quantidade, quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra, sendo o principal fator utilizado na subdivisão do clima de uma região e/ou localidade (Almeida, 2003). A chuva exerce influência fundamental sobre as condições ambientais, agindo diretamente sobre o balanço de água no solo e, indiretamente através de outras variáveis como: temperatura do ar, do solo, umidade do ar e radiação solar, que atuando em conjunto limitam ou favorecem o crescimento e o desenvolvimento de uma civilização em cada região do globo terrestre. Particularmente nas zonas tropicais, Bastos (1990) destacou que o parâmetro climatológico mais importante a ser considerado é a chuva.

No Nordeste do Brasil (NEB), em especial na sua porção semiárida, que frequentemente enfrenta os problemas da seca e estiagem prolongadas, a ocorrência da variabilidade da precipitação, mesmo no período chuvoso, é uma das suas características mais marcantes, sendo considerada uma situação muito grave (NOBRE et al., 2001), levando em consideração a elevada dependência que a agropecuária dessa região tem quanto a pluviosidade. Santana et al. (2007) realizaram estudo na região semiárida de Minas Gerais, e demonstram que a variabilidade do período chuvoso dependia única e exclusivamente dos fatores provocadores de chuva.

O relevo apresenta-se de forma geral bastante diversificado, constituindo-se por formas trabalhadas por diferentes processos, atuando sob climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. Nesse caso, existem três grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga.

As enchentes, alagamentos e inundações já ocasionaram prejuízos e remoções de diversos povoados, vilas e vilarejos. Historicamente as maiores cheias ocorreram entre os trechos do médio, baixo e alto Paraíba, sendo a sua ocorrência quase periódica (dependendo da qualidade e quantidade do período chuvoso). Sabe-se que nesta área não existem sistemas de contenção de enchentes e suas vazões são aleatórias, auxiliadas pelo relevo (SUDENE, 1999).

Outras problemáticas esperadas, são as reduções dos índices pluviométricos que poderão atingir uma faixa de 60% dos valores mensais, com isto os reservatórios de armazenamento de água ficarão obsoletos, restringindo ainda mais a água potável para a sobrevivência humana e animal, também sofrerão mudanças à fauna e a flora, podendo algumas espécies entrar em extinção (Marengo, 2011).

Estudos mostraram que a distribuição de frequência tem sido usada para caracterizar o regime pluvial de uma região, embora a distribuição gama incompleta seja o modelo teórico que melhor se ajusta aos dados originais em conformidade com

Reis et al. (1995). De acordo com Assis et. al. (1996) um erro muito comum em análise de dados é desprezar as características da distribuição de probabilidade mais adequada para os dados em estudo.

Conforme a Organização das Nações Unidas (ONU), a ocorrência da desertificação é considerada restrita aos ambientes áridos, semiáridos e subúmidos secos, onde a razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial está compreendida entre 0,05 e 0,65. A desertificação é um dos maiores problemas na atualidade, destacando-se entre os principais temas ambientais mundialmente considerados. As áreas susceptíveis à desertificação estão além do polígono das secas, envolvendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo, atingindo um total de 1.482 municípios.

Autores como Moura (2006), Souza et al (2010), Alves et al (2012), Maracajá (2007) e Araújo (2010) analisaram as causas e consequências da degradação ambiental em algumas localidades do alto curso do Rio Paraíba. No entanto, faz-se necessária uma investigação mais detalhada de tais aspectos em toda a bacia desse rio, seguindo as suas regionalizações, com início pelo alto curso até a sua foz.

O índice de susceptibilidade é um índice estável no tempo, podendo ter validade por um longo período e só precisa ser recalculado quando houver evidência de mudança em algum indicador. A desertificação envolve mudança no tempo, com o agravamento nas condições ambientais, agrícolas e/ou sociais. Os indicadores referentes a ambos os aspectos, em muitos casos, são os mesmos, e o que difere os indicadores de propensão para os indicadores de desertificação é o agravamento no tempo.

A degradação do solo é um problema mundial e tem várias implicações nas estruturas sociais e econômicas das populações que ocupam as áreas onde se verifica esse fenômeno. No Brasil, está mais presente na região Nordeste, principalmente na região semiárida, onde os impactos podem ser visualizados através da destruição da biodiversidade (flora e fauna), da diminuição da disponibilidade de recursos hídricos, através do assoreamento de rios e reservatórios e da perda física e química de solos (Lacerda e Lacerda, 2004).

Nos últimos anos, a modernização levou a um crescimento das cidades, e com o aumento da urbanização, surgiram condições que vem provocando alterações no clima local, devido principalmente a construção de obras, como edificações, impermeabilização dos solos, desmatamento, ausência de planejamento urbano para melhoria no convívio entre ser humano e o meio ambiente, que vem excluindo os elementos naturais, e induzindo o aparecimento de eventos extremos, que tem como consequências nas grandes cidades: inundações, alagamentos, enchentes, desmoronamentos, aumento de pragas, doenças e mortes, (SANTOS, 2007).

Aubreville (1949) um dos primeiros estudiosos sobre o tema, salienta dois efeitos principais da desertificação: a) a erosão dos solos, seja pelo processo laminar, seja pelo ravinamento, processos que se instalariam como consequências da retirada da vegetação; b) agravamento do déficit hídrico dos solos, em virtude da maior exposição dos mesmos à radiação solar e a ação dos ventos secos.

Silva et al. (2011) afirma que o processo da desertificação, de uma maneira geral, ocorre em áreas em que a razão entre precipitação e evapotranspiração potencial anual é inferior a 0,65, isto corresponde a áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, na qual uma combinação dos fatores antrópicos e naturais agem de forma a acelerar ou não neste processo.

Os estudos sobre este processo de degradação, são de suma importância porque comprometem fortemente a economia e o meio ambiente e afeta tanto a população urbana e rural do município, e expande-se nas circunvizinhanças, com muita rapidez pelos domínios morfoclimáticos da Caatinga (CPRM, 1972).

A erosividade das chuvas, definidas como o potencial da chuva em causar erosão no solo, é função exclusivamente das características físicas da própria chuva, entre as quais é citado sua quantidade, intensidade, diâmetro de gotas, velocidade terminal e energia cinética. Na expectativa de detalhar os estudos desse agente erosivo, pesquisas têm demonstrado que as características

da chuva que proporcionam as correlações mais elevadas com as perdas de solo são a intensidade e a energia cinética de acordo com Moreti et al. (2003).

A erosão hídrica constitui um grande problema para os solos com utilização agrícola. Além da redução da produtividade das culturas, o processo erosivo pode causar sérios impactos ambientais, especialmente o assoreamento e poluição dos recursos hídricos em conformidade com Cassol et al. (2007).

Tem-se como objetivo a realização de análise pluviométrica e da erosão na área da bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba (BHACRPB).

## 2. Material e Métodos

A BHACRPB, compreendida entre as latitudes  $6^{\circ} 51' 31''$  e  $8^{\circ} 26' 21''$  Sul e as longitudes  $34^{\circ} 48' 35''$ ; e  $37^{\circ} 2' 15''$ ; Oeste de Greenwich, é a segunda maior do Estado da Paraíba, considerada uma das bacias mais importante do semiárido nordestino, ela é composta pelas sub-bacias do rio Taperoá e regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do rio Paraíba. A área de estudo refere-se ao Alto curso (Figura 1). A sub-bacia engloba, total ou parcialmente, a área de municípios paraibanos (Barra de São Miguel, Cabaceiras, Camalaú, Caraúbas, Congo, Coxixola, Monteiro, Prata, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca e São José dos Cordeiros), distribuídos entre as microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental do Estado da Paraíba.

**Figura 1** - Localização da bacia hidrográfica do rio Paraíba. Na porção sudoeste, seu Alto curso.



Fonte: AESA (2020).

A bacia é formada de regiões atingidas por eventos sinóticos locais, regionais e de larga escala provocadores de chuvas como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as contribuições dos sistemas de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) quando em atividade sobre o Nordeste brasileiro, além dos efeitos decorrentes dos ventos alísios do nordeste em conjunto com os efeitos de brisa marítima, auxiliados pela formação dos vórtices Ciclônicos do Atlântico Sul (VCAS) e das formações das linhas de instabilidade (LI), do Padrão do Dipolo (PD) no Oceano Atlântico Tropical e das perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios, proporcionando eventos de secas, enchentes, inundações, alagamentos, transbordamento de rios, açudes, barreiros, lagoas, lagos e córregos. No tocante a drenagem, na sua maioria, o escoamento dos rios nas cabeceiras dessa bacia é temporário devido à má distribuição pluviométrica.

Utilizou-se de séries de dados mensais e anuais de precipitação coletados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A, 2020), com período de observações e destacado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas, altitudes e período de observações das precipitações mensais e anuais dos municípios da bacia do alto curso do rio Paraíba.

Municípios/meses	Latitude	Longitude	Altitude	Período
Barra de São Miguel	-7,45	-36,19	520	1962-2019
Cabaceiras	-7,29	-36,17	338	1926-2019
Camalaú	-7,53	-36,49	565	1962-2019
Caraúbas	-7,43	-36,29	460	1931-2019
Congo	-7,47	-36,39	500	1962-2019
Coxixola	-7,37	-36,36	465	1962-2019
Monteiro	-7,53	-37,07	590	1911-2019
Prata	-7,41	-37,04	600	1962-2019
São João do Tigre	-8,04	-36,5	616	1934-2019
São José dos Cordeiros	-7,23	-36,48	600	1963-2019
São Sebastião do Umbuzeiro	-8,09	-37,00	600	1962-2019
Serra Branca	-7,28	-36,39	450	1962-2019

Fonte: Medeiros (2020).

Para determinação do fator erosividade foi utilizada a equação (1) proposta por Wischmeier (1971) e Wischmeier e Smith (1958, 1978) definida como:

$$EI_{30} = 67,355 \left( \frac{r^2}{p} \right) e^{0,85} \quad (1)$$

sendo:

$EI_{30}$  = a média mensal do índice de erosividade das chuvas (MJ. mm ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>);

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 (BARBOSA et al., 2000; MENEZES et al., 2011). O cálculo deste fator é o somatório dos valores mensais da erosividade, conforme a equação (2):

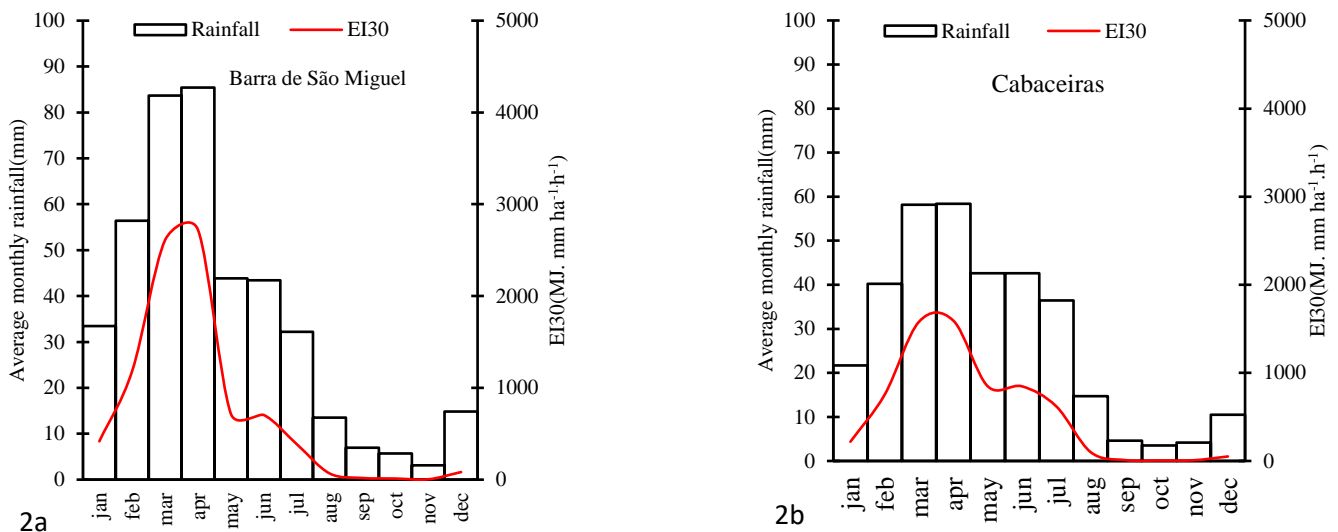
$$R = \sum_1^{12} EI_{30} \quad (2)$$

### 3. Resultados e Discussões

Na Figura 2a, tem-se a distribuição da precipitação histórica e a variabilidade do  $EI_{30}$  para o município de Barra de São Miguel, compreendido entre o período de 1962 a 2019. Observa-se que a flutuabilidade do  $EI_{30}$  acompanha a distribuição da precipitação histórica, sugerindo, deste modo, que os índices pluviométricos possibilitam a geração de erosão moderados a intensa, corroborando desta forma com os estudos de Lemos e Bahia (1992) e Medeiros et al. (2015).

Na Figura 2b, tem-se a variabilidade da distribuição pluvial e  $EI_{30}$  para o município de Cabaceiras – PB, no período de 1926-2019. Destacam-se os meses de março, abril, maio e junho com poder erosivo maior que os índices pluviométricos. Entre os meses de julho a fevereiro o índice erosivo é menor que os pluviais, estas oscilações podem ter sido ocasionadas devido os sistemas meteorológicos provocadores de chuvas, que sofreram bloqueios e suas taxas pluviais foram reduzidas, estudos como os de Medeiros (2015) e Marengo et al (2011) corroboram com as discussões apresentadas.

**Figure 2** - Distribution of historical precipitation and erosibility in the municipality of Barra de São Miguel (2a) and Cabaceiras (2b), in the period 1962-2019.



Source: Paraíba State Agrometeorological Study (2020)

Aubreville (1949) um dos primeiros estudiosos sobre o tema, salienta dois efeitos principais da desertificação: a) a erosão dos solos, seja pelo processo laminar, seja pelo ravinamento, processos que se instalariam como consequências da retirada da vegetação; b) agravamento do déficit hídrico dos solos, em virtude da maior exposição dos mesmos à radiação solar e a ação dos ventos secos. Estes pontos são vistos na região de estudo e merecem ações governamentais de manejo e conservação do solo.

A vegetação predominante é do tipo caatinga hiperxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia. Os solos predominantes são do tipo Luvisolos Crômicos que cobrem todo o cristalino existente na área de abrangência da região do alto curso do Rio Paraíba.

Medeiros et al. (2015) avaliaram o balanço hídrico e a erosividade das chuvas em função do cenário de mudanças climáticas para o município de Cabaceiras–PB. Utilizaram-se dados mensais e anuais de precipitação referente ao período de 1926-2010 e a série de temperatura estimada para o período de 1950 a 2010. Utilizaram-se da metodologia proposta pelo IPCC AR4. O índice de Erosividade das Chuvas (R) utilizou-se da Equação Universal de Perdas de Solo. Os resultados demonstraram que o cenário otimista (B<sub>2</sub>) e cenário pessimista (A<sub>2</sub>), indicaram situações críticas das condições do solo que ocasionarão perdas para os recursos hídricos e cultivos de sequeiro; os índices pluviométricos para o cenário A<sub>2</sub> não são suficientes para vários tipos de culturas; a área de estudo enquadra-se como sendo de alta erosividade uma vez que o fator erosividade (R) encontrado foi de 11.701,1 MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Com base nas definições propostas ao longo dos anos, adotou-se como definição de desertificação a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante das variações climáticas, em maior ou menor grau. Sales (1997), afirma que o município de Picuí, que está localizado na região do Seridó Oriental Paraibano, apresenta um forte comprometimento da economia e do meio ambiente devido à intensidade da degradação do solo, e constitui um dos quatro núcleos de Desertificação do Brasil.

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. 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

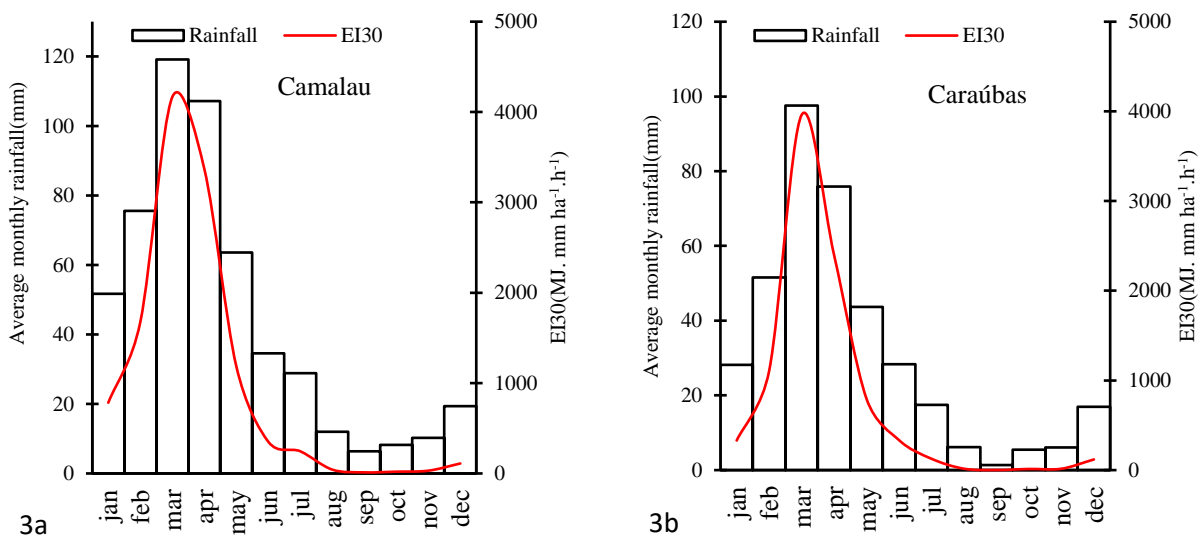


fevereiro ocorreram os menores índices de erosividade que correspondem ao período seco e início das chuvas de pré-estação na região onde está inserido o município.

O período de estudo da precipitação e  $EI_{30}$  para o município de Camalaú foi de 1962 a 2019, observa-se na Figura 3a, suas variabilidades.  $EI_{30}$  ficou abaixo dos índices pluviométricos, contradizendo-se com os observados por Lemos e Bahia (1992). No município de Camalaú a precipitação não é fator determinante da erosão, deste modo Camalaú tem baixo índices erosivos quando comparados aos dois anteriormente analisados.

Caraúbas com período de dados compreendido entre os anos de 1931-2019 para o estudo da precipitação e erosividade, demonstra que o mês de março (Figura 3b) apresentou maior influência  $EI_{30}$ . Nos demais meses, o  $EI_{30}$  foi de normal a abaixo, mostrando que a variabilidade pluviométrica afeta diretamente a erosão no período de estudo. Sendo, portanto considerado como baixo poder erosivo.

**Figure 3** - Distribution of historical precipitation and erosibility in the municipality of Camalaú (3a) and Caraúbas (3b), in the period 1962-2019.

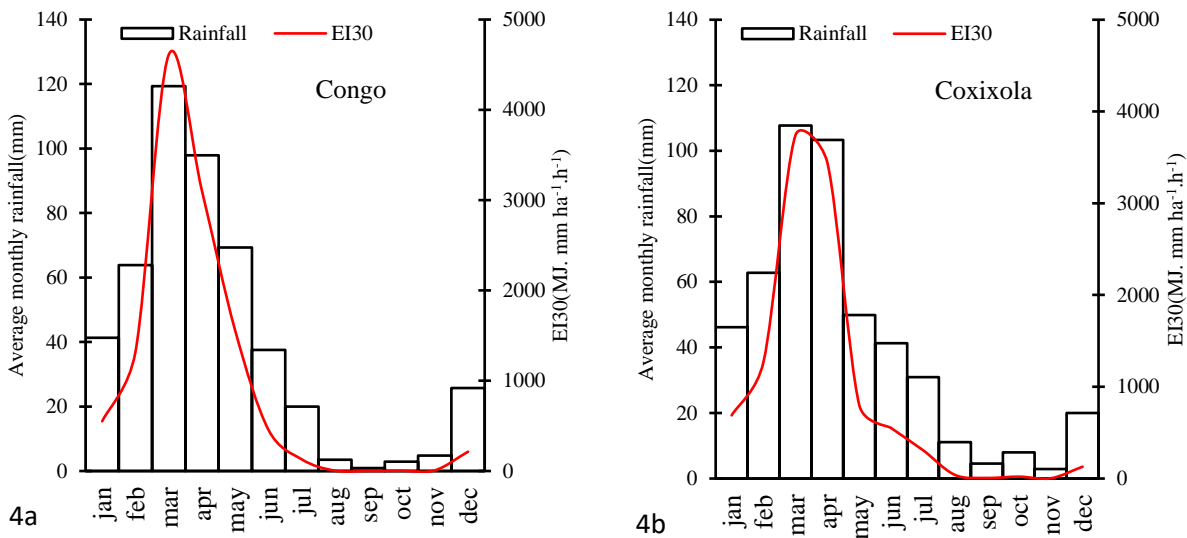


Source: Paraíba State Agrometeorological Study (2020).

A distribuição da precipitação e erosividade para o município do Congo para o período de 1962-2019 esta representada na Figura 4a. Destaca-se os meses de fevereiro a abril onde o  $EI_{30}$  foi superior aos índices pluviométricos, e para os restantes dos meses a erosibilidade oscilou abaixo da precipitação, fator que contradiz a citação de Lemos e Bahia (1992).

Na Figura 4b tem-se a distribuição da precipitação e da erosividade para o período de 1962 a 2019 no município de Coxixola, observou-se que o  $EI_{30}$  foi inferior aos índices pluviométricos, nos meses de maio a agosto o índice de erosão praticamente chega à metade do índice pluviométrico. Portanto o município de Coxixola sofre efeitos erosivos pela precipitação.

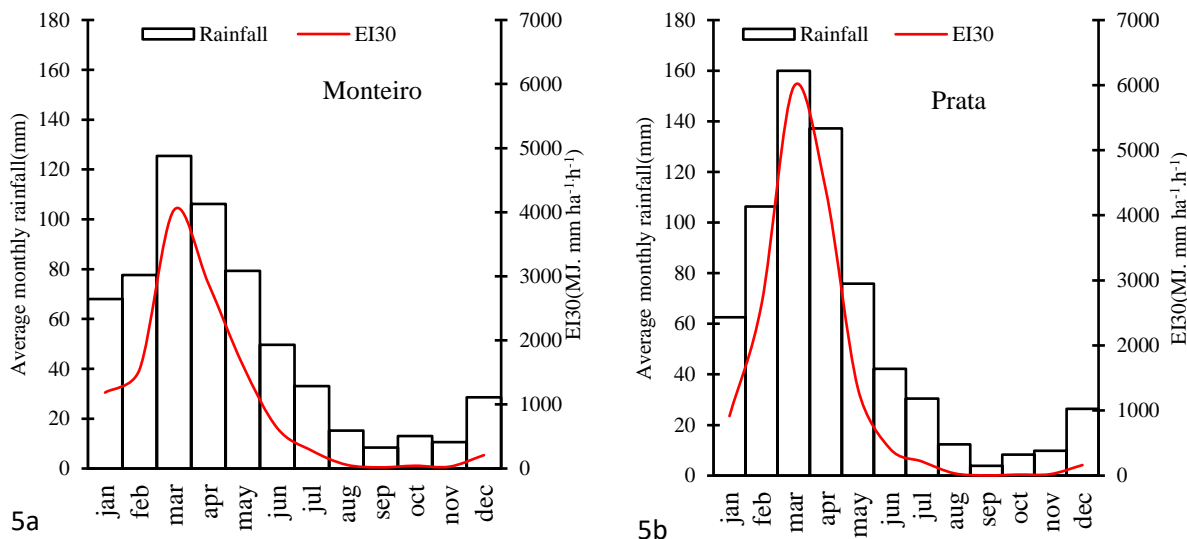
**Figure 4** - Distribution of historical precipitation and erosibility in the municipality of Congo (4a) and Coxixola (4b), in the period 1962-2019.



Source: Paraíba State Agrometeorological Study (2020)

O município de Monteiro com precipitações observadas entre os anos de 1911 a 2019 não apresentam condições de erosividade através dos índices pluviométricos conforme a Figura 5a. Em analogia, o mesmo ocorre para o município do Prata como demonstrado na Figura 5b.

**Figure 5** - Distribution of historical precipitation and erosibility in the municipality of Monteiro (5a) and Prata (5b), in the period 1962-2019.



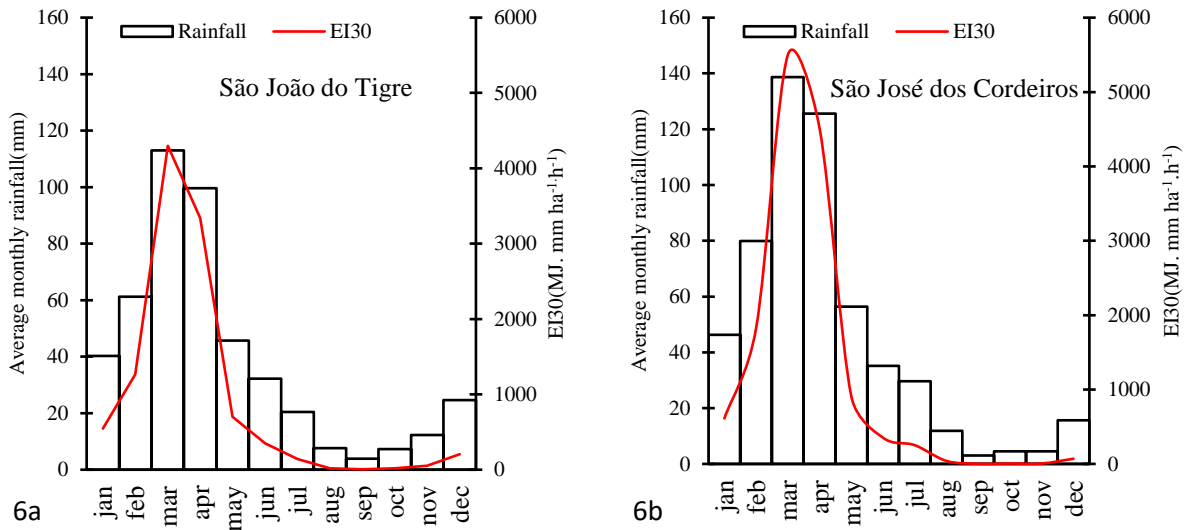
Source: Paraíba State Agrometeorological Study (2020)

A Figura 6a nos indicam que o índices erosivo e de baixa incidencia para o município de São José do Tigre.

No município de São José dos Cordeiros em conformidade com a Figura 6b, nota-se que a influencia dos índices pluviométricos sobre a erosibilidae é de baixa intensidade.



**Figure 6** - Distribution of historical precipitation and erosibility in the municipality of São José do Tigre (6a) and São José dos Cordeiros (6b), in the period 1962-2019.

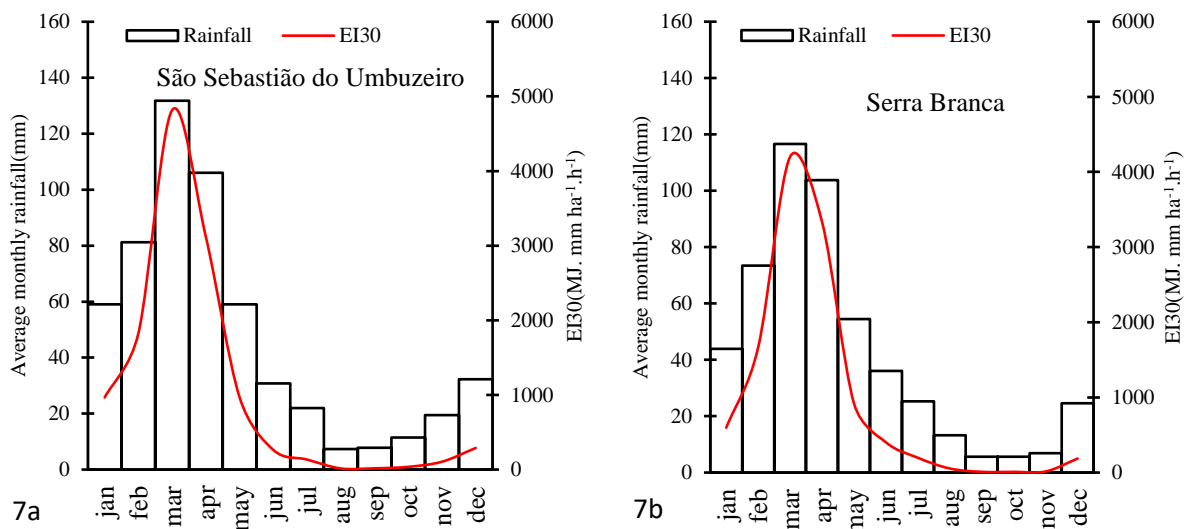


Source: Paraíba State Agrometeorological Study (2020)

A variabilidade do índices erosivo para o município de São Sebastião do Umbuzeiro esta representado na Figura 7a. Observa-se que os índices de erosibilidade foram abaixo dos índices pluviométricos em todos os meses em estudo. Portanto os índices pluviométricos não provocam erosão nesta área.

Em Serra Branca (Figura 7b) o regime de chuvas, com uma estação seca bem definida (agosto a novembro), associado à má distribuição das chuvas durante a estação chuvosa (dezembro a julho) e a pobreza de nutrientes dos solos, em geral, exigem alto nível técnico para a produção agrícola, sendo recomendável a adoção de práticas de manejo que visem conservar a água e o solo. Observa-se que os índices erosivos ocorrem com baixa intensidade nos meses de março e abril.

**Figure 7** - Distribution of historical precipitation and erosibility in the municipality of São Sebastião do Umbuzeiro (7a) and Serra Branca (7b), in the period 1962-2019.



Source: Paraíba State Agrometeorological Study (2020)

#### 4. Conclusões

Não foram encontradas correlações significativas entre erosividade e precipitação em, Barra de São Miguel, Camalaú, Monteiro, Prata, São José do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião Umbuzeiro, contradizendo-se com o afirmados por Lemos e Bahia (1992).

Nos municípios de Cabaceira (fevereiro), Carnaúba (março), Congo (fevereiro a abril) e Serra Branca (abril) registrou-se índices erosivos moderados a fracos (não classificamos, então não podemos concluir sobre).

Não foram encontradas correlações significativas entre erosividade e precipitação em, Barra de São Miguel, Camalaú, Monteiro, Prata, São José do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião Umbuzeiro, contradizendo-se com o afirmados por Lemos e Bahia (1992), Visto que 62% dos solos apresentam nível alto de susceptibilidade à erosão.

Nos municípios de Cabaceira (fevereiro), Carnaúba (março), Congo (fevereiro a abril) e Serra Branca (abril) registrou-se índices erosivos moderados a fracos.

A erosão hídrica em terrenos com desnível maior que 15 graus devem ser plantado culturas nativas levando-se em consideração as curvas de níveis, evitando deste modo a perda de solo.

O aumento da suscetibilidade antrópica em relação à natural ocorre como resultado de remoção da cobertura vegetal natural e sua substituição pela que aparece em decorrência das atividades agropecuárias, fabricação de carvão e retirada de lenha para estacas o que pode, a médio e longo prazo, conduzir à intensificação do processo de erodibilidade ou erosões hídricas.

#### Referências

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa.
- Almeida, H. A. (2003) Variabilidade anual da precipitação pluvial em Cabaceiras, PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 835-837.
- Alves, T. L. B., Lima, V. L. A., & Farias A. A. (2012) Impactos ambientais no Rio Paraíba na área do município de Carauabas/PB: região contemplada pela integração com 51 BGG Bol. Goia. Geogr. (Online). 34(1), 35-53. Artigo a bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia, 13(43), 160-173
- Aragão, J. O. R. (1975) Um estudo das estruturas das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. (INPE-789-TPT/017). Dissertação (Mestrado em Meteorologia).
- Araújo, L. E. *Climatologia e vulnerabilidade socioeconômica e ambiental da bacia hidrográfica do Rio Paraíba: estudo de caso do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)*. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- Assis, F. N., Arruda, H. V., & Pereira, A R. (1996). Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Ed. Universitária/UFPEL, p.161.
- Aubreville, A. (1949). *Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale*. Paris: Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales,
- Bastos, T. X. (1990). *Delimiting agroclimatic zones for deforested areas in Pará State-Brazil*. Honolulu: University of Hawaii t Mnueu, 170.
- Cassol, E. S., Martins, D., Eltz, F. L. F., Lima, V. S., & Buenos, A. C. (2007) Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 15, 220-231
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil, 1972.
- Gomes Filho, M. F. (1979). Um estudo sobre a influência do albedo diferencial e da orografia na circulação atmosférica: uma aplicação para o Nordeste brasileiro. Instituto de Pesquisa Espaciais, INPE-1640-TDL/015, Dissertação (Mestrado em Meteorologia).
- Lacerda, M. A. D., & Lacerda, R. D. (2004) Planos de combate à desertificação no nordeste brasileiro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 4.
- Maruyama, T., Kawachi, M. T., & Singh, V. P. (2005) Entropy-based assessment and clustering of potential water resources availability. *Journal of Hydrology*, 309(1-4), 104-113
- Medeiros, R. M. Estudo Agrometeorológico do Estado da Paraíba. 123. 2015.
- Medeiros, R. M., Matos, R. M., Silva, P. F. & Saboya, L. M. F. Cálculo do balanço hídrico e da erosividade para o município de Cabaceiras-PB. *Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer* 11(21), 2894. 2015.
- Medeiros, R. M., Vieira, L. J. S., & Bandeira, M. M. (2012) Avaliação do índice da erosividade da chuva no município de Areia - PB no período de 1910 – 2010. *INOVAGRI International Meeting. IV WINOTEC Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação*. 28 a 31 de maio de 2012. Fortaleza-Ceara-Brasil.

- Maracajá, N. F. (2007) Vulnerabilidades: a construção social da desertificação no município de São João do Cariri/PB. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba.
- Moura, G. S. S. (2006) Geoprocessamento no estudo da desertificação: município de Prata/PB. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande.
- Marengo, J. A., Nobre, C. A., Chou, S. C., Tomasella, J., Sampaio, G., Alves L. M., Obregon, G. O., Soares, W. R., Betts, R., & Gillin, K. (2011) Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil Análise conjunta Brasil - Reino Unidos sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. p.56.
- Moreti, D., Mannigel, A. R., & Carvalho, M. P. (2003) Fator erosividade da chuva para o município de Pedrinhas Paulista, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 25, 137-145.
- Nobre, P., & Melo, A. B. C. (2001) Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998 – 2000. *Climanálise*, CPTEC/INPE.
- Reis, A. S., Lacerda, F. F. & Varejão-Silva, M. A. (1995) Climatologia do sertão de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 9, Campina Grande, 1995. *Anais, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia*, p.199-201.
- Sales, M. C. L. (1996) Estudo da degradação ambiental em Gilbués-PI. Reavaliando o núcleo de desertificação. Dissertação (Mestrado). USP, 181p.
- Silva, V. M. A., MEdeiros, R. M., P& atrício, M. C. M. (2011) 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
- Santana, M. O., Sedyama, G. C., Ribeiro, A., & Silva, D. D. (2007) Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 15(1), 114-120.
- Santos, J. A. (2007) Análise dos riscos ambientais relacionados às enchentes e deslizamentos na favela São José, João Pessoa – PB. 122p. Dissertação (Mestrado em Geografia). PPGG, Universidade Federal da Paraíba.
- Souza, B. I., Suertegaray, D. M. A. & Lima, E. R. V. (2010) Políticas públicas do solo e desertificação nos Cariris Velhos/PB (Brasil). *Revista Scripta Nova*, XIV(311).
- SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Série pluviometria 5. Estado do Paraíba. Recife, 239.
- SUDENE. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Mundaú. Recife - PE, 1999.
- Wischmeier, W. H., Johnson, C. B., & Cross, B. V. (1971) A soil erodibility nomograph for farmaland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, 26, 189-193.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1958) Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, 39(2), 285-291.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978) Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. USDA, p.58.