



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL

CAMPUS DE ARAPIRACA

AGRONOMIA - BACHARELADO

TATIELE SILVA PEREIRA

**ESTIMATIVA DA EROSIVIDADE DAS CHUVAS PARA O MUNICÍPIO DE
PALMEIRA DOS ÍNDIOS – AL**

**ARAPIRACA
2020**

Tatiele Silva Pereira

Estimativa da erosividade das chuvas para o município de Palmeira
dos Índios – AL

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Alagoas – UFAL,
Campus de Arapiraca, para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Cícero Gomes dos Santos

Coorientador: Eng. Agron. Igor Gledson de
Oliveira Santos

Arapiraca
2020

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Biblioteca Campus Arapiraca - BCA
Bibliotecário Responsável: Nestor Antonio Alves Junior
CRB - 4 / 1557

P436e Pereira, Tatiele Silva
 Estimativa da erosividade das chuvas no município de Palmeira dos Índios / Tatiele
 Silva Pereira. – Arapiraca, 2020.

45 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade
Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Cícero Gomes dos Santos
Coorientador: Eng. Agron. Igor Gledson de Oliveira Santos.

Bibliografia: p. 39-45.

1. Erosão hídrica. 2. Solos - Erosão. 3. Solos (Perdas). 4. Precipitação. I. Santos,
Cícero Gomes dos. II. Santos, Igor Gledson de Oliveira. III. Título.

CDU 631

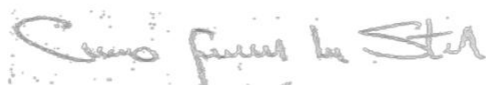
Tatiele Silva Pereira

Estimativa da erosividade das chuvas para o município de Palmeira dos Índios – AL

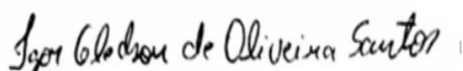
Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Alagoas – UFAL,
Campus de Arapiraca, para obtenção do título
de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em: 04/08/2020.

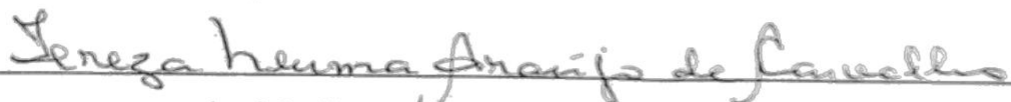
Banca Examinadora



Prof. Dr. Cícero Gomes dos Santos
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Orientador)



Eng. Agron. Igor Gledson de Oliveira Santos
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)



Ma. Tereza Neuma Araújo de Carvalho
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Examinadora)

Dedico este trabalho aos meus familiares, colegas e professores pelo apoio, ensinamentos e, sobretudo, pela paciência em todas as etapas de minha graduação.

OFEREÇO E DEICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela presença em minha vida por sempre me dar forças para seguir.

Aos meus familiares pelo incentivo e compreensão, que foram muito pacientes e caminharam comigo durante toda graduação.

Aos meus professores pelos ensinamentos, compreensão e incentivo em especial ao meu orientador Cícero Gomes que foi muito atencioso e que me acolheu no fim de mais uma etapa de minha vida.

A todos que torceram e contribuíram com a minha realização profissional.

RESUMO

A erosão é um processo natural, responsável pela perda da camada superficial do solo e consequente degradação do mesmo. Este processo pode acelerar-se pela ação antrópica que ocasiona problemas ambientais. A importância de conhecer o potencial erosivo das precipitações, em um período de tempo, contribui para práticas de manejo e conservação do solo. Isso, consequentemente, poderá diminuir as perdas de solo e aumentar a fertilidade do solo resultando no aumento da produção agrícola. Neste sentido, este estudo objetivou estimar a erosividade média (EI_{30}) mensal e anual, analisar a distribuição espacial da precipitação, durante o período chuvoso, no município de Palmeira dos Índios- AL em uma série pluviométrica de dados de 1913 a 1985. Os valores encontrados para erosividade média anual variaram entre 500 a 7.600 MJ mm ha⁻¹h⁻¹ano⁻¹ para a área de estudo. A época que mais apresentou potencial erosivo foram os meses maio, junho e julho e em contrapartida os meses de novembro, outubro e janeiro sofreram menos com o processo devido a menor intensidade de chuvas. Dentre os modelos analisados, os propostos por Val *et al.* (1986), e Rufino *et al.* (1993), apresentaram valores de erosividade de chuva baixos sendo considerados “muito baixo” de acordo com as classes de erosividade proposto por Carvalho (2008). Todos os modelos matemáticos utilizados apresentaram eficácia na determinação da erosividade média mensal e anual das chuvas para o município de Palmeira dos Índios-AL.

Palavras-chave: Erosão hídrica. Perdas de solos. Precipitação.

ABSTRACT

Erosion is a natural process, responsible for the loss of the topsoil and its degradation. This process can be accelerated by the anthropic action that causes environmental problems. The importance of knowing the erosive potential of rainfall over a period of time contributes to soil management and conservation practices. This, consequently, may decrease soil losses and increase soil fertility resulting in increased agricultural production. In this sense, this study aimed to estimate the monthly and annual average erosivity (EI30), to analyze the spatial distribution of precipitation during the rainy season in the municipality of Palmeira dos Índios-AL in a rainfall series from 1913 to 1985. The values found for annual average erosivity ranged from 500 to 7,600 MJ mm ha⁻¹h⁻¹year⁻¹ for the study area. The season with the highest erosive potential was May, June, and July, while November, October, and January suffered less from the process due to less rainfall. Among the models analyzed, those proposed by Val *et al.* (1986), and Rufino *et al.* (1993), presented low rainfall erosivity values being considered “very low” according to the erosivity classes proposed by Carvalho (2008). All the mathematical models used were effective in determining the monthly and annual average rainfall erosivity for the municipality of Palmeira dos Índios-AL.

Keywords: Water erosion. Soil loss. Precipitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do município de Palmeira dos Índios, AL, com destaque no mapa do Estado de Alagoas	23
Figura 2 -	Mapa climático do Estado de Alagoas, com base na classificação de Köppen.	24
Figura 3 -	Gráfico de precipitação mensal para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985 (Brasil, 1985).....	27
Figura 4 -	Gráfico de precipitação anual para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985 (Brasil, 1985).....	28
Figura 5 -	Índice de erosividade média mensal por Oliveira Júnior e Medina (1990) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	31
Figura 6 -	Índice de erosividade média mensal por Moraes <i>et al.</i> (1991) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	31
Figura 7 -	Índice de erosividade média mensal por Leprun <i>et al.</i> (1981) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	32
Figura 8 -	Índice de erosividade média mensal por Val <i>et al.</i> (1986) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	32
Figura 9 -	Índice de erosividade média mensal por Lombardi Neto, Moldenhauer, (1992) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	33
Figura 10-	Índice de erosividade média mensal por Rufino <i>et al.</i> (1993) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985....	33
Figura 11-	Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Oliveira Júnior e Medina (1990) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	35
Figura 12-	Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Lombardi Neto, Moldenhauer, (1992) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985....	35
Figura 13-	Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Moraes <i>et al.</i> (1991) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	36
Figura 14-	Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Leprun <i>et al.</i> (1981) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	36

Figura 15-	Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Val <i>et al.</i> (1986) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	37
Figura 16-	Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Rufino <i>et al.</i> (1993) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela1 -	Classes de erosividade da chuva média anual e mensal	26
Tabela 2-	Valores médios mensais e anuais de precipitação pluvial e coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios, Al, no período de 1913 a 1985.....	29
Tabela 3-	Valores médios mensais e anuais do fator erosividade para o município de Palmeira dos Índios, no período de 1913 a 1985, obtido por seis equações.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS	13
2.2	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	14
2.3	EROSÃO	16
2.4	EROSIVIDADE DAS CHUVAS.....	17
2.5	MÉTODOS DE EROSIVIDADE POR DADOS PLUVIOMÉTRICOS	18
2.6	EROSIVIDADE E A CONSERVAÇÃO DO SOLO	21
3	OBJETIVOS	22
3.1	GERAL	22
3.2	ESPECÍFICOS	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	23
4.2	DADOS PLUVIOMÉTRICOS	24
4.3	ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE CHUVA (RC)	24
4.4	ESTIMATIVA DE EROSIVIDADE ATRAVÉS DE MODELOS MATEMÁTICOS	25
4.5	VALORES DE EROSIVIDADE	26
4.6	TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	26
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	27
5.1	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS CHUVAS	27
5.2	COEFICIENTE DE CHUVA (RC)	28
5.3	EROSIVIDADE DE CHUVA	29
5.4	EROSIVIDADE DA CHUVA E COEFICIENTE DE CHUVA	34
6	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O processo erosivo sempre representou um aspecto negativo na prática da agricultura, este processo se intensificou com a mecanização dos sistemas de manejo, surgindo a necessidade de uma busca de solução para o problema. A compreensão dos fenômenos envolvidos no processo erosivo levou a necessidade de determinação de uma metodologia capaz de avaliar com precisão os fatores que causam a desagregação de partículas do solo, transporte e deposição dessas partículas (unitárias e agregadas) em razão da ação do impacto das gotas de chuva (MACHADO *et al.*, 2013).

Os estudos dos processos erosivos identificaram que os principais fatores constituintes do processo estão relacionados com o clima, o solo, o relevo, a cobertura do solo e das práticas conservacionistas de uma determinada localidade. Com base na avaliação destas variáveis, foi desenvolvido nos EUA, na década de 70, a Equação Universal de Perdas do Solo (USLE) um modelo matemático para predição de perdas de solo (SILVA, 2004). A USLE é representada pelo fator K erodibilidade do solo, LS, o fator comprimento e grau de declividade, C o fator uso, manejo e cobertura do solo e P o fator práticas conservacionistas do solo e R fator erosividade da chuva (COLODRO *et al.*, 2002). Dentre os fatores que condicionam a erosão hídrica, o fator erosividade (R) é a capacidade potencial da chuva em causar erosão e por ser dependente do clima, varia de uma região para outra (WALTRICK *et al.*, 2015).

A chuva constitui o principal agente responsável pela energia necessária para a ocorrência do processo de erosão hídrica (PRUSKI, 2009), especialmente nos trópicos por causa das suas características, sobretudo relacionadas ao volume precipitado e a sua distribuição temporal e espacial (HUDSON, 1995). A atuação da chuva no processo erosivo se dá pela quantidade de energia cinética de cada evento chuvoso, sendo a energia cinética representada pelo efeito do impacto da gota de chuva diretamente sobre o solo, dando início ao processo erosivo.

A quantificação da energia cinética de cada chuva foi proposta por Wischmeier, Smith, (1958), como o produto da energia cinética pela intensidade das chuvas em 30 minutos. Transformando as variáveis em valores numéricos, foi possível utilizar a variável climática através dos eventos de chuva de uma determinada localidade no cálculo de perda de solo por erosão hídrica.

Este é considerado o método padrão para determinação da erosividade da chuva (R), que passa a ser obtido por meio da análise de dados pluviográficos. A utilização deste

método nas condições brasileiras encontrou alguns obstáculos, principalmente no tocante as informações pluviográficas, que nem sempre são encontradas, ou, quando disponíveis, há falhas ao longo do período de observação ou são insuficientes (VIOLA *et al.*, 2014). Buscando contribuir para resolver esta limitação do cálculo de erosividade para localidade que não dispõe de dados pluviográficos, na década de 70, Bertoni; Lombardi Neto, trabalhando com dados pluviométricos da região de Campinas, SP, determinaram a altura de precipitação e o coeficiente de chuva (R_c), este último baseado na equação de Fournier (1960).

O município de Palmeira dos Índios, localizado na região Agreste do estado de Alagoas, apresenta um registro pluviométrico das chuvas a partir de 1913. O que dificulta a utilização do método padrão de determinação da erosividade proposto por Wischmeier, Smith (1958), sendo indicado para este município o método de determinação da erosividade baseado na pluviometria.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS

A região Nordeste apresenta clima semiárido associado a uma vegetação xerófito em cerca de 50% do seu território. A principal característica da região semiárida brasileira se deve ao fato da precipitação média anual variar entre 400 e 800 mm, além de possuir temperaturas acima de 23°C, e evapotranspiração acima de 2000 mm/ano (HOUNSOUNGBO, 2015).

Neste sentido, o clima é caracterizado pelas irregularidades espaciais e temporais do regime de chuvas, com maior ênfase nas mesorregiões do agreste e do sertão (IBGE, 2010). As mesorregiões do Estado de Alagoas compreendem o Leste, o Agreste e o Sertão Alagoano, estas diferem tanto na pluviometria quanto na topografia, clima e relevo (IBGE, 2010).

O Estado de Alagoas, em função da sua localização na região Nordeste tem como principais características climáticas as irregularidades da precipitação pluviométrica e a pouca variação sazonal da radiação solar, do fotoperíodo e da temperatura do ar. A proximidade da linha do Equador é fator que condiciona um número elevado de horas de incidência de horas sol por ano e, conseqüentemente, índices acentuados de evapotranspiração (BARROS *et al.*, 2012).

Palmeira dos Índios é um município brasileiro do Estado de Alagoas, localizado no agreste alagoano, sendo considerada a quarta maior cidade dessa unidade de federação. Segundo dados estatísticos o município possui aproximadamente 73.280 habitantes (IBGE, 2010).

Referente à caracterização climática do município, particulariza-se com base nos principais modelos de classificação de clima, visto que, Barry *et al.* (1978), afirmam que os sistemas de classificações do clima têm como objetivo sintetizar e fornecer informações sobre as características climáticas das regiões, organizando as estatísticas climatológicas de forma a tornar possível a identificação dos diversos tipos de clima em termos quantitativos.

Assim sendo, por localizar-se no agreste alagoano, Palmeira dos Índios constitui-se de clima tropical subúmido seco, ou seja, aquele clima que corresponde às categorias Aw e As de classificação climática de Koppen-Geiger desta forma, contém verões quentes e

invernos razoavelmente frios, com período chuvoso concentrado no inverno, especialmente entre os meses de maio a agosto (KOPPEN 1948).

Os tipos climáticos segundo Koppen (1948) são apresentados nas fichas apenas pelo símbolo de cada um, assim sendo, a seguir, verificamos os significados das categorias de:

Aw e As.

- Aw - Clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm.
- As – Clima tropical quente e úmido, com estação seca no inverno. É caracterizado pela ausência de chuvas de verão e sua ocorrência no "inverno" (que corresponde à estação chuvosa e não ao inverno propriamente dito), com índices pluviométricos por volta de 1.600 mm anuais.

Na classificação climática de Koppen o Estado de Alagoas é dividido em quatro zonas. Na zona da mata norte, na Zona da mata litoral e parte de agreste mais úmido, e no agreste e no sertão. Já segundo a classificação de Thornthwaite, seis tipos climáticos predominam em Alagoas. O superúmido, o úmido, o subúmido, o subúmido-seco, o árido e o semiárido, sendo que este último marca as áreas de transição entre a vegetação de floresta caducifólia e a caatinga hipoxerófila, notadamente nas divisas dos municípios de Traipu, Igaci, Estrela de Alagoas e Palmeira dos Índios (BARROS *et al.*, 2012).

Considera-se também o modelo climático de Gaussen, no qual se pode observar 6 tipos climáticos: 3aTh, 3bTh, 3cTh, 3dTh e 6a. O numeral 3 dessa classificação expressa que todos os climas possuem características xerotérmicas. A letra “a” indica o caráter xerófito acentuado, com 7 a 8 meses secos; “b” o caráter médio, com 6 meses secos; “c” o caráter atenuado, com 3 a 4 meses secos; e “d”, o caráter de transição, com 1 a 2 meses secos. Entretanto, o numeral 6 representa clima equatorial, com temperatura superior a 20°C no mês mais frio (BARROS *et al.*, 2012).

2.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica é dada em milímetros e refere-se à altura da água coletada em um determinado equipamento (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). A chuva é o

principal agente no processo de erosão hídrica, com isso é importante avaliar a resposta do solo as diferentes precipitações, tanto pela quantidade de chuva, como pela duração e característica do evento (CARVALHO *et al.*, 2009).

As características físicas de um evento de precipitação, tais como tamanho, forma e velocidade final da gota de chuva, bem como intensidade, tipo de chuva (convectiva, frontal ou orográfica) e sua localização geográfica, são primordiais para a avaliação do seu potencial erosivo (MELLO *et al.*, 2013). A erosão hídrica apresenta elevado potencial de redução na capacidade produtiva dos solos e pode comprometer os recursos hídricos superficiais. A ocorrência e intensidade da chuva determinam o volume e a velocidade do escoamento superficial (MOREIRA, 2006).

O escoamento superficial está relacionado com o deslocamento das águas na superfície do solo. É dividido em dois tipos, o primeiro é o agroclimático onde o escoamento superficial cresce com o aumento da intensidade e a duração da precipitação. O segundo é o fisiográfico, que depende de fatores como o tipo de solo, topografia, rede de drenagem e obras hidráulicas (PRUSKI, 2009).

O volume total das perdas do solo por erosão é influenciado pela duração, intensidade e distribuição das chuvas. Quanto maior a perda por erosão mais intensa foi à chuva. Quando a chuva é iniciada com uma intensidade uniforme o solo consegue infiltrar a água, mas isso depende se está ou não saturado por água e qual a intensidade da chuva (BERTONI; PASTANI, 1964).

As chuvas são caracterizadas de acordo com sua origem. As chuvas frontais são resultado do encontro de duas grandes massas de ar diferentes de temperatura e umidade, apresentam longa duração e abrangem grandes áreas. As chuvas convectivas são causadas pelo aquecimento de pequenas massas de ar que juntas produzem chuvas de grande intensidade e curta duração e por fim as chuvas 15 orográficas ocasionadas pela elevação do ar úmido sobre o terreno elevado (AYOADE, 2002). A precipitação interfere tanto no setor econômico como no meio ambiente, influenciando diretamente na qualidade e na quantidade da água, na capacidade de geração e distribuição de energia, na operação e dimensionamento dos reservatórios, no manejo das bacias hidrográficas, na produtividade e na conservação do solo (OLIVEIRA, 2014).

A determinação prévia da precipitação possibilita um planejamento melhor das atividades na agricultura, o conhecimento antecipado das condições da precipitação pluvial e sua variação ao longo de um período de tempo são determinantes para o sucesso nos cultivos (SILVA *et al.*, 2007). Os aparelhos utilizados para fazer a medição da precipitação

são o pluviômetro e o pluviógrafo. O pluviômetro mede a precipitação em milímetros, a altura da chuva que é a razão entre o volume inicial e a superfície do pluviômetro e pluviógrafo registram o total da chuva e a intensidade em mm/h (TORRES; MACHADO, 2008).

2.3 EROSÃO

A erosão é considerada um fenômeno natural, mas devido interferências de cunho antrópico, este fenômeno tende a acelerar (COUTO, 2015). O fenômeno pode ser dividido em dois tipos: erosão natural, que é aquela que ocorre pela ação da natureza sem intervenção humana e erosão acelerada, que possui ação antrópica como aumento da população e aumento da produção agrícola (COUTO, 2015). O aumento na produção ocasiona maiores alterações no meio ambiente como desmatamentos, queimadas, urbanização acelerada e consequentemente impermeabilização do solo (COUTO, 2015).

Em áreas sem vegetação e degradadas pela utilização de sistemas convencionas na produção de alimentos acabam por acelerar a erosão hídrica (REICHERT; CABEDA, 1992). Guerra *et al.* (2009), o processo é iniciado através do *splash*, que é conhecido de erosão por salpicamento, ocorre quando as gotas de chuva entram em contato com o solo causando a ruptura dos agregados. Estes são quebrados em partículas menores e essas partículas preenchem a superfície do solo, provocando a selagem e diminuindo a porosidade e aumentando o escoamento das águas (GUERRA, 2009).

De acordo com Cassol (2007) a erosão hídrica é o resultado da capacidade da chuva em causar erosão e o solo em resistir. A erosão hídrica depende da distribuição da chuva, como por exemplo, chuvas intensas ou torrenciais causam maiores impactos para os solos, pois possuem uma carga maior de água em um curto período de tempo (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2009).

Quando a capacidade de infiltração é menor que a intensidade da chuva, ocorre à erosão laminar onde as partículas mais finas e mais férteis do solo são levadas para as partes mais baixas do terreno fazendo com que ocorra a compactação do solo e consequentemente diminuindo sua produtividade (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008). Durante o processo erosivo, um fator atuante e de grande importância é o fator R, denominado erosividade da chuva (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993). Enquanto outros fatores ficam constantes, os quais atuam diretamente com a energia cinética da chuva e a intensidade em 30 minutos (GUERRA; SILVA; BOTELHO, 2009).

2.4 EROSIVIDADE DAS CHUVAS

A erosividade expressa o potencial da água da chuva para desagregar o solo e transportá-lo por meio do escoamento superficial subsequente (LAL, 1994). O potencial da água da chuva é função de sua energia, que depende tanto do tamanho das gotas como da intensidade da precipitação (LAL, 1994). A erosividade é a capacidade potencial da chuva em causar erosão (HUDSON, 1995) e, por ser dependente do clima, varia de uma região para outra.

O potencial erosivo da chuva, definido como erosividade da chuva, pode ser calculado por meio da análise de dados pluviográficos (AQUINO *et al.*, 2012). Contudo, nas condições brasileiras, essas informações nem sempre são encontradas, ou, quando disponíveis, há falhas ao longo do período de observação ou são insuficientes para mapeamento (AQUINO *et al.*, 2012). As características físicas de um evento de precipitação, tais como tamanho, forma e velocidade final da gota de chuva, bem como intensidade, tipo de chuva (convectiva, frontal ou orográfica) e sua localização geográfica, são primordiais para a avaliação do seu potencial erosivo (MELLO *et al.*, 2013).

A expressão do potencial de erosão de uma chuva refere-se à perda de solo por unidade de área que pode ser esperada de uma chuva caindo em área completamente desprovida de cobertura e resíduos vegetais, mas sofrendo os mesmos tipos de operações culturais do solo cultivado (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Por essa definição, o potencial de erosão de uma chuva é função do solo, do declive e das características da chuva (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

A medida desta grandeza é realizada por meio de índices, tais como o índice de erosividade padrão EI_{30} (WISCHMEIER; SMITH, 1978), relatado por diversos pesquisadores como uma medida satisfatória, devido à significativa correlação que esse índice apresenta com as perdas de solo (SILVA *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2005).

A erosão hídrica é a principal causa de degradação de terras agrícolas e consiste basicamente do desprendimento e arraste das partículas do solo (EVANGELISTA *et al.*, 2006). O arraste de partículas da camada arável de solos agricultáveis pode reduzir sua capacidade produtiva em razão da perda da camada de solo melhor formada e com maior teor de matéria orgânica. (EVANGELISTA *et al.*, 2006).

Wischmeier; Smith (1958), verificaram que, quando todos os outros fatores, com exceção da chuva, são mantidos constantes, a perda de solo por unidade de área de um terreno desprotegido de vegetação é diretamente proporcional ao produto de duas

características da chuva: energia cinética multiplicada por sua intensidade máxima em 30 minutos. Essa foi a melhor correlação encontrada para expressar o potencial erosivo da chuva. As estimativas de perda de solo por erosão hídrica e a quantificação de fatores que a influenciam são importantes subsídios na definição de melhores estratégias de uso e manejo do solo em dada região (SILVA, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005).

A determinação da erosividade da chuva compreende um trabalho complexo e exaustivo de seleção e leitura de uma série de registro de chuvas, onde o seu potencial pode ser calculado com base na análise de dados pluviográficos, ressalta-se também que uma alternativa ao método pluviográfico é a utilização do método pluviométrico (RUFINO *et al.*, 1993). Estes mesmos autores afirmam que para a utilização do método pluviométrico, há necessidade de uma equação de correlação com o método pluviográfico.

2.5 MÉTODOS DE EROSIVIDADE POR DADOS PLUVIOMÉTRICOS

As estimativas de erosividade geralmente se baseiam no método padrão de determinação, qual seja o pluviográfico, este consiste na análise de pluviogramas diários para determinado período de tempo (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Porém, esse método de determinação se torna extremamente lento e trabalhoso, além de que só pode ser aplicado para localidade que disponha de registros pluviográficos, normalmente muito mais escassos (WALTRICK *et al.*, 2014). Diante dessa realidade, emerge a utilização do método pluviométrico, visto que, este permite a obtenção de dados de forma mais simples.

A obtenção do índice de erosividade demanda longas séries de dados pluviográficos, que nem sempre estão disponíveis (BESKOW *et al.*, 2009; MELLO *et al.*, 2007). Wischmeier; Smith (1978) recomendam usar o valor médio do índice de erosividade em 30 minutos (EI_{30}), calculado a partir de série de no mínimo 20 anos. A limitação da determinação direta do índice de erosividade se deve principalmente ao pequeno número de estações pluviográficas e também pelo processo de cálculo ser relativamente trabalhoso (WISCHMEIER; SMITH, 1978),

A fim de minimizar os problemas decorrentes do processo laborioso de determinação da erosividade da chuva, autores correlacionaram o índice EI_{30} com o coeficiente de chuva (R_c), conhecido como índice de Fournier (RENARD; FREIMUND, 1994), o qual é facilmente obtido a partir do registro dos totais diários das precipitações. Tais dados estão disponíveis em maior número de localidades, o que simplifica sua

obtenção, mas mantém precisão satisfatória na estimativa de EI_{30} (MANNAERTS; GABRIELS, 2000; SILVA, 2004).

A erosividade da chuva depende da intensidade da ocorrência e da sua energia cinética que determinam o resultado erosivo das gotas de chuva sobre a superfície do solo (CABRAL, 2005). Estas estão demonstradas na EUPS, pois apresenta duas distinções: sua energia cinética total e sua intensidade máxima em trinta minutos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

Em 1954, nos Estados Unidos foi elaborada a EUPS, também conhecida como equação de Wischmeier; Smith (1978) a partir de estudos e aperfeiçoamento de vários modelos (BAZZANO, 2007). Esses aperfeiçoamentos incluíram na equação melhorias de importância significativa como o índice de erosão da chuva, um método que avalia o manejo de acordo com as condições climáticas, um fator quantitativo de erodibilidade e por fim um método que leva em conta os efeitos de interpolações de certas variáveis, como por exemplo, a sequência de culturas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

A EUPS é composta por fatores que são representados por letras, esses fatores são: perdas de solo (fator A), erosividade da chuva (fator R), erodibilidade do solo (fator K), fator topográfico (fator LS), índice de cobertura vegetal (fator C) e práticas conservacionistas (fator P), como mostrado na equação A (WISCHMEIER; SMITH, 1978). A EUPS é bastante utilizada porque possui o índice de erosividade do solo (fator R) que expressa o potencial da chuva de causar erosão do solo, que varia de região para região (BAZZANO, 2007).

Para caracterizar o fator R da EUPS é necessário o cálculo do índice de erosividade das chuvas em 30 minutos (EI_{30}), este valor é obtido pela multiplicação de dois parâmetros específicos que são a energia cinética total da chuva (E) e intensidade máxima em 30 minutos (I_{30}). Com o resultado das chuvas individuais erosivas que ocorrem a cada mês, obtém-se o resultado do EI_{30} mensal e posteriormente somando obtemos o resultado EI_{30} anual (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

A média anual é determinada pela série histórica pluviográfica, que representa o fator “R” (SANTOS; MONTENEGRO, 2012). Wischmeier e Smith (1978), elaboraram duas equações para encontrar valores da energia cinética (EC) expressa em Megajoule/hectare-milímetro de chuva (Equação A), e aos valores de intensidade máxima em 30 minutos (I_{30}) (Equação B), passíveis de serem calculados mediante as análises dos diagramas de pluviógrafos $Ec = 0,119 + 0,0873 \log I$ (B) Em que: Ec = energia cinética, em MJ/ha.mm de chuva; I = intensidade de chuva, em mm/h; $EI_{30} = Ec \times I_{30}$ (C) Em que:

EI_{30} = índice de erosão em MJ.mm/há/h; I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, em mm/h; O fator R para um longo período de tempo apresenta uma precisão de dados melhor na EUPS para uma média mensal do índice de erosão de um local do que para um período menor de tempo, utilizando somente os dados totais das precipitações. Em muitos locais os pluviógrafos são escassos ou inexistentes e as análises de energia cinética apresentavam-se muito trabalhosas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008).

Na ausência de dados pluviográficos, o índice EI_{30} pode ser estimado com base nas médias mensais de precipitação, que Waltrick *et al.* (2015), denominaram de método pluviométrico. Séries relativamente longas de dados pluviométricos diários existem na maioria dos locais com boa distribuição espacial, facilitando a estimativa do índice de erosividade (CASSOL *et al.*, 2008; MAZURANA *et al.*, 2009).

Lombardi Neto; Moldenhauer (1992), desenvolveram a seguinte equação para encontrar o fator R com base na precipitação média mensal e a média anual, onde se obteve um alto grau no coeficiente de determinação, validando o método:

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

Onde:

EI = média mensal do índice de erosão;

r = precipitação média mensal (mm);

P = precipitação média anual (mm)

Alguns autores correlacionaram o índice de erosividade com os fatores climáticos, onde são fatores de fácil medida e que não necessitam de registros de intensidade de chuva (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008). Waltrick *et al.* (2010), baseado em um estudo realizado por Rufino *et al.* (1993), fez atualizações e modificações na equação utilizando uma série histórica de dados de precipitação no período de 1986 a 2008.

A equação modificada por Waltrick *et al.* (2010), para encontrar o índice de erosividade das chuvas é: $Y = 146,86 + 55,2 X$ em que: Y = é uma variável dependente que resulta no índice mensal de erosividade das chuvas, e o somatório dos EI_{30} mensais ao longo de 12 meses resulta no EI_{30} anual em MJ.mm/há/h/ano; X = é uma variável independente e é calculado pela equação de Lombardi Neto (1977).

2.6 EROSIVIDADE E A CONSERVAÇÃO DO SOLO

A erosividade e sua variabilidade espacial são fatores imprescindíveis para estabelecimento de estudos sobre a análise do solo, contribuindo então, para identificação de áreas degradadas e posterior desenvolvimento de estratégias para sua conservação (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Pois, a erosão do solo tem sido considerada uma grande ameaça aos recursos ambientais e à produção de alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A erosão hídrica é causada pelo impacto das gotas de chuvas que promovem a desagregação de partículas do solo que, posteriormente, são transportadas pelo escoamento superficial (CARVALHO *et al.*, 2014). Conhecer o potencial erosivo das chuvas é crucial para estimar a perda de solo (SHAMSHAD *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2014).

As estimativas de perda de solo por erosão hídrica e a quantificação de fatores que a influenciam são importantes subsídios na definição de melhores estratégias de uso e manejo do solo em dada região (SILVA, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005) visto que, a erosão hídrica é um dos processos mais prejudiciais ao solo. A equação universal de perdas de solo (USLE), bem como sua versão revisada (RUSLE), estima perdas médias anuais de solo a partir da erosividade da chuva, erodibilidade do solo, comprimento e declividade da encosta, uso e manejo do solo e práticas conservacionistas (RENARD *et al.*, 1997; MELLO *et al.*, 2007).

Conhecer a erosividade e sua variabilidade espacial subsidiam a tomada de decisão sobre qual a melhor estratégia de uso e manejo de solo para dada região ou gleba com suas particularidades de solo e topografia, bem como de adoção de práticas conservacionistas de suporte, como cultivo em nível e terraceamento, para que perdas de solo por erosão sejam mínimas (COGO *et al.*, 2003; HICKMANN *et al.*, 2008).

No Brasil, faltam informações espaço-temporais para o cálculo do índice de erosividade, o que dificulta sua obtenção em diversas localidades. Portanto, a utilização de modelos capazes de estimar os valores de erosividade, a partir de dados mais acessíveis, como média mensal ou anual de precipitação, constitui uma importante ferramenta para a tomada de decisão de práticas de conservação do solo e da água (LEE; HEO, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Além disso, o índice também pode servir como indicador de mudanças climáticas e seus potenciais efeitos sobre os processos erosivos (BIASUTTI; SEAGER, 2015; HOOMEHR *et al.*, 2016).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

- Determinar a erosividade da chuva no município de Palmeira dos Índios – AL.

3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar a relação da erosividade com a precipitação e o coeficiente de chuva no município de Palmeira dos Índios – AL
- Analisar a distribuição espacial da precipitação, durante o período chuvoso, no Município de Palmeira dos Índios- AL em uma série pluviométrica de dados de 1913 a 1985
- Observar a eficiência do cálculo da Erosividade por diferentes modelos matemáticos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O estudo foi desenvolvido no município de Palmeira dos Índios, localizado no Estado de Alagoas. O município se estende por 452,7 km² e se situa a 37 km a Norte-Leste de Arapiraca. Situado a 296 metros de altitude, Palmeira dos Índios tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 9° 24' 58" Sul, Longitude: 36° 37' 52" Oeste.

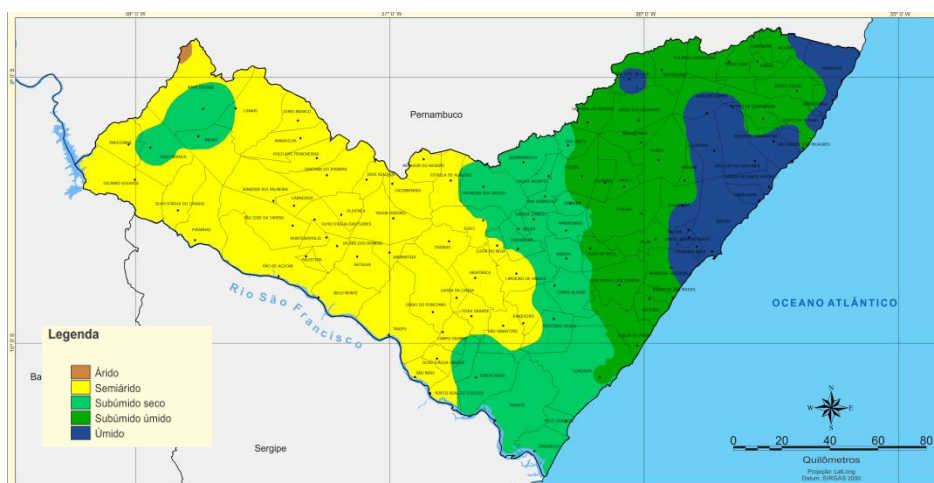
Figura 1 - Localização do município de Palmeira dos Índios, AL, com destaque no mapa do Estado de Alagoas.



Fonte: Seplang (2014).

Devido à sua localização no agreste alagoano e estando a cerca de 300 metros de altitude, o município possui o clima Tropical semiúmido, contendo verões quentes e invernos razoavelmente frios, com período chuvoso concentrado no inverno, especialmente entre os meses de maio a agosto.

Figura 2 - Mapa climático do Estado de Alagoas, com base na classificação de Koppen.



Fonte: IBGE (2010), Malha municipal digital, IMA/AL; Seplang (2014).

4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A partir dos dados climáticos para o período entre 1913 e 1985, da estação meteorológica do município de Palmeira dos Índios – Al (BRASIL, 1990). Os referidos dados foram tabulados para cálculo da chuva, o coeficiente de chuva e sua relação com a erosividade utilizando seis equações.

4.3 ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE CHUVA (RC)

A estimativa da erosividade de chuva (R) utilizando-se dados pluviométricos não é considerado o método padrão, sendo a erosividade calculada por dados pluviográficos (DIAS; SILVA, 2003). Os dados pluviográficos são escassos e de difícil obtenção no Brasil (BERTONI, LOMBARDI NETO, 1993). Buscando minimizar este problema foram propostos vários modelos matemáticos para obtenção da erosividade por dados pluviométricos.

Para testar a acurácia dos valores de erosividade de chuva por dados pluviométricos se faz necessário a determinação do coeficiente de chuva (Rc). O Coeficiente de chuva (Rc) foi calculado por meio da equação C proposta por Lombardi Neto (1977), baseado no modelo de Fournier (1960), com algumas modificações:

$$Rc = \frac{p^2}{P}$$

Em que p é a precipitação pluvial média mensal (mm); e P , a precipitação pluvial média anual (mm).

4.4 ESTIMATIVA DE EROSIVIDADE ATRAVÉS DE MODELOS MATEMÁTICOS

Na equação (1) proposta por Oliveira Júnior; Medina (1990), baseada no modelo de Fournier (1960), para determinação da erosividade com dados pluviométricos de uma determinada localidade.

$$R_x = 3,76 * \left(\frac{M_x^2}{P} \right) + 42,77 \quad (1)$$

Em 1991, Morais et al. (1991) desenvolveram a equação (2) fundamentada no modelo de Fournier (1960), onde o fator R é representado pelo R_x , que expressa o valor da média de erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e M_x a precipitação média mensal (mm) e P a precipitação média anual (mm) de uma série de dados pluviométricos.

$$R_x = 36,849 * \left(\frac{M_x^2}{P} \right)^{1,0852} \quad (2)$$

Em 1981, Leprun, estudando precipitações pluviométricas do Nordeste, desenvolveu a equação (3), através de modelo exponencial, onde R_x representa o fator R ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), que expressa a erosividade média para uma região de estudo, enquanto o M_x , representa os valores de precipitação média (mm).

$$R_x = 0,13 * (M_x^{1,24}) \quad (3)$$

A equação (4) proposta por Val et al. (1986), para determinar a erosividade de chuva de uma localidade com base em dados pluviométricos, está fundamentada no modelo de Fournier (1960). Onde R_x representa o fator R ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e M_x a precipitação média mensal (mm) e P a precipitação média anual (mm).

$$R_x = 12,592 * \left(\frac{M_x^2}{P} \right)^{0,6030} \quad (4)$$

A equação (5) foi desenvolvida por Lombardi Neto; Moldenhauer (1992), com base no modelo de Fournier (1960), que leva o coeficiente de chuva (R_c) = p^2/P , que nesta equação foi modificado por M_x , que representa a precipitação média mensal para uma dada localidade em estudo.

$$R_x = 68,73 * \left(\frac{M_x^2}{P} \right)^{0,841} \quad (5)$$

Onde R_x é o fator R ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), M_x - é a precipitação média mensal (mm) e P = a precipitação média anual (mm).

Rufino et al. (1993), desenvolveram a equação (6), baseada em modelos linear para determinação da erosividade de uma localidade baseada em dados pluviométricos, onde R_x representa o fator R ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), M_x - é a precipitação média mensal (mm) e P = a precipitação média anual (mm).

$$R_x = 19,44 + (4,20 * M_x) \quad (6)$$

4.5 VALORES DE EROSIVIDADE

A Erosividade foi categorizada com base nas classes de erosividade da chuva dispostas na tabela 1.

Tabela1 - Classes de erosividade da chuva média anual e mensal

Classes de Erosividade	Valores de Erosividade MJ.mm/ano/ha/h
Muito baixa	$R \leq 2452$
Baixa	$2452 < R \leq 4905$
Média	$4905 < R \leq 7357$
Alta	$7357 < R \leq 9810$
Muito Alta	$R > 9810$

Fonte: Silva, (2004); Carvalho (1994), modificado para o SI por Foster *et al.*, (1981).

4.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

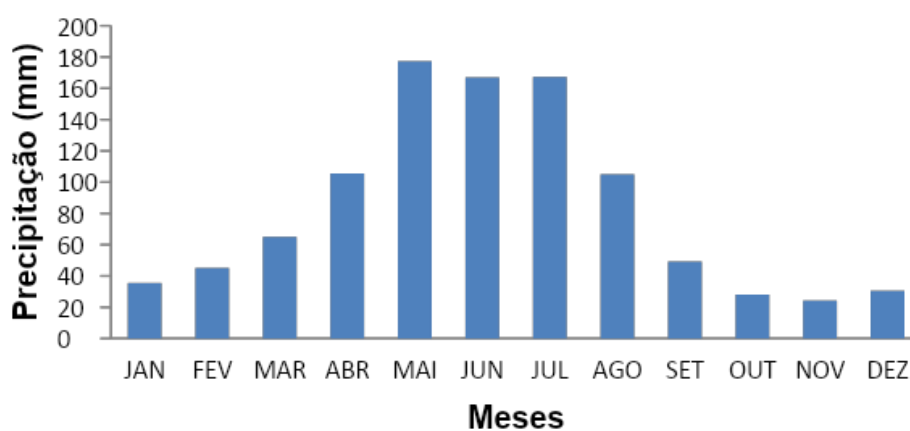
Os dados de erosividade foram submetidos a análise de regressão linear através do programa estatístico Sisvar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS CHUVAS

A Figura 3 apresenta a distribuição mensal da precipitação pluviométrica do município de Palmeira dos Índios, AL, representando a série histórica de 72 anos de análises de dados (1913 a 1985) da base de dados da SUDENE (BRASIL, 1990). Os meses de maio, junho e julho apresentaram as maiores médias, as quais se encontravam em torno de 170 mm, respondendo a cerca 51,14% da precipitação anual. Os meses mais secos são novembro, outubro e dezembro, que juntos representam 8,29% da ocorrência de chuva na região. O referido município, está inserido na região Nordeste que apresenta uma grande variação de precipitação, tanto no intervalo temporal e espacial de um ano, com períodos relativamente curto da ocorrência de um grande volume de precipitação, o que contribui para eleva as perdas de solos por processos erosivos (IBGE, 2010).

Figura 3 - Gráfico de precipitação mensal para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.

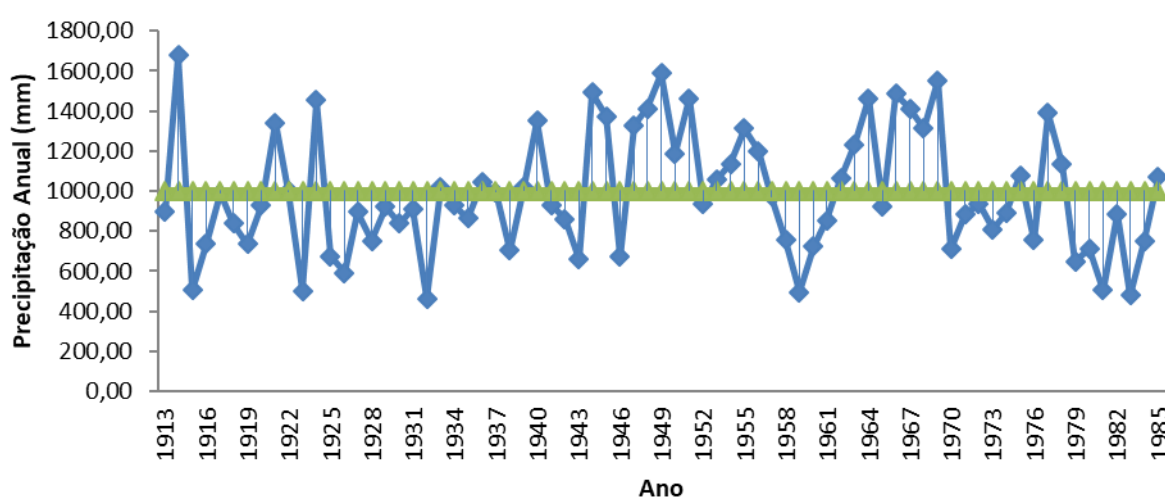


Fonte: A autora (2020).

A distribuição anual da precipitação pluviométrica do município de Palmeira dos Índios - AL, representante de uma série de 72 anos de análises de dados no banco de dados da SUDENE (BRASIL, 1990), está representada na Figura 2. Estes dados foram utilizados para o cálculo da média anual de precipitação. A média anual de precipitação para o município é de 1000, 40 mm (Tabela 2) e o ano de 1913 foi o que apresentou os maiores volumes de precipitação, com um total aproximado de 1700 mm, enquanto o ano de 1960 apresentou os menores volumes de precipitação dentro da série observada (Figura 2).

No período de observação verificou-se que do total de 72 anos, um total de 26 anos registraram valores acima da média, enquanto 41 anos apresentaram valores abaixo da média histórica e 05 se mantiveram na média (Figura 4). As regiões tropicais, especialmente no recorte territorial do Nordeste brasileiro, são caracterizadas por uma grande instabilidade espacial e temporal das precipitações, criando uma marca para região com períodos contínuos de chuvas abaixo da média, levando o registro de eventos conhecidos como secas.

Figura 4 - Gráfico de precipitação anual para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



Fonte: A autora (2020).

5.2 COEFICIENTE DE CHUVA (RC)

Na Tabela 2, estão apresentados os coeficientes de chuva (Rc) obtidos pelo modelo matemático proposto do Lombardi Neto (1977), com base no coeficiente de Fournier (1960), que estabelece uma relação entre os valores de precipitação mensal por um período anual, a determinação deste coeficiente foi realizada para os dados pluviométricos do município Palmeira dos Índios – AL, o qual apresenta uma variação dos coeficientes de chuva, que segue a distribuição anual das chuvas, representando em média 15,51% do total da precipitação.

A distribuição do coeficiente de chuva (Rc) para o município estudado tem um comportamento bastante semelhante com a distribuição da precipitação pluviométrica, com os maiores registros nos meses de maio, junho e julho (Tabela 2). Moreti *et al.* (2003), estudando as características de chuvas do município de São Manuel - SP, obteve resultados

de coeficiente de chuva em torno de 15% para o período chuvoso. Bazzano; Eltz; Cassol (2010), estudando as características das chuvas em Rio Grande do Sul - RS, obtiveram resultados semelhantes. Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992); Mazurana *et al.* (2009), comprovam os resultados obtidos nesta pesquisa para os valores de coeficiente de chuva.

Tabela 2 - Valores médios mensais e anuais de precipitação pluvial e coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios, AL, no período de 1913 a 1985.

Mês	Total Mensal	
	P (mm)	Rc (mm)
Jan	35,54	2,400
Fev	45,06	4,217
Mar	65,10	7,977
Abr	105,64	14,271
Mai	177,40	37,436
Jun	166,91	31,591
Jul	167,30	32,421
Ago	105,10	14,015
Set	49,38	3,433
Out	28,09	2,255
Nov	24,32	1,902
Dez	30,57	3,218
Total	1000,40	155,136

Fonte: A autora (2020).

5.3 EROSIVIDADE DA CHUVA

Na Tabela 3 e nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 estão apresentados os valores de erosividade de chuva mensal para o município de Palmeira dos Índios - AL, dentro de uma série de dados de 72 anos (1913 a 1985) oriundos do banco de dados de precipitação pluviométrica da SUDENE (BRASIL, 1990). Para a determinação da erosividade foram utilizados os modelos matemáticos propostos por Oliveira Júnior e Medina (1990) (Equação 1); Moraes *et al.* (1991), (Equação 2); Leprun *et al.* (1981), (Equação 3); Val *et al.* (1986), (Equação 4); Lombardi Neto; Moldenhauer, (1992) (Equação 5); Rufino *et al.* (1993), (Equação 6).

O modelo matemático proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992), foi utilizado para determinar a erosividade média anual e mensal através da equação 5, os resultados desta análise obteve-se um valor médio anual de 626,36 MJ mm ha⁻¹h⁻¹ano⁻¹, com os maiores valores médio mensais de erosividade de chuva registrados nos meses maio, junho e julho, correspondendo a 50,37% da erosividade total no período anual e os meses com menores registros de erosividade são: novembro, outubro e janeiro (Tabela 3; Figura 3). Amaral *et al.* (2014), utilizando este modelo matemático encontrou resultado semelhante para o valor de erosividade de chuva para o estado da Paraíba. Cantalice *et al.* (2009), encontrou valores de erosividade que não ultrapassaram os 3.500 MJ mm ha⁻¹h⁻¹ano⁻¹ para a região agreste do estado de Pernambuco, região está que traz condições edafoclimáticas bastante semelhante as da área de estudo. Silva (2004) comprovou a eficiência deste modelo na estimativa da erosividade da chuva na região Nordeste.

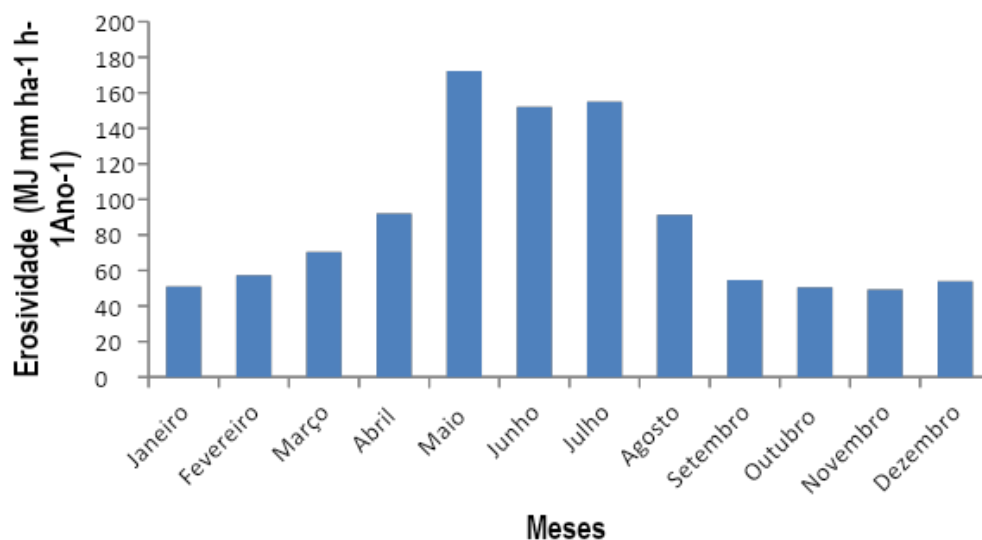
Tabela 3 - Valores médios mensais e anuais do fator erosividade para o município de Palmeira dos Índios, no período de 1913 a 1985, obtido por seis equações.

Mês	Total mensal (Fator R – MJ.mm/ano/ha/h)					
	Equação 1	Equação 2	Equação 3	Equação 4	Equação 5	Equação 6
Jan	143,54	51,08	95,30	10,88	21,35	168,81
Fev	230,55	57,36	175,66	14,61	29,99	208,79
Mar	394,10	70,37	350,85	23,05	44,05	292,96
Abr	642,74	92,15	659,53	42,02	62,55	463,25
Mai	1.446,38	172,30	1.878,27	79,92	111,89	764,62
Jun	1.253,95	152,08	1.562,26	74,10	101,00	720,57
Jul	1.281,59	154,95	1.606,83	74,31	102,59	722,20
Ago	633,03	91,26	646,69	41,76	61,87	460,99
Set	193,92	54,65	140,51	16,37	26,49	226,94
Out	136,21	50,57	89,08	8,13	20,56	137,54
Nov	118,05	49,35	74,05	6,80	18,56	121,67
Dez	183,65	53,90	130,98	9,03	25,48	147,95
Total	6.657,71	1.050,02	7.410,01	400,98	626,36	4.436,29

Dados: Equação 1: Oliveira Jr e Medina (1990); Equação 2: Moraes *et al.* (1991); Equação 3: Leprun *et al.*, (1981); Equação 4: Val *et al.*, (1986); Equação 5: Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) e Equação 6: Rufino *et al.* (1993).

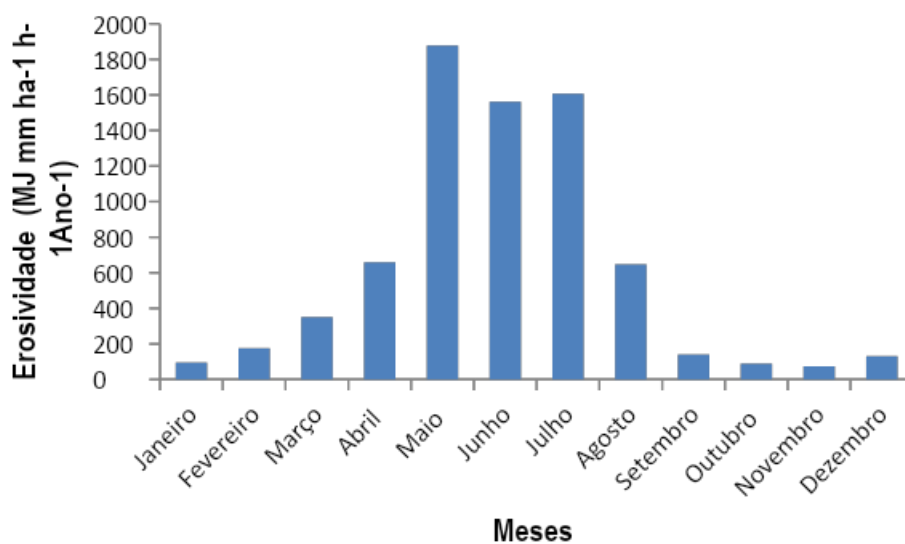
Fonte: A autora (2020).

Figura 5 - Índice de erosividade média mensal por Oliveira Júnior e Medina (1990) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



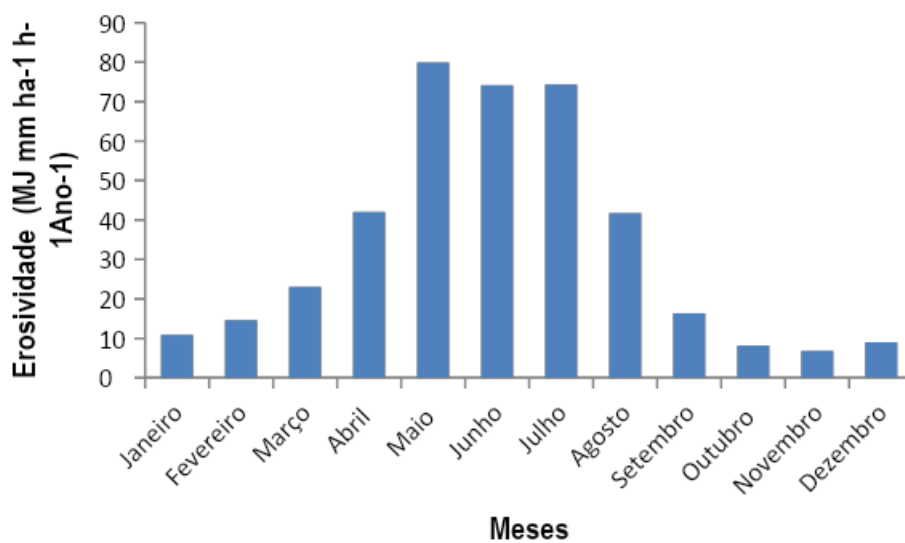
Fonte: A autora (2020).

Figura 6 - Índice de erosividade média mensal por Moraes *et al.* (1991) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



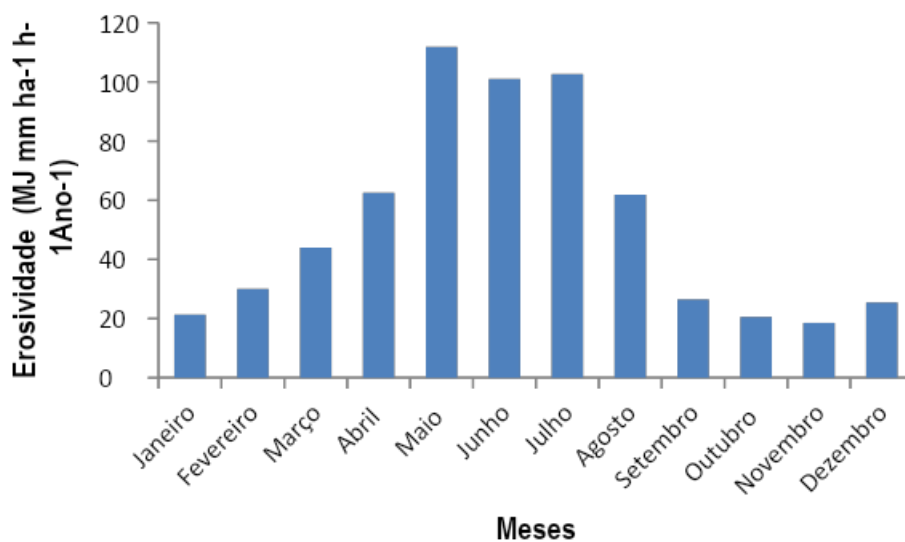
Fonte: A autora (2020).

Figura 7 - Índice de erosividade média mensal por Leprun *et al.* (1981) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



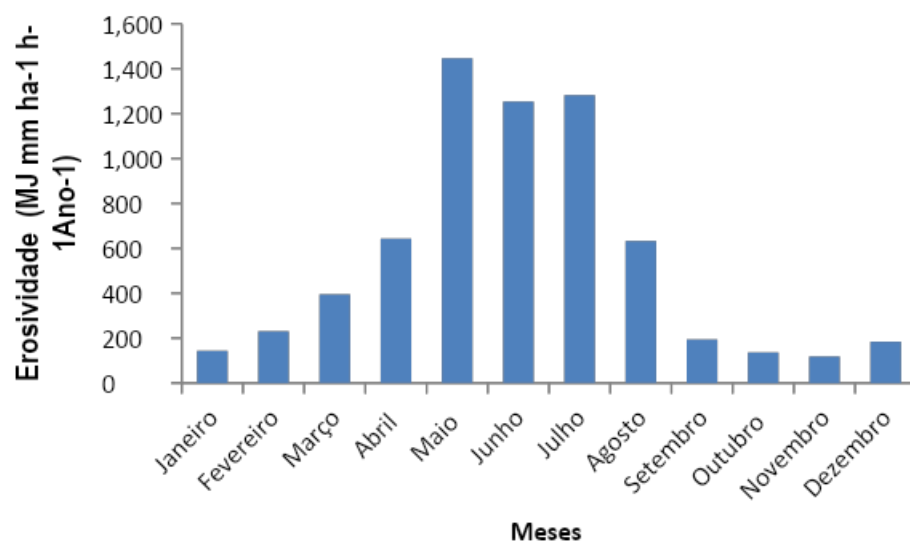
Fonte: A autora (2020).

Figura 8 - Índice de erosividade média mensal por Val *et al.* (1986) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



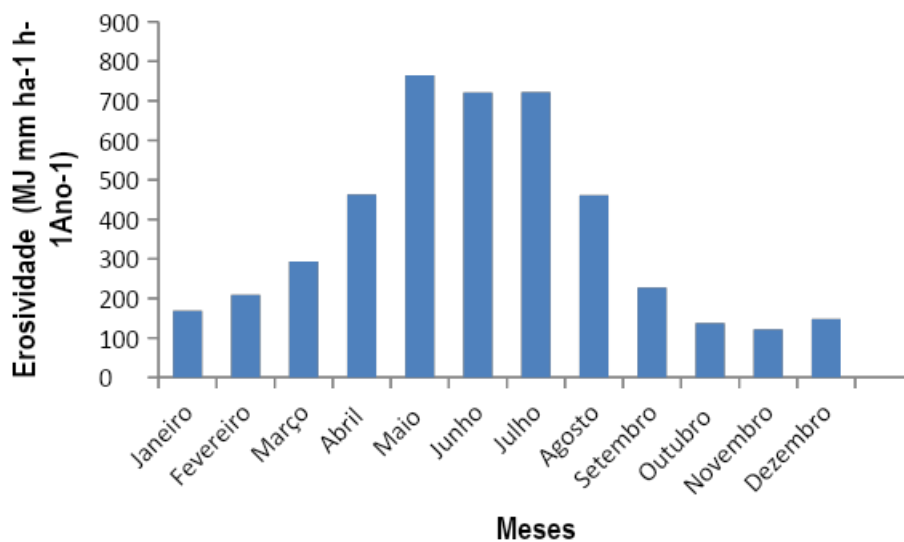
Fonte: A autora (2020).

Figura 9 - Índice de erosividade média mensal por Lombardi Neto, Moldenhauer, (1992) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



Fonte: A autora (2020).

Figura 10 - Índice de erosividade média mensal por Rufino *et al.* (1993) para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



Fonte: A autora (2020).

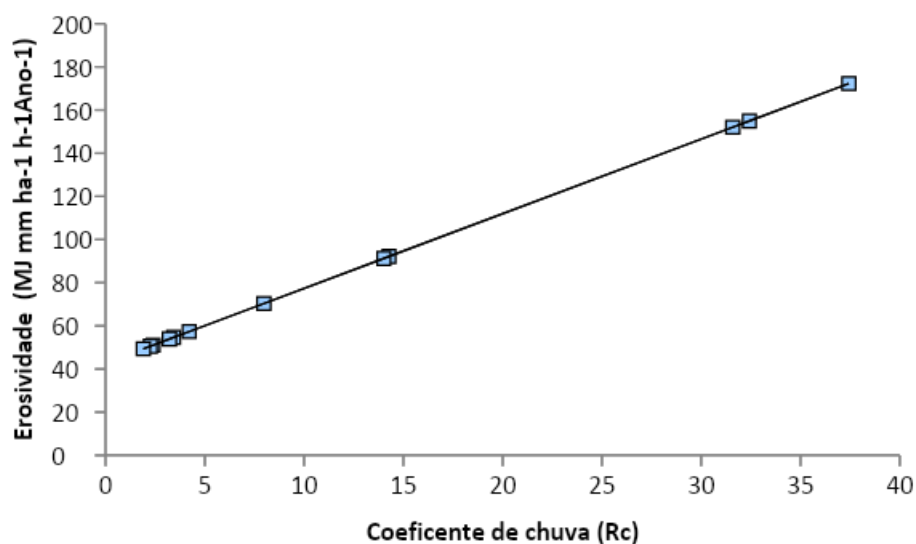
5.4 EROSIVIDADE DA CHUVA E COEFICIENTE DE CHUVA

Nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15 e 16 estão apresentados os resultados da correlação entre o índice de erosividade de chuva propostos por Oliveira Júnior e Medina (1990) (Equação 1); Morais *et al.* (1991) (Equação 2); Leprun *et al.* (1981) (Equação 3); Val *et al.* (1986) (Equação 4); Lombardi Neto; Moldenhauer, (1992) (Equação 5); Rufino *et al.* (1993) (Equação 6) e o coeficiente de chuva (R_c) proposto por Lombardi Neto (1977), baseado no modelo de Fournier (1960), através da equação C.

Na análise de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média mensal determinada pelo modelo matemático proposto por Oliveira Júnior; Medina (1990), obteve-se uma correlação linear positiva alta, com $R^2 = 100$ (Figura 9), comprovando uma alta correlação. Resultado semelhante também na análise de correlação linear positiva com valor de R^2 ($R^2 = 99,8$), utilizando-se o modelo proposto por Lombardi Neto; Moldenhauer, (1992) (Figura 10). Este comportamento foi observado nas análises do coeficiente de determinação pelos modelos propostos por Morais *et al.* (1991) (Equação 2) e Leprun *et al.* (1981) (Equação 3), apresentando relação linear positiva, com valores de R^2 acima de 90, o que caracteriza alta correlação entre o fator erosividade e o coeficiente de chuva (R_c). Resultados semelhantes foram observados por Amaral *et al.* (2014), com valor de $R^2 = 94$, para o estado da Paraíba. Observa-se que apenas para os modelos propostos por Val *et al.* (1986) (Equação 4) e Rufino *et al.* (1993) (Equação 6) os valores de R^2 não seguiram este padrão.

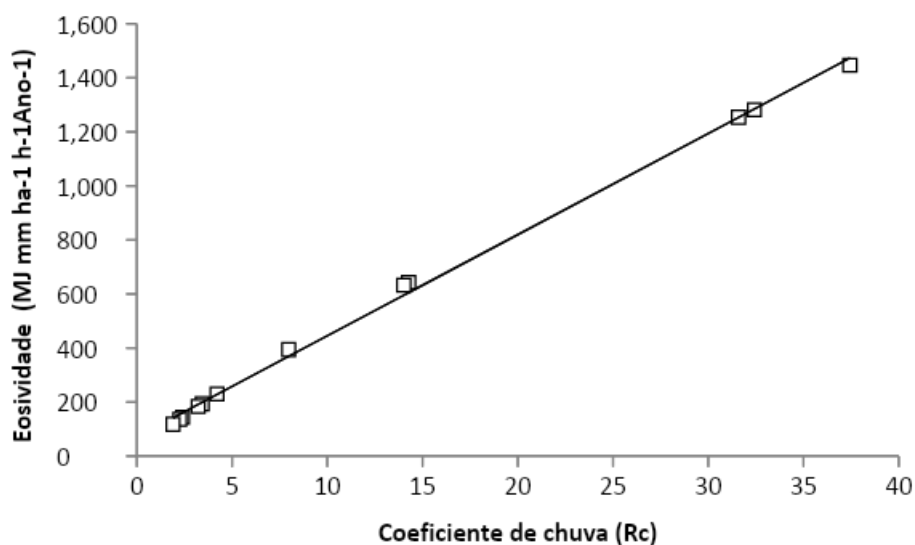
Estudando as correlações entre o fator erosividade de chuva e o coeficiente de chuva, vários autores constataram correlação significativa para várias localidades do Brasil, com destaque os trabalhos de Cassol *et al.*, (2008), estudando a correlação no estado do Rio Grande do Sul, Rufino *et al.* (1993), Lombardi Neto (1977); Lombardi Neto; Moldenhauer (1992) para o estado de São Paulo; Carvalho *et al.* (2005) para o Rio de Janeiro; Almeida *et al.* (2011), em Mato Grosso; Oliveira, (2011) em Mato Grosso do Sul; Silva *et al.* (1997), Silva e Dias (2003) para o estado do Ceará e Amaral *et al.* (2014) para o estado da Paraíba.

Figura 11 - Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Oliveira Júnior e Medina (1990) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



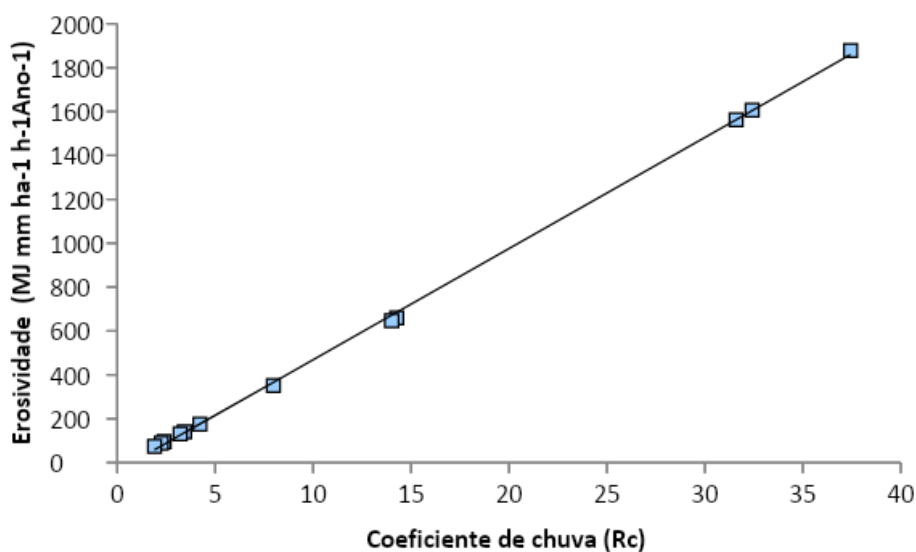
Fonte: A autora (2020).

Figura 12 - Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



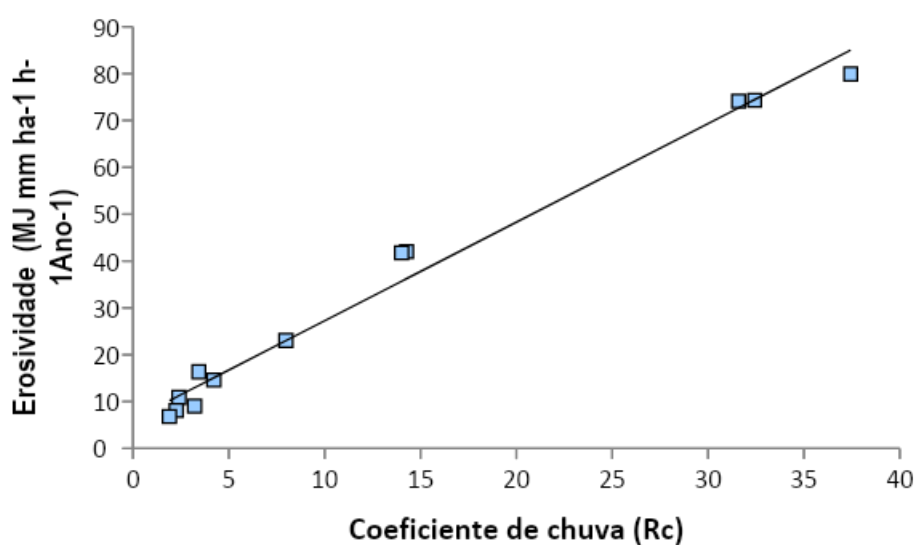
Fonte: A autora (2020).

Figura 13 - Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Moraes *et al.* (1991) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



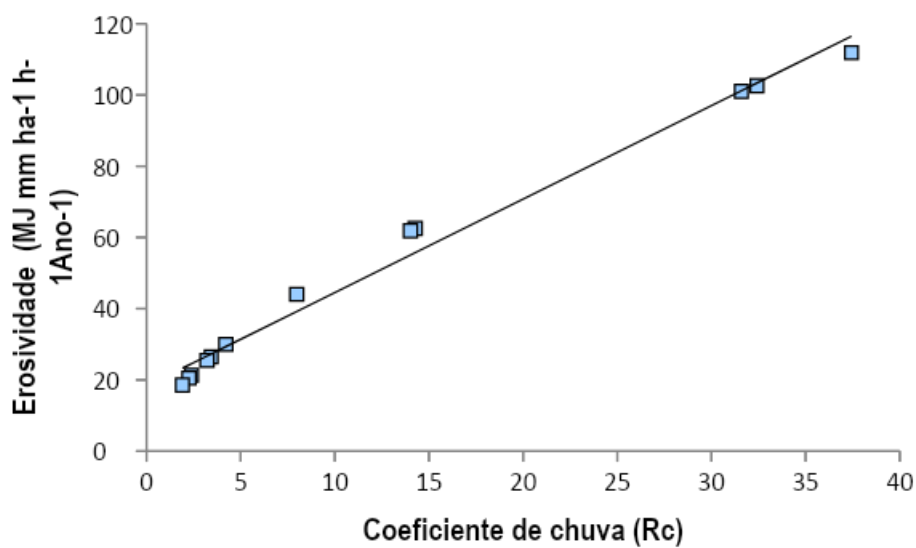
Fonte: A autora (2020).

Figura 14 - Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Leprun *et al.* (1981) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



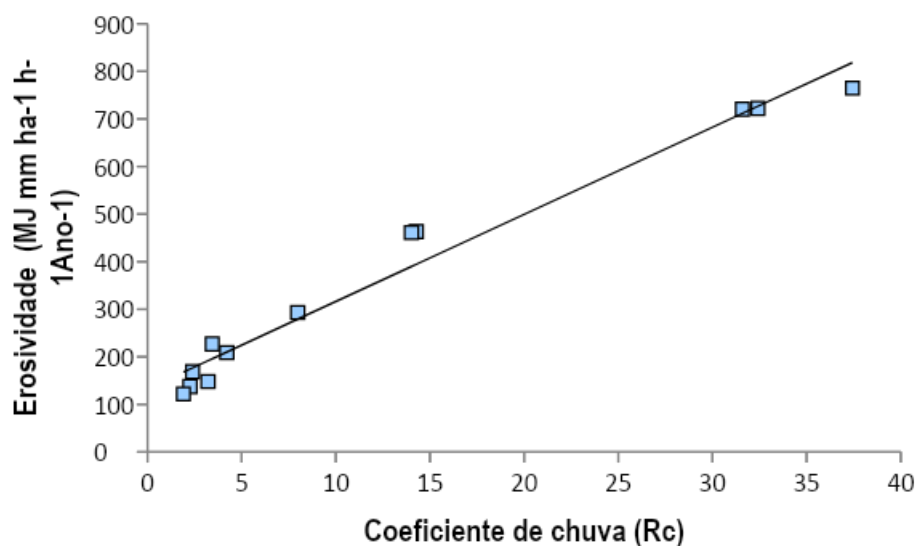
Fonte: A autora (2020).

Figura 15 - Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Val *et al.* (1986) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



Fonte: A autora (2020).

Figura 16 - Correlação entre o índice de erosividade média mensal por Rufino *et al.* (1993) e o Coeficiente de chuva para o município de Palmeira dos Índios – AL, no período de 1913 a 1985.



Fonte: A autora (2020).

6 CONCLUSÕES

A erosividade média anual calculada utilizando os seis modelos matemáticos apresentaram valores que variam de 500 a 7.600 MJ mm ha⁻¹h⁻¹ano⁻¹ para a área de estudo. Os meses de maio, junho e julho correspondem ao período mais crítico em relação ao potencial erosivo das chuvas e os meses de novembro, outubro e janeiro o período menos crítico.

Todos os modelos podem ser utilizados como uma alternativa para se determinar a erosividade média mensal e anual das chuvas para o município de Palmeira dos Índios - AL.

As correlações entre o fator erosividade de chuva e o coeficiente de chuva foram eficientes para os modelos matemáticos de Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992) (Equação 5); Moraes *et al.* (1991) (Equação 2); Leprun *et al.* (1981) (Equação 3) e; Oliveira Júnior e Medina (1990) (Equação 1), os quais apresentaram valores de R² acima de 90. Val *et al.* (1986) (Equação 4) e Rufino *et al.* (1993) (Equação 6) apresentaram valores de R² abaixo de 90.

REFERÊNCIAS

AMARAL, B. S. D.; DANTAS, J. C.; SILVA, R. M.; CARVALHO NETO, J. F. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife: UFPE, v. 7, n. 04, p. 691-701, 2014.

AQUINO, R. F. *et al.* Spatial variability of the rainfall erosivity in Southern region of Minas Gerais State, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.36, n.5, p. 533-542, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542012000500006&script=sci_arttext. Acesso: 28 nov. 2019.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

BARROS, A. H. C. *et al.* **Climatologia do Estado de Alagoas**. Recife: Embrapa solos, 2012. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 201). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/950797>. Acesso: 28 nov. 2019.

BARRY, R.G. *et al.* **Atmósfera, tiempo y clima**. Barcelona: Omega, 1978.

BASTOS, C.A.B. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2978/000242000.pdf?sequence=1>. Acesso: 28 nov. 2019.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v. 34, n. 1, p. 235-244, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832010000100024&script=sci_arttext. Acesso: 28 nov. 2019.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, n. 5, p. 1205-1217, set. /out. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000500036&script=sci_arttext. Acesso: 28 nov 2019.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2008.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1993. 355p.

BERTONI, J.; PASTANA, F. I. Relação chuva-perdas por erosão em diferentes tipos de solo. **Bragantia (Brasil)**, v. 23, n.1, p. 3-11, 1964. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687051964000100001&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 29 nov. 2019.

BESKOW, S. *et al.* Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. **Catena**, v. 79, n. 1, p. 49-59, 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816209001088?casa_token=sAnl8YUliIgAAAAA:65eO1wS8cgZst8nxq2Gz2oZTCLnqptv9qoYTAhCcyA0azxVx0hfxpWsBBwO0eO2yLWkVphnb_WW. Acesso em: 08 dez. 2019.

BIASUTTI, M.; SEAGER, R. Projected changes in US rainfall erosivity. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 19, p. 2945–2961, 2015. Disponível em: <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8PC32BG>. Acesso: 07 dez. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religio_deficiencia.pdf. Acesso: 10 dez. 2019.

BRASIL. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Piauí**. Recife: SUDENE, 1990. (Série Pluviometria, 2).

CABRAL, J.B.P. *et al.* Estudo da erosividade e espacialização dos dados com técnicas de geoprocessamento na carta topográfica de Morrinhos-Goiás/Brasil para o período de 1971 a 2000. **GeoFocus**, v.5, p. 1-18, 2005. Disponível em: http://www.mirammon.uab.cat/geofocus_ojs/index.php/geofocus/article/view/56. Acesso: 10 jan. 2020.

CANTALICE, J. R. B.; BEZERRA, S. A.; FIGUEIRA, S. B.; INÁCIO, E. S. B.; SILVA, M. D. R. O. Linhas isoerosivas do estado de Pernambuco - 1ª aproximação. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 75-80, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117600013.pdf>. Acesso: 29 nov. 2019.

CARVALHO, D. F. *et al.* Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.9, n. 1, jan./mar. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662005000100002&script=sci_arttext. Acesso: 27 nov. 2019.

CARVALHO, D. F. *et al.* Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.13, n. 1, jan./fev. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662009000100001&script=sci_arttext. Acesso: 10 jan. 2020.

CARVALHO, D. F. *et al.* Predicting soil erosion using Rusle and NDVI time series from TM Landsat 5. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 3, p. 215-224, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2014000300215&script=sci_arttext. Acesso: 28 nov. 2019.

CASSOL, E.A. *et al.* Erosividade e padrões hidrológicos das chuvas de Ijuí (RS) no período de 1963 a 1993. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 3, p. 220-231, 2007. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/3998.pdf>. Acesso: 29 nov. 2019.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 743-753, jul./ago. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000400019&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 27 nov. 2019.

COLODRO, G. *et al.* Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodoro Sampaio (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 809-818, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832002000300027&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 27 nov. 2019.

COUTO, B. D. O. C. **Análise de erodibilidade em taludes com horizontes resistentes e suscetíveis aos processos erosivos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/handle/123456789/6448>. Acesso: 27 nov. 2019.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE): I-distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno-1ª aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 335-345, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000200013&script=sci_arttext. Acesso: 11 dez. 2019.

EVANGELISTA, A.W.P. *et al.* Potencial erosivo das chuvas em Lavras, MG: Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno. **Irriga**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2006. Disponível em: <http://actaarborea.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3220>. Acesso: 27 nov. 2019.

FERREIRA, Á. da S. **Determinação da erosividade da chuva com base em dados medidos no Distrito Federal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, Planaltina, DF, 2017. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/16532/1/2017_AtilaDaSilvaFerreira_tcc.pdf. Acesso: 11 dez. 2019.

FOURNIER, F. **Climat et erosion**. Paris: Press Universitaires de France, 1960. 201p. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=agrono.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000478>. Acesso: 27 nov. 2019.

GUERRA, A. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 337 p.

HOOMEHR, S.; SCHWARTZ, J.S.; YODER, D.C. Potential changes in rainfall erosivity under GCM climate change scenarios for the southern Appalachian region, USA. **Catena**, v. 136, p. 141-151, 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S034181621500017X?casa_token=uXfHI4ciQqsAAAAA:OMURJ_Jc5JWEyXyB34tlUZvVjGWmGhCHNaLx-MTs_iOo8FSmlr7Lqhg1fbEwFAQ04YPrJSKfZv5u. Acesso: 27 nov. 2019.

HUDSON, N. **Soil conservation**. London: BT Batsford, 1995.

KOOPEN, W. **Climatologia, com um estúdio de los clima de la tierra**. México: FCE, 1948. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=035283>, Acesso: 10 jan. 2020.

LAL, R. Soil erosion by wind and water: problems and prospects. In: LAL, Rattan. (ed.). **Soil erosion: research methods**. Delray Beach, Florida, EUA: Soil and water conservation society and St Lucie Press, 1994. (não paginado). Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Ers6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP13&ots=WJPcsBxiGi&sig=9-EXiocIbLeXbTkQ9dd6DTSxDUI#v=onepage&q&f=false>. Acesso: 10 jan. 2020.

LEE, J. H.; HEO, J. H. Evaluation of estimation methods for rainfall erosivity based on annual precipitation in Korea. **Journal of Hydrology**, v. 409, n. 1-2, p. 30-48, 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411004872?casa_token=Zh8ileMFRJYAAAAA:rRVgaFEK5LV-wP4jT1NQeCLN2yZFK7xzacgLRzP2r3HF8x6dfeCHtlqCoLvBt3gq7VO7YK6m363. Acesso: 28 nov. 2019.

LEPRUN, J. C. **A erosão, a conservação e o manejo do solo no nordeste brasileiro: balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisas**. Recife: SUDENE, 1981. Disponível em: <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:02805>. Acesso: 28 nov. 2019.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C Erosividade das chuvas: sua distribuição e relacionamento com a perda de solo em Campinas, Brasil. Recife: In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. 1980, Recife. **Anais [...]**. Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1980.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP. **Bragantia**, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87051992000200009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 11 dez. 2019.

MACHADO, R. L. *et al.* Erosividade das chuvas associada a períodos de retorno e probabilidade de ocorrência no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 529-547, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832013000200024&script=sci_abstract&tlng=es. Acesso: 29 nov. 2019

MANNAERTS, C. M.; GABRIELS, D. Rainfall erosivity in cape verde. **Soil and Tillage Research**, v.55, n.3-4, p. 207-212, 2000. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198700001045?casa_token=2Eou0edd1vwAAAAA:I_O_ATqqi90VcXhwYfZ46FSNo8Lw7FMmuLOf0_nKhq_NFQF-6jDnUMqxeuci197Hj6Fctw77Jcj9. Acesso: 28 nov. 2019.

MAZURANA, J. *et al.* Erosividade, padrões hidrológicos e período de retorno das chuvas erosivas de Santa Rosa (RS). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 13, p. 975-983, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662009000700021&script=sci_arttext. Acesso: 29 nov. 2019.

MELLO, C. R. *et al.* Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 537-545, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2007000400012&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 29 nov. 2019.

MELLO, C. R. *et al.* Multivariate models for annual rainfall erosivity in Brazil. **Geoderma**, v. 202, p. 88-102, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706113000864?casa_token=wLsqhXzNNXEAAAAA:0dCNlfrYav8ZXxt3bA8GEqCswFjhVpypq-lj5_2srpAw_xOSete_1G07eJwsFuGNZKqoYeyHDbyP. Acesso: 10 jan. 2020.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

MORAIS, L. F. B. *et al.* Índice EI₃₀ e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, São Paulo, v.15, n.3, p.339-344, 1991.

MOREIRA, M. C.; CECÍLIO, R. A.; PINTO, F. A. C.; PRUSKI, F. F. Desenvolvimento e análise de uma rede neural artificial para estimativa da erosividade da chuva para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, p. 1069-1076, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832006000600016&script=sci_arttext. Acesso em: 28 nov. 2019.

MORETI, D.; CARVALHO, M. P.; MANNIGEL, A. R.; MEDEIROS, L. R. Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manuel (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 713-725, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000400016&script=sci_arttext. Acesso em: 29 nov. 2019.

HOUNSOU-GBO, Gbekpo Aubains. **Dinâmica do Atlântico tropical e seus impactos sobre o clima ao longo da costa do Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/16068>. Acesso: 10 dez. 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; MEDINA, B.F. A erosividade das chuvas em Manaus (AM). **Revista Brasileira de ciências do solo**, Campinas, v.14, n.2, p. 235-9, maio/ago.1990.

OLIVEIRA, J. P. B. **Séries sintéticas de precipitação para estimar a erosividade das chuvas**. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/1523>. Acesso: 29 nov. 2019.

OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; CARVALHO, D. F. de; PANACHUKI, E. Spatial variability of the rainfall erosive potencial in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil, Brazil. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 32, n. 1, jan./feb. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000100008>. Acesso em 11 dez. 2019.

OLIVEIRA, P.T.S.; NEARING, M.A.; WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 40, n. 11, p. 1524-1532, 2015. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/esp.3738?casa_token=tXfTkfLajj4AAAAA%3ALWI8IpCZUUT4OyZPyCOBsVrJ59954-QOBAHu9NmRQOZ3duUbFimV_pDcCrMNH2Ffk2Bar-rPYoitEF_kiQ. Acesso: 29 nov. 2019.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 279 p.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S., SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 88 p.

REICHERT, J. M.; CABEDA, M. S. V. Salpico de partículas e selamento superficial em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 389-396, 1992.

RENARD, K. G.; FREIMUND, J. R. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. **Journal of Hydrology**, v. 157, n. 1-4, p. 287-306, 1994. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/download/6084/PDF>. Acesso: 10 jan. 2019.

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.

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-Agriambi**, v. 16, n. 8, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662012000800009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 28 nov. 2019.

SHAMSHAD, A. *et al.* Development of an appropriate procedure for estimation of RUSLE EI30 index and preparation of erosivity maps for Pulau Penang in Peninsular Malaysia. **Catena**, v. 72, n. 3, p. 423-432, 2008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S034181620700121X?casa_token=_wdlTI72Mg4AAAAA:Ef8K-DWsZbyy81Gp282qC9Wy7IOk35q_OO5ofJrEmpxI7J-S1mCj41C2PChy7XkO5_qUViKWqR0B. Acesso: 28 nov. 2019.

SILVA, A.M. *et al.* Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1223-1230, 2005. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/7088/4136>. Acesso: 28 nov. 2019.

SILVA, L. L. **Precipitações pluviais da pré-estação chuvosa e do período chuvoso e suas influências na produtividade agrícola da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2007. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/5097>. Acesso: 08 dez. 2019.

SILVA, M. L. N. *et al.* Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO). **R. Bras. Ci. Solo**, v.21, p.131-137, 1997. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ACERVO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=053021> Acesso em: 29 nov. 2019

SILVA, V. C. Estimativa da erosão atual da bacia do Rio Paracatu (MG/GO/DF). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n 3, p.147-159, 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2530/253025898005.pdf>. Acesso: 11 jan. 2020.

TORRES, F.T.P.; MACHADO, P.O.J. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VAL, L. A.; BAHIA, V.G.; FREIRE, J. C.; DIAS JÚNIOR, M. S. Erosividade das chuvas em Lavras, MG. **Ciência e prática**, Lavras, v.10, n.2, p.199-209, 1986.

VIOLA, M. R. *et al.* Distribuição e potencial erosivo das chuvas no Estado do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 2, p. 125-135, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2014000200125&script=sci_abstract&tlng=es. Acesso: 29 nov. 2019.

WALTRICK, P.C. *et al.* 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**, v. 39, n. 1, p. 256-267, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000100256&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 29 nov. 2019.

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, 2010.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, v. 39, n. 2, p. 285-291, 1958. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/TR039i002p00285>. Acesso: 28 nov. 2019.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. (Agriculture handbook, 537).