



## Estimativa da Erosividade das chuvas no Alto Sertão Alagoano através de modelos matemáticos

Dyego Henrique Ferro Silva <sup>1</sup>  

Mayara Rodrigues Nascimento <sup>2</sup>  

Thaís Rayane Gomes da Silva <sup>3</sup>  

Marcio Aurélio Lins dos Santos <sup>4</sup>  

Cicero Gomes dos Santos <sup>5</sup>  

### Destaques

- Perdas de solo em razão de erosão hídrica.
- Modelos de estimativas de erosividade dos solos.
- Correlação entre os índices de precipitação e erosividade.

**Resumo:** A erosividade é definida como potencial da chuva em causar erosão no solo e é função exclusivamente das características físicas da própria chuva. O presente estudo teve como objetivo estimar a erosividade das chuvas, com base em dados pluviométricos, nas microrregiões que compõem o alto sertão alagoano no período de 1913 a 1985, com base em três modelos matemáticos propostos por Lombardi Netto e Moldenhauer (1992); Moraes *et al.* (1991); e Rufino *et al.* (1993), e foram analisadas informações pluviométricas de seis municípios integrantes do Alto Sertão Alagoano. A Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano obteve os maiores valores médios de erosividade; e Canapi, os menores. A precipitação média mensal para os municípios que compõem a Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano foi de aproximadamente 82,81 mm para Água Branca, 51,97 mm para Mata Grande e 47,55 mm para Canapi. Os maiores valores médios mensais de erosividade foram verificados na Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano. A Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco apresentou os menores índices de erosividade e de precipitação. Os modelos apresentaram uma boa correlação em todos os municípios que integram a região do alto sertão alagoano.

**Palavras-chave:** Índices de erosividade; Erosão; Precipitação pluviométrica; Variabilidade climática; Microrregiões.

<sup>1</sup> Mestre em Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL

<sup>2</sup> Mestra em Agricultura e Ambiente Universidade Federal de Alagoas - UFAL

<sup>3</sup> Doutoranda em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista - FCAV/UNESP

<sup>4</sup> Professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Alagoas – UFAL *câmpus* Arapiracara

<sup>5</sup> Professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Alagoas – UFAL *câmpus* Arapiracara



## ESTIMATE OF RAIN EROSIIVITY IN THE ALTO SERTÃO ALAGOANO THROUGH MATHEMATICAL MODELS

**Abstract:** Erosivity is defined as the potential of rain to cause soil erosion and is exclusively a function of the physical characteristics of the rain itself. The present study aimed to estimate the erosivity of rainfall based on rainfall data in the micro-regions that make up the high hinterland of Alagoas in the period from 1913 to 1985, based on three mathematical models proposed by Lombardi Netto & Moldenhauer (1992); Morais *et al.* (1991); and Rufino *et al.* (1993), rainfall data from six municipalities in the Alto Sertão of Alagoas were analyzed. The Serrana Microregion of Alto Sertão Alagoano, obtained the highest mean values of erosivity and, in Canapi, the lowest. The average monthly rainfall for the municipalities that make up the Serrana Microregion of Alto Sertão Alagoano was approximately 82.81 mm for Água Branca, 51.97 mm for Mata Grande and 47.55 mm for Canapi. The highest average monthly erosivity values were found in the Serrana Microregion of Alto Sertão Alagoano. The Sertão of São Francisco Alagoas Microregion presented the lowest erosivity and precipitation indices. The models showed a good correlation in all municipalities that make up the region of the high hinterland of Alagoas.

**Keywords:** Erosivity indices; Erosion; Rainfall; Climate variability; Microregions.

## ESTIMACIÓN DE LA EROSIVIDAD DE LAS LLUVIAS EN EL ALTO SERTÃO ALAGOANO MEDIANTE MODELOS MATEMÁTICOS

**Resumen:** La erosividad es definida como el potencial de la lluvia para causar la erosión del suelo y está exclusivamente en función de las características físicas de la lluvia misma. El presente estudio tuvo como objetivo estimar la erosividad de la lluvia a partir de datos de precipitación en las microrregiones que componen el interior alto de Alagoas en el período de 1913 a 1985, a partir de tres modelos matemáticos propuestos por Lombardi Netto y Moldenhauer (1992); Morais *et al.* (1991); y Rufino *et al.* (1993), se analizaron datos de lluvia de seis municipios del Alto Sertão de Alagoas. La Microrregión Serrana del Alto Sertão Alagoano, obtuvo los valores medios más altos de erosividad y Canapi los más bajos. La precipitación media mensual para los municipios que componen la Microrregión Serrana del Alto Sertão Alagoano fue de aproximadamente 82,81 mm para Água Branca, 51,97 mm para Mata Grande y 47,55 mm para Canapi. Los valores medios mensuales de erosividad más altos se encontraron en la Microrregión Serrana del Alto Sertão Alagoano. La Microrregión Sertão del São Francisco Alagoas presentó los índices de erosividad y precipitación más bajos. Los modelos mostraron una buena correlación en todos los municipios que componen la región del interior alto de Alagoas.

**Palabras clave:** Índices de erosividad; Erosion; Precipitaciones; Variabilidad climática; Micro regiones.

## INTRODUÇÃO

A prática da agricultura evoluiu junto com a sociedade, mas os processos erosivos continuam provocando sérios danos, principalmente nas áreas produtivas. A erosão é definida, por Foster, na década de 1982, como o resultado de uma força sobre um corpo. A energia motriz da erosão é proveniente da chuva,

que transfere a energia da gota de chuva sobre a superfície do solo quanto pela sua capacidade de produzir o escoamento superficial (Pruski, 2009).

A capacidade da chuva em transferir energia para o solo é definida como erosividade, que em alguns modelos de previsão da erosão é representado pela letra R. A erosividade é definida como potencial da chuva em causar erosão no solo e é função exclusivamente das características físicas da própria chuva, com destaque para a quantidade, a intensidade, e o diâmetro de gotas, além da velocidade terminal (Amorim *et al.*, 2001).

O método padrão de estimativa da erosividade das chuvas, utilizando-se os principais modelos de previsão, baseia-se no método desenvolvido por Wischmeier Smith, que requer um período de observação de dados pluviográficos de mais de 20 anos. No Brasil, isso se tornou um obstáculo, em função da grande escassez de estações meteorológicas, que gere dados pluviográficos (Machado *et al.*, 2013).

Buscando-se contornar esta escassez de informações para determinar os índices de erosividade da chuva, foram desenvolvidos uma série de trabalhos, e tendo-se em vista a obtenção de modelos matemáticos, em que se estima a erosividade com base em dados pluviométricos, que apresentam muitos anos de medição; foram encontrados registros em praticamente todas as localidades ou regiões do Brasil (Bertoni; Lombardi Neto, 2014).

Os municípios de Mata Grande, Água Branca e Canapi, estão localizados na microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano, semiárido nordestino, mas apresentam condições climáticas diferentes, com temperaturas mais baixas, sobretudo devido ao seu relevo (Santos *et al.*, 2019). A microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco é composta pelos municípios de Olho D'água do Casado, Piranhas e Delmiro Gouveia, situados no extremo oeste do estado, em uma região marcada pelo bioma caatinga e existência do rio São Francisco.

O presente trabalho tem como objetivo determinar a erosividade das chuvas com base em dados pluviométricos nas microrregiões Alagoana do Sertão do São Francisco e Serrana do Sertão Alagoano, com base em três modelos matemáticos, onde o primeiro foi desenvolvido por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992), o segundo foi por Moraes *et al.* (1991) e o terceiro foi

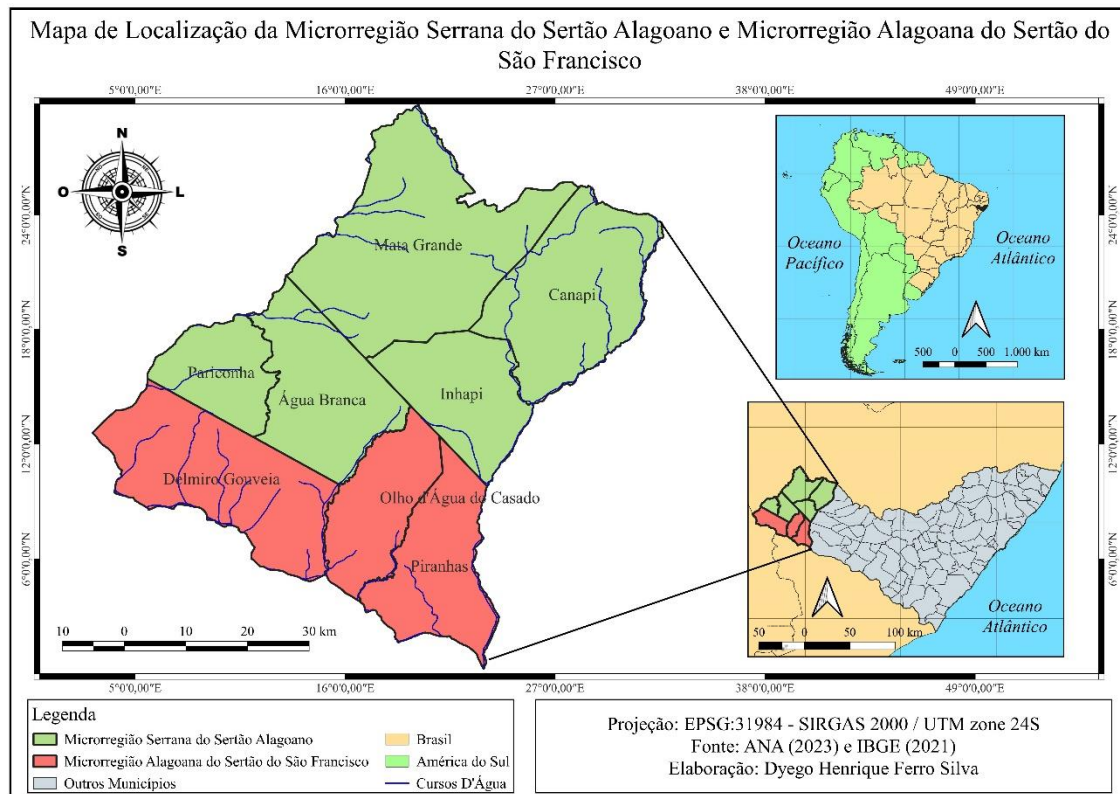
proposto por Rufino *et al.* (1993), e com isso fornecer informações que auxiliem os agricultores ou órgãos públicos, através de políticas públicas.

## METODOLOGIA

### Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende o recorte territorial do Estado de Alagoas, formado pelas microrregiões Alagoana do Sertão do São Francisco e Serrana do Alto Sertão Alagoano (Figura 1). Esta região compreende a porção oeste do Estado de Alagoas, limitando-se com o Estado de Pernambuco ao norte, ao oeste com o Estado da Bahia, e ao sudeste com o Rio São Francisco, na porção sul com a microrregião de Batalha e ao leste com a microrregião de Santana de Ipanema de acordo com dados do IBGE (2023).

**Figura 1** - Mapa de localização das microrregiões que compõem o Alto Sertão Alagoano



Fonte: Autores, 2023.

A área de estudo (Figura 1) é constituída por oito municípios, distribuídos nas microrregiões Alagoana do Sertão do São Francisco (Delmiro Gouveia, Piranhas e Olho Dágua do Casado) e Serrana do Sertão Alagoano (Água Branca, Canapi, Inhapi, Pariconha e Mata Grande), com uma área territorial de 3.972,685 km<sup>2</sup>, que corresponde aproximadamente 14,27% da área total do estado de Alagoas. A microrregião Serrana do Sertão Alagoano apresenta condições climáticas diferentes, com temperaturas mais baixas nas partes mais elevadas, em função do relevo (CPRM, 2005; Santos *et al.*, 2019). A microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco está inserida na unidade geoambiental da depressão sertaneja, com uma vegetação típica da Caatinga, com uma paisagem de superfície de pediplano, bastante monótona e caracterizada por relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (CPRM, 2005).

**Tabela 1** - Municípios, área territorial, coordenadas geográficas (Latitude e Longitude) temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C), altimetria (m) e série de dados pluviométricos utilizados para o alto sertão alagoano

Município	Área (Km <sup>2</sup> )	Lat.	Long.	°C Máx.	°C Mín.	Alt. (m)	Série utilizada (tamanho)
Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano							
Mata Grande	914,722	09° 07' 03"S	37° 43' 56"W	33	15	633	1937-1991 (54 anos)
Água Branca	468,229	09° 15' 39"S	37° 56' 10"W	32	16	570	1913-1985 (72 anos)
Canapi	602,778	09° 07' 01"S	37° 36' 08"W	37	20	342	1937-1985 (48 anos)
Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco							
Delmiro Gouveia	628,545	09° 23' 19"S	37° 59' 57"W	38	18	256	1936-1991 (55 anos)
Olho Dágua do Casado	327,678	09° 30' 07"S	37° 50' 02"W	36	26	230	1963-1991 (28 anos)
Piranhas	403,995	09° 37' 25"S	37° 45' 24"W	39	20	88	1913-1965 (52 anos)

Fonte: SUDENE (1990); IBGE (2023).

### Dados pluviométricos

Nesse estudo foram utilizados dados de precipitação pluviométrica, mensais e referentes a seis estações localizadas nos municípios que integram o alto sertão alagoano, num período compreendido em 1913 a 1991. Os municípios

de Pariconha e Inhapi, apresentaram série de dados de precipitação muito inconsistente, para o período de observação, levando a exclusão dos mesmos. Os dados foram obtidos dos arquivos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) (Brasil, 1990) e do banco de dados climatológicos da SEMARH-AL (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas) (Tabela 1). A partir destas informações climatológicas foram determinadas as variáveis de interesse no âmbito deste trabalho.

### **Estimativa do coeficiente de chuva**

A estimativa da Erosividade de chuva (R), utilizando-se dados pluviométricos, não é considerado o método padrão, mas calculando-se a Erosividade por dados pluviográficos (Dias; Silva, 2003), no entanto, os dados pluviográficos são escassos e de difícil obtenção no Brasil (Bertoni; Lombardi Neto, 2018). Propondo-se minimizar este problema foram propostos vários modelos matemáticos para obtenção da Erosividade por dados pluviométricos.

Para testar a eficácia 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 (1), proposta por Lombardi Neto (1977), baseado no modelo de Fournier (1960), com algumas modificações:

$$Rc = \frac{p^2}{P} \quad \text{Eq. 1}$$

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

### **Determinação da Erosividade de chuva utilizando-se modelos matemáticos**

Desenvolvida por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), a equação 2, fundamentada no modelo proposto por Fournier (1960), estabelece relação entre os valores de precipitação pluviométrica mensal por um período anual em uma determinada localidade de estudo. Em que o coeficiente de chuva  $Rc = (p^2/P)$ ,

desta equação, é modificado para  $M_x$ , representando a precipitação média mensal para uma dada localidade de estudo:

$$R_x = 68,73 * (M_x * P)^{0,841} \quad \text{Eq. 2}$$

E onde  $R_x$  é o fator R (MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>);  $M_x$  é a precipitação média mensal (mm); e P, a precipitação média anual (mm).

Morais *et al.* (1991) propuseram modelo matemático desenvolvido com base na equação de Fournie (1960), que considera dados pluviométricos de uma região específica:

$$R_x = 36,846 * \left\{ \frac{M_x^2}{P} \right\}^{1,0852} \quad \text{Eq. 3}$$

E onde  $R_x$  é a Erosividade da chuva para cada mês (MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>);  $M_x$  é a média do total mensal de precipitação (mm); e P é a média do total anual de precipitação (mm). O índice de erosividade anual das chuvas (R) corresponde ao somatório dos valores mensais desse índice.

Rufino *et al.* (1993), considerando modelos lineares para determinação da Erosividade de uma localidade com base em dados pluviométricos, propuseram uma nova equação, onde:  $R_x$  representa o fator R (MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>);  $M_x$ , a precipitação média mensal (mm); e P corresponde a precipitação média anual (mm):

$$R_x = 19,55 + (4,20 * M_x) \quad \text{Eq. 4}$$

### **Categorias de Erosividade da chuva**

Os índices de erosividade obtidos pelos modelos matemáticos utilizados nesta pesquisa foram enquadrados nas classes de erosividade proposta por Carvalho (2008), mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2** - Classes de erosividade do solo proposto por Carvalho (2008)

Classes de Erosividade	Valores de Erosividade
	MJ.mm.ha <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>
Muito baixa	R ≤ 2452
Baixa	2452 < R ≤ 4905
Média	4905 < R ≤ 7357
Alta	7357 < R ≤ 9810
Muito Alta	R > 9810

Fonte: Carvalho (2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

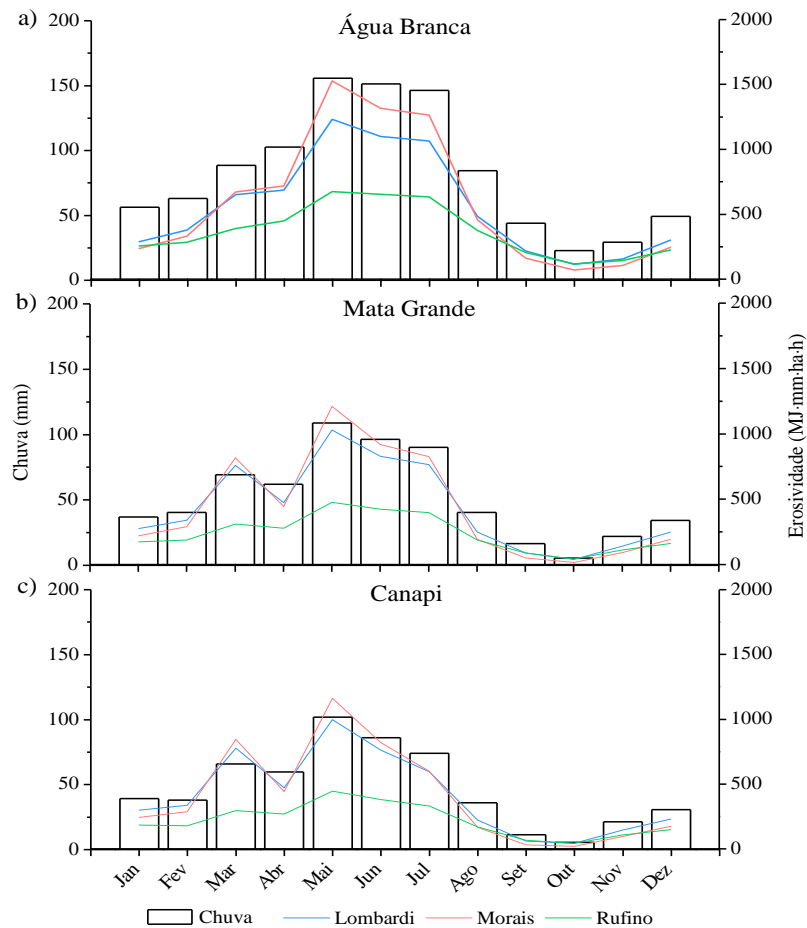
### Distribuição mensal da precipitação média e da Erosividade das chuvas na Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano

Na Figura 2 (A, B e C) estão apresentados os valores mensais de precipitação para os municípios de Água Branca, Mata Grande e Canapi e os valores médios de Erosividade para os referidos municípios obtidos pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992) (Figura 2A, B e C), Moraes *et al.* (1991) (Figura 2A, B e C) e Rufino *et al.* (1993) (Figura 2A, B e C).

A precipitação média mensal para os municípios, que compõem esta microrregião, foi de aproximadamente 82,81 mm para Água Branca, 51,97 mm para Mata Grande e 47,55 mm para Canapi. O menor volume de precipitação observado foi de 5,50 mm em Canapi, com uma série histórica de 48 anos de observação de dados pluviométricos, e o maior valor observado ocorreu no município de Água Branca, com 155,85 mm, correspondendo a uma série histórica de 72 anos de observação de dados pluviométricos (Figura 2). O período mais chuvoso é concentrado nos meses de março, abril, maio, junho e julho, com um volume de precipitação que gira em torno de 55-58% do volume das chuvas. Os meses mais secos são setembro, outubro e novembro, estimando-se que os volumes precipitados neste período girem em torno de 12-15% do total da precipitação para o período histórico (Figura 2).



**Figura 2** - Valores de precipitação média mensal (mm) e de erosividade (MJ.mm.ha-1.h-1ano-1) obtidos pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992); Morais *et al.* (1991) e Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Água Branca (A), Mata Grande (B) e Canapi (C)



Fonte: Autores, 2023

Na figura 2 (A, B e C) estão mostrados os resultados da Erosividade média mensal obtidos pelo modelo de Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992). Tal Erosividade apresentou um índice médio mensal, para a Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano, de aproximadamente 5.621,60 MJmmha-1h-1ano-1, com o maior índice para o município de Água Branca, com 1.231,88 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2A), seguido por Canapi, com 998,23 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2C) e o menor índice registrado no município de Mata Grande, com 39,82 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2B).

Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, abril, maio, junho e julho, seguindo o comportamento pluviométrico da região. Este comportamento é análogo a distribuição espacial das precipitações na microrregião, concentrando-se nos meses de maiores volumes precipitados. Esta microrregião é caracterizada por apresentar condições climáticas diferentes e temperaturas mais baixas, sobretudo devido ao seu relevo movimentado que contribui para elevar as taxas de escoamento superficial, colaborando com aumento de perdas de solos por processos erosivos (CPRM, 2005; Santos *et al.*, 2019). Neste ambiente, foram registrados aumento dos processos erosivos, mas não associados a erosividade, que para o município de Mata Grande, apresentou os menores valores (Figura 2B).

Na figura 2 (A, B e C), estão apresentados os resultados do índice de Erosividade média mensal calculados com os dados de precipitação pluviométrica dos municípios de Água Branca, Mata Grande e Canapi, constituindo uma parte do recorte territorial da microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano, pelo modelo de Moraes *et al.* (1991). O índice de Erosividade média mensal para esta microrregião é de aproximadamente 5.764,02 MJmmha-1h-1ano-1. O maior índice foi verificado no município de Água Branca, com 1.526,87 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2A). Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, abril, maio, junho e julho, seguindo o comportamento pluviométrico da região, com os menores índices registrados nos municípios de Mata Grande, com 18,22 MJ.mm/ha.h-1 (Figura 2E) e Canapi, com 19,90 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2C). O maior índice foi verificado no município de Água Branca, com 1.526,87 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2A). Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, abril, maio, junho e julho, seguindo o comportamento pluviométrico da região.

A figura 2 (A, B e C) mostra os resultados do índice de Erosividade média mensal calculados com os dados de precipitação pluviométrica dos municípios de Água Branca, Mata Grande e Canapi, constituindo uma parte do recorte territorial da microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoana, pelo modelo de Rufino *et al.* (1993). O índice de Erosividade média mensal para esta microrregião é de aproximadamente 3.297,85 MJ.mm/ha.h-1, com o menor índice registrado

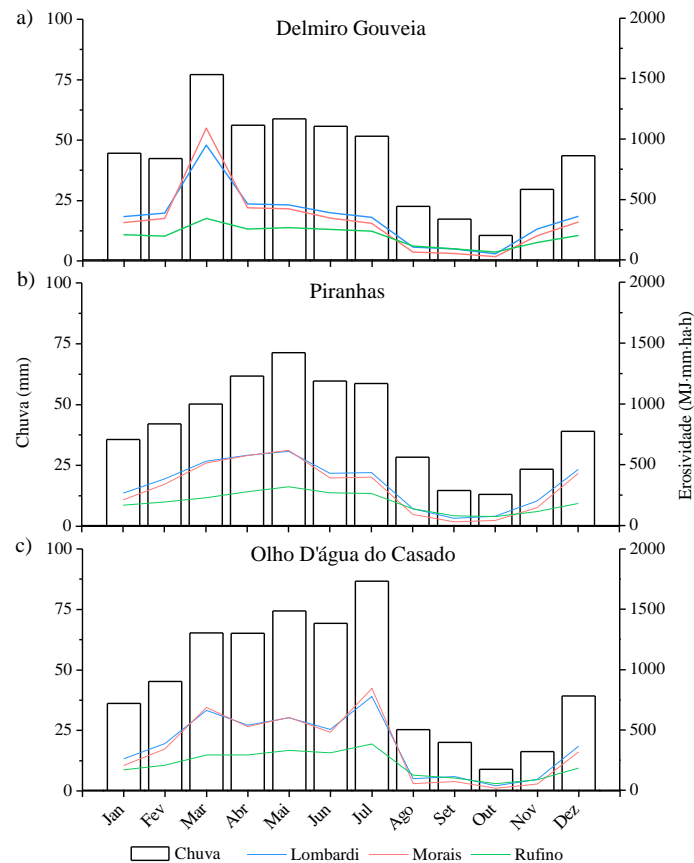
no município de Canapi, com 42,67 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2I) e os maiores índices verificados nos municípios de Água Branca, com 115,91 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2C) e Mata Grade, com 476,74 MJmmha-1h-1ano-1 (Figura 2F). Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, abril, maio, junho e julho, seguindo o comportamento pluviométrico da região.

### **Distribuição mensal da precipitação média e da erosividade das chuvas na Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco**

A Figura 3 (A, B e C) corresponde aos valores mensais de precipitação e os valores médios de Erosividade para os municípios de Delmiro Gouveia, Piranhas e Olho D'água do Casado, integrantes da Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco, obtidos pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992) (Figura 3A, B e C), Morais *et al.* (1991) (Figura 3A, B e C) e Rufino *et al.* (1993) (Figura 3A, B e C).

A precipitação média mensal para os municípios que compõem esta microrregião foi de aproximadamente 42,49 mm para Delmiro Gouveia, 41,50 mm para Piranhas e 46,01 mm para Olho D'água do Casado. Quanto aos valores de volume de precipitação, o menor (8,86 mm) foi observado para o município de Olho D'água do Casado, com uma série histórica de dados pluviométricos de 28 anos, e o maior (77,07 mm) registrado no município de Delmiro Gouveia, com 55 anos de série histórica de dados pluviométricos. O período mais chuvoso é concentrado nos meses de março, abril, maio, junho e julho, com um volume de precipitação que gira em torno de 43-53% do volume das chuvas. Os meses mais secos são agosto, setembro, outubro e novembro, e estima-se que os volumes precipitados neste período girem em torno de 12-16% do total da precipitação para o período histórico (Figura 3).

**Figura 3** - Valores de precipitação média mensal (mm) e de erosividade (MJ.mm.ha-1.h-1ano-1) obtidos pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992); Morais *et al.* (1991) e Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Delmiro Gouveia (A), Piranhas (B) e Olho D'Água do Casado (C)



Fonte: Autores, 2023

Na Figura 3 (A, B e C), estão apresentados os resultados da Erosividade média mensal obtidos pelo modelo de Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992), que apresentou um índice de Erosividade média mensal para a Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco de aproximadamente 4.282,25 MJmmha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, com o maior índice para o município de Delmiro Gouveia, com 950,14 MJmmha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Figura 3A), seguido pelo município de Olho D'água do Casado, com 779,30 MJmmha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Figura 3C) e o menor índice registrado no município de Piranhas, com 37,66 MJmmha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Figura 3B). Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, maio, junho e julho, seguindo o comportamento pluviométrico da região. Este comportamento

é análogo a distribuição espacial das precipitações na microrregião, concentrando-se nos meses de maiores volumes precipitados.

A microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco é marcada por altas temperaturas, pelo bioma caatinga, baixa altitude e presença do Rio São Francisco. A associação dessas características, somadas a efeitos decorrentes da intervenção do homem, principalmente a construção de barragens ou obras que provocam a retenção do fluxo de sedimentos (MMA, 2006), tem contribuído com o processo de desgaste, transporte e sedimentação do solo na microrregião.

Na figura 3 (A, B e C), estão mostrados os resultados do índice de Erosividade média mensal calculados com os dados de precipitação pluviométrica dos municípios de Delmiro Gouveia, Piranhas e Olho D'água do Casado, constituintes do recorte territorial da Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco, pelo modelo de Morais *et al.* (1991). O índice de Erosividade média mensal para esta microrregião é de aproximadamente  $3.974,11 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , com um período mais seco, concentrado nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, com o menor índice registrado no mês de outubro, no município de Olho D'água do Casado (Figura 3C), enquanto o maior foi registrado no município de Delmiro Gouveia, com  $1.092,13 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , no mês de março (Figura 3A). Piranhas apresenta  $619,51 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , como maior índice registrado no mês de maio e  $44,31 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , como menor índice registrado no município, no mês de outubro (Figura 3B). Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, abril, maio, junho e julho, seguindo o comportamento pluviométrico da região.

Na figura 3 (A, B e C), estão mostrados os resultados do índice de Erosividade média mensal calculados com os dados de precipitação pluviométrica dos municípios de Delmiro Gouveia, Olho D'água do Casado e Piranhas, constituintes da Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano, pelo modelo de Rufino *et al.* (1993). O índice de Erosividade média mensal para esta microrregião é de aproximadamente  $2.418,50 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ . Com o menor e o maior índice registrado no município de Olho D'água do Casado, com  $56,77 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$  no mês de outubro e  $383,76 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$  no mês de julho (Figura 3C). Delmiro Gouveia apresenta  $343,25 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$  no mês

de março e  $63,73 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$  no mês de outubro, respectivamente o maior e o menor índice de Erosividade registrado no município (Figura 3A). Por outro lado, Piranhas (Figura 3B) apresenta menor índice ( $74,27 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) no mês de outubro e maior índice ( $318,99 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ) no mês de maio. Os maiores índices de Erosividade foram registrados nos meses de março, abril, maio, junho e julho, obedecendo o comportamento pluviométrico da região.

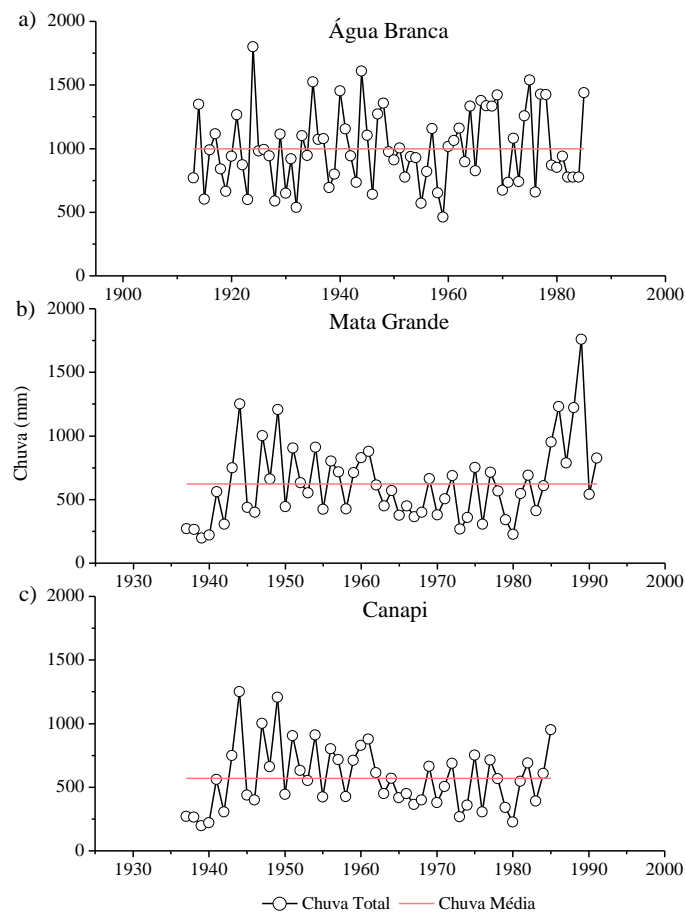
### **Valores médios anuais de precipitação pluviométrica na região do Alto Sertão Alagoano**

Na Figura 4 (A, B e C) estão apresentados os valores anuais de precipitação para os municípios de Água Branca, Mata Grande e Canapi, constituintes de uma parte do recorte territorial da microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano. A precipitação média anual, para os municípios que integram esta microrregião, foi de aproximadamente 998,99 mm para Água Branca, para uma série histórica de dados pluviométricos de 72 anos (Figura 4A); 623,71 mm para Mata Grande, para uma série histórica de 54 anos de dados pluviométricos (Figura 4B); e de 570,63 mm para Canapi, com uma série histórica de dados pluviométricos de 48 anos (Figura 4C), de acordo com dados da SUDENE (Brasil, 1990).

Água Branca (Figura 4A) é o município, entre os analisados para a microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoana, que apresenta a maior média anual de precipitação, com uma ampla variação de distribuição ao longo dos anos, fato corroborado por Santos *et al.* (2020). Destaca-se o ano de 1924 com o maior valor de precipitação (1.801,60 mm) e 1959, como o ano de menor precipitação (460,20 mm). Com uma alta variabilidade pluviométrica, o município apresenta 41 anos abaixo da média anual (mm); o que representa, aproximadamente, 56,94% do total para o período estudado. Com uma série de 54 anos de observação, Mata Grande (Figura 4B), apresenta 30 anos com valores de precipitação anual abaixo da média. Destaca-se os anos de 1989, com 1.759,90 mm (maior valor), correspondendo a 64,39% acima da média histórica e 1940, com 221,70 mm (menor valor), que representa 35,55% abaixo da média de precipitação do município. Canapi (Figura 4C), apresenta a menor média anual de precipitação entre os municípios da microrregião analisada. Destacam-se os

anos de 1944 com o maior valor de precipitação (1.250,80 mm) e 1939, como o ano de menor precipitação (197,30 mm). Esse município apresenta 27 anos abaixo da média anual (mm), o que corresponde, aproximadamente, 56,25% do total para o período observado.

**Figura 4** - Gráficos de precipitação média anual para os municípios de Água Branca (A), Mata Grande (B) e Canapi (C)



Fonte: Autores, 2023.

A alta variação dos dados pluviométricos nos municípios analisados, em geral, não difere das existentes no semiárido nordestino, onde as condições de extrema semiaridez transitam gradualmente para condições de maior umidade em função de posições topográficas mais elevadas em uma região (Ferreira; Mello, 2005; Marques e Souza, 2021). Essas regiões, de ambiente semiárido com condições fitogeográficas distintas das áreas em seu entorno, são caracterizadas como áreas de exceção em termos mesoclimáticos, sendo definidas como Brejos

de Altitudes (Ab'Saber, 2003; Marques e Souza, 2021). Neste sentido, Souza *et al.* (2021) compartilham da ideia de que nesses ambientes os componentes naturais mantêm relações de reciprocidade características e o relevo tem sempre um papel decisivo através da altimetria.

### **Valores médios anuais de precipitação pluviométrica na Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco**

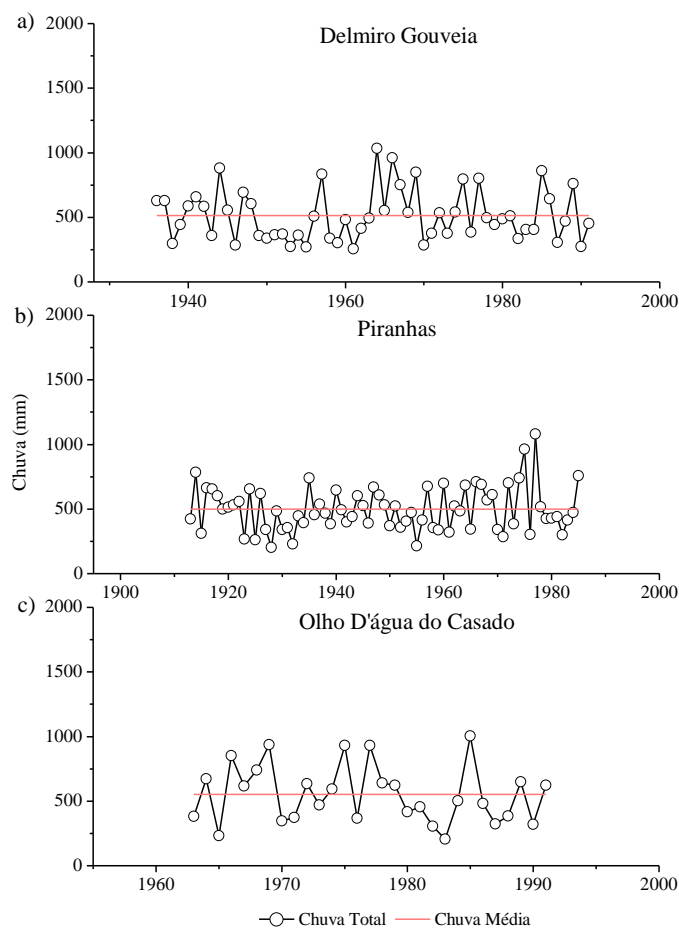
Na Figura 5 (A, B e C), estão apresentados os valores anuais de precipitação para os municípios de Delmiro Gouveia, Piranhas e Olho D'água do Casado, integrantes do território que compreende a microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco. A precipitação média anual para os municípios que integram esta microrregião foi de aproximadamente 514,04 mm para Delmiro Gouveia, para uma série histórica de dados pluviométricos de 55 anos (Figura 5A); 497,94 mm para Piranhas, para uma série histórica de 72 anos de dados pluviométricos (Figura 5B); e de 552,06 mm para Olho D'água do Casado, com uma série histórica de dados pluviométricos de 28 anos (Figura 5C), de acordo com dados da SUDENE (BRASIL, 1990).

Delmiro Gouveia (Figura 5A) é o município, entre os analisados para a Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco, que apresenta a segunda maior média anual de precipitação com 514,04 mm (Figura 5C), enquanto a maior foi registrada no município de Olho D'água do Casado, com 552,06 mm, com uma variação equilibrada de distribuição ao longo dos anos. Destaca-se o ano de 1964 com o maior valor de precipitação (1.033,00 mm) e 1961, como o ano de menor precipitação (254,50 mm). Com uma elevada variabilidade pluviométrica, o município apresenta 28 anos abaixo da média anual (mm), o que representa, aproximadamente, 50,91% do total para o período estudado. Piranhas (Figura 5B), com uma série de 72 anos de observação, apresenta a menor média anual de precipitação entre os municípios da microrregião analisada. Com 33 anos de valores de precipitação anual abaixo da média, destacam-se os anos de 1977, com 1.080,90 mm (maior valor), correspondendo a 46,07% acima da média histórica e 1928, com 202,00 mm (menor valor), que representa 40,57% abaixo da média de precipitação do município. Para Olho



D'água do Casado (Figura 5C), destacam-se os anos de 1985 com o maior valor de precipitação (1.005,70 mm) e 1983, como o ano de menor precipitação (205,50 mm). Esse município apresenta 13 anos abaixo da média anual (mm); o que corresponde, aproximadamente, a 46,43% do total para o período observado.

**Figura 5** - Gráficos de precipitação média anual para os municípios de Delmiro Gouveia (A), Piranhas (B) e Olho D'água do Casado (C)



Fonte: Autores (2023).

Os municípios que integram esta microrregião se caracterizam por apresentar baixas altitudes e temperaturas elevadas, em função da forma como os raios solares incidem no ambiente, paisagem de superfície de pediplano bastante monótona e relevo predominantemente suave-ondulado (CPRM, 2005). Estas são características típicas de regiões que apresentam alta variação de dados pluviométricos, acentuando a variabilidade interanual em relação à precipitação e à disponibilidade dos recursos hídricos, com anos extremamente secos e outros

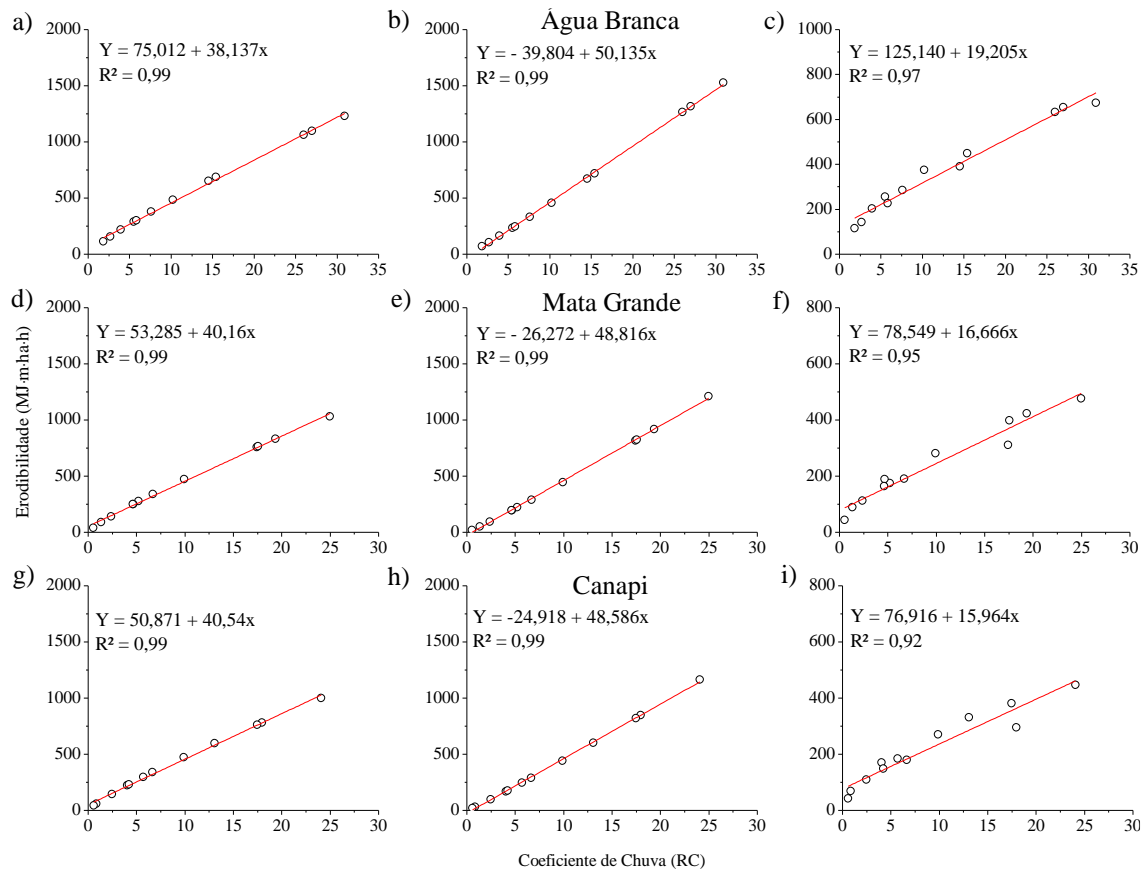
chuvosos (Neves, 2018). Aspecto marcante da região Nordeste do Brasil (NEB), onde as precipitações sofrem influência dos eventos ENOS (El Niño e La Niña) (Meusburger *et al.*, 2012; Moura *et al.*, 2020).

### **Erosividade da chuva e coeficiente de chuva na Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano**

Na Figura 6 (A, B, C, D, E, F, G, H e I), estão apresentados os resultados da correlação entre o coeficiente e o índice de Erosividade da chuva calculados pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), para os municípios de Água Branca (A), Mata Grande (D) e Canapi (G); Morais *et al.* (1991), para os municípios de Água Branca (B), Mata Grande (E) e Canapi (H); e Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Água Branca (C), Mata Grande (F) e Canapi (I).

Para a Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano, a análise de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média determinada pelo modelo proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), apresenta correlação linear positiva  $R^2$  0,9978 para Água Branca (Figura 6A),  $R^2$  0,9970 para Mata Grande (Figura 6D) e de  $R^2$  0,9964 para Canapi (Figura 6G). Para o modelo proposto por Morais *et al.* (1991), a correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média também se comporta de forma linear positiva, com  $R^2$  0,9994 para Água Branca (Figura 6B),  $R^2$  0,9993 para Mata Grande (Figura 6E) e de  $R^2$  0,9991 para Canapi (Figura 6G). No modelo proposto por Rufino *et al.* (1993), nos municípios de Água Branca (Figura 6C) e Mata Grande (Figura 6F), as análises de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média apresentam correlação potência positiva com uma alta correlação ( $R^2$  0,9904), ( $R^2$  0,9696), respectivamente. O município de Canapi (Figura 6I) apresenta uma correlação linear positiva, com uma alta correlação ( $R^2$  0,9295).

**Figura 6** - Correlação entre coeficiente de chuva (Rc) e índice de erosividade obtido pelo modelo proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992); para os municípios de Água Branca (A), Mata Grande (D) e Canapi (G), os valores obtidos pelo modelo proposto por Morais *et al.* (1991), para os municípios de Água Branca (B), Mata Grande (E) e Canapi (H), os valores obtidos pelo modelo proposto por Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Água Branca (C), Mata Grande (F) e Canapi (I)

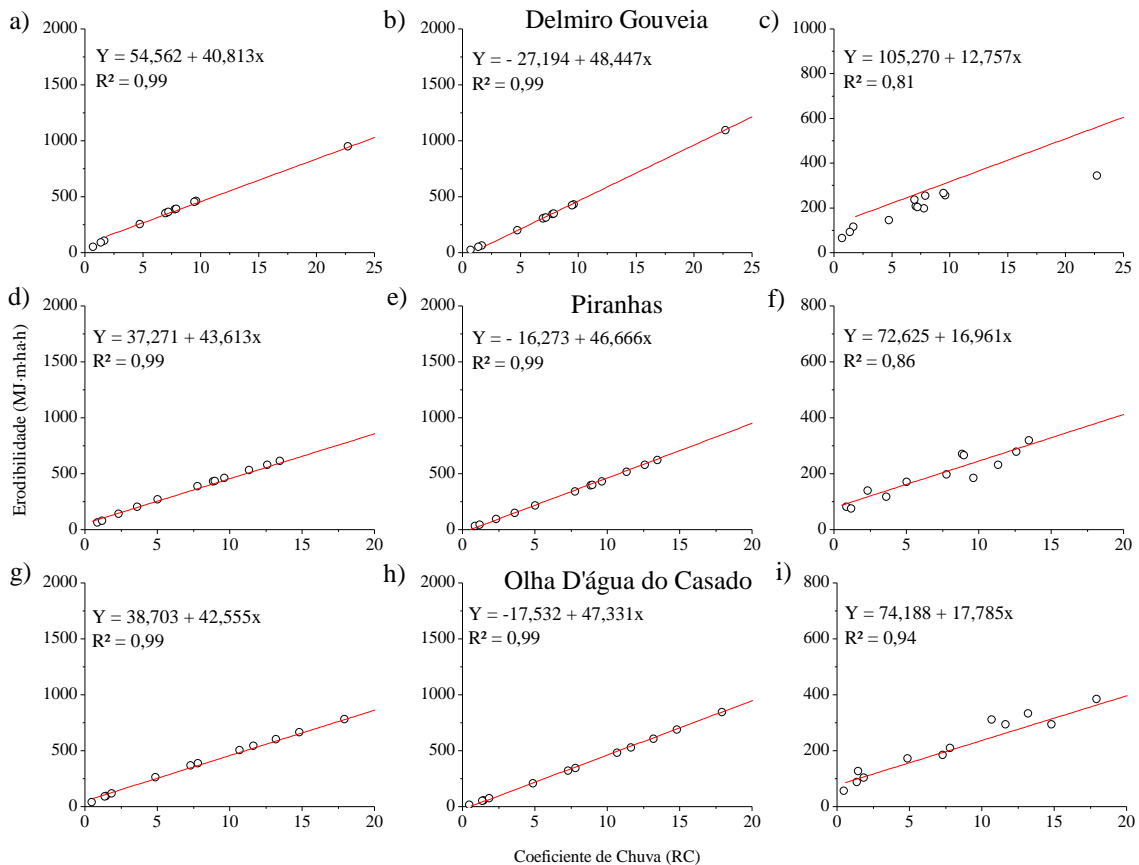


Fonte: Autores, 2023.

### Erosividade da chuva e coeficiente de chuva na Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco

Na Figura 7 (A, B, C, D, E, F, G, H e I), estão expostos os resultados da correlação entre o índice de Erosividade da chuva calculados pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), para os municípios de Delmiro Gouveia (A), Piranhas (D) e Olho D'água do Casado (G); Morais *et al.* (1991), para os municípios de Delmiro Gouveia (B), Piranhas (E) e Olho D'água do Casado (H); e Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Delmiro Gouveia (C), Piranhas (F) e Olho D'água do Casado (I).

**Figura 7** - Correlação entre coeficiente de chuva ( $R_c$ ) e índice de erosividade obtido pelo modelo proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992); para os municípios de Delmiro Gouveia (A), Piranhas (D) e Olho D'água do Casado (G), os valores obtidos pelo modelo proposto por Morais *et al.* (1991), para os municípios de Delmiro Gouveia (B), Piranhas (E) e Olho D'água do Casado (H), os valores obtidos pelo modelo proposto por Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Delmiro Gouveia (C), Piranhas (F) e Olho D'água do Casado (I)



Fonte: Autores, 2023

Para a Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco, a análise de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média determinada pelo modelo por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), apresenta correlação linear positiva, com  $R^2$  0,9933 para o município de Delmiro Gouveia (Figura 7A),  $R^2$  0,9971 para Piranhas (Figura 7D) e  $R^2$  0,9978 para Olho D'água do Casado (Figura 7G). No modelo proposto por Morais *et al.* (1991), a correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média se comporta de forma linear positiva, apresentando  $R^2$  0,9983 para Delmiro Gouveia (Figura 7B),  $R^2$  0,9994 para Piranhas (Figura 7E) e  $R^2$  0,9992 para Olho D'água do Casado (Figura 7H).

No modelo proposto por Rufino *et al.* (1993), para os municípios de Delmiro Gouveia (Figura 7C) e Olho D'água do Casado (Figura 7I), as análises de correlação entre o coeficiente de chuva e o fator erosividade média apresentam correlação potência positiva com uma alta correlação ( $R^2$  0,9329), ( $R^2$  0,9464), respectivamente. O município de Piranhas (Figura 7F), apresenta uma correlação linear positiva, com uma moderada correlação ( $R^2$  0,8635).

Em pesquisas realizadas em Sete Barras e Juquiá, municípios paulistas, Silva; Iori; Silva (2009), encontraram coeficientes de determinação de 0,99 e 0,95, respectivamente. Morais *et al.* (1991), utilizando modelo proposto por Lombardi Neto (1977), e utilizando-se de um modelo exponencial ajustaram os dados de precipitação do sudoeste do Mato Grosso do Sul, a um coeficiente de determinação de 0,92. Amaral *et al.* (2014), utilizando o modelo proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer, (1992), para os dados pluviométricos do estado da Paraíba, obtiveram um coeficiente de determinação geral para o estado de 0,94. Chaves *et al.* (1996), analisando os dados pluviométricos de Patos, Paraíba, obtiveram um coeficiente de determinação de 0,78, entre o índice de Erosividade e o coeficiente de chuva.

Corroborando a veracidade de correlações entre o fator erosividade de chuva e o coeficiente de chuva, diversos pesquisadores ao longo do tempo, apontaram em seus trabalhos correlação significativa para várias localidades do Brasil, com destaque para os trabalhos desenvolvidos por Rufino *et al.* (1993), Lombardi Neto (1977); Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) para o estado de São Paulo, autores dos modelos matemáticos propostos nesta pesquisa. Além destes, Silva *et al.* (1997) no Estado de Goiás; Roque *et al.* (2001) em Piraju, São Paulo; Silva *et al.* (1997), Dias; Silva (2003) para o estado do Ceará; Carvalho *et al.* (2005) para o Rio de Janeiro; Cassol *et al.* (2008), estudando a correlação no estado do Rio Grande do Sul; Almeida *et al.* (2011), em Mato Grosso; Oliveira *et al.* (2011) em Mato Grosso do Sul; e Amaral *et al.* (2014) para o estado da Paraíba.

## **CONCLUSÕES**

O município de Água Branca apresentou os maiores índices de Erosividade, pelos modelos propostos por Lombardi Neto e Moldenhauer,

(1992); Moaris *et al.* (1991) e Rufino *et al.* (1993), talvez em função da amplitude dos dados pluviométricos.

O município de Piranhas apresentou os menores índices de Erosividade pelos modelos estudados.

Os maiores valores de Erosividade média mensal foram verificados na Microrregião Serrana do Alto Sertão Alagoano, região de maiores altitudes, com relevo predominantemente suave-ondulado.

A Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco apresentou os menores índices de Erosividade e de precipitação, resultado que está condicionado aos valores apresentados pelo município de Piranhas.

Os modelos matemáticos utilizados nesta pesquisa podem ser utilizados na estimativa da erosividade das chuvas dos municípios integrantes da microrregião do Alto Sertão Alagoano, por apresentarem uma boa correlação.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003.

ALMEIDA, C. O. S.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E. G.; ELTZ, F. L. F.; BORGES, L. E. Potencial erosivo da chuva de Cuiabá, MT: Distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.178-184, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000200011>

AMARAL, B. S. D; DANTAS, J. C.; SILVA, R. M; CARVALHO NETO, J. F. Variabilidade da erosividade das chuvas no estado da Paraíba. **Revista Brasileira Geografia Física**, v.7, n.04, p.691-701, 2014. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.4.p691-701>

AMORIM, R. S. S; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.5, n.1, p.124-130, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662001000100023>

BERTONI, J. C.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 10<sup>a</sup> Edição. São Paulo: Editora Ícone, 2018. 355p., 2018.

BERTONI, J. C.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 9<sup>a</sup> Ed. São Paulo: Editora Ícone, p.360, 2014.

BRASIL. SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). **Dados pluviométricos mensais do Nordeste:** Alagoas. Recife, 1990. 116 p. (Pluviometria, 7).

CARVALHO, D. F.; MONTEBLER, C. A.; FRANCO, E. M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662005000100002>

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia Prática.**, 2<sup>a</sup> ed. Interciência, Rio de Janeiro: Interciência, Brazil. 2008. 599 p.

CASSOL, E. A.; ELTZ, F. L. F.; MARTINS, D.; LEMOS, A. M.; LIMA, V. D.; BUENO A. C. Erosividade, padrões hidrológicos, período de retorno e probabilidade de ocorrência das chuvas em São Borja, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1239-1251, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300032>

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea:** Diagnóstico dos municípios do Estado de Alagoas/Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/>. Acesso: 26 abr. 2023.

DIAS, A. S.; SILVA, J. R. C. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE): Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno-1<sup>a</sup> aproximação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p.335-345, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000200013>

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-28, dez. 2005.

FOURNIER, F. **Climat et erosion.** Universitaires de France, Paris, 1960.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área da Unidade Territorial Brasileira. IBGE, 2023.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panoram>. Acesso: 26 jan. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades. IBGE, 2023** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 06 jan. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas territoriais. IBGE, 2023.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 22 de fev. 2023.

LOMBARDI NETO, F. **Erosividade das chuvas:** sua distribuição e relacionamento com a perda de solo em Campinas, SP. West Lafayette: Purdue University, p.53, 1977.

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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051992000200009>

MACHADO, R. L.; CARVALHO, D. F.; ROUWS, J. R. C.; GOMES, D. P.; EUDARDO, E. N. 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000200024>

MARQUES E SOUZA, G. Modelagem ambiental para a delimitação de brejos de altitude com estudo de casos para os maciços da Aratanha, Maranguape Juá e Conceição. **Revista GeoUECE**, v. 3, n. 5, p. 224-225, 2021.

MEUSBURGER, K.; STEEL, A.; PANAGOS, P.; MONTANARELLA, L.; ALEWELL, C. Spatial and temporal variability of rainfall erosivity factor for Switzerland. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, p. 167-177, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-16-167-2012>

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**, Brasília, p.476, 2006. Disponível em: [https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Livro\\_ersao\\_Dieter\\_RS.pdf](https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Livro_ersao_Dieter_RS.pdf). Acesso: 27 de abr. 2023.

MORAIS, L. F. B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T. M. C.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E. L.; WEBER, O. L. S.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI<sub>30</sub> e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 3, p.339-344, 1991.

MOURA, G. B. A.; BRITO, J. I. B.; SOUSA, F. A. S.; CAVALCANTI, E. P.; SILVA, J. L. B.; NASCIMENTO, C. R.; LOPES, P. M. O. Identificação de preditores para as chuvas do setor leste do Nordeste do Brasil utilizando análise de correlação canônica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 4, p. 1463-1482, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.4.p1463-1482>

NEVES, G. Z. F. **Distribuição geográfica das chuvas no Estado de Goiás e Distrito Federal:** Dinâmica e aplicações nos estudos rítmicos. 2018. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO, T. A.; RODRIGUES, D. B. B.; PANACHUKI, E. Erosion risk mapping applied to environmental zoning. **Water Resources Management**, v. 25, p.1021- 1036, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9739-0>



PRUSKI, F.F. Fatores que interferem na erosão hídrica do solo. *In*: PRUSKI, F. F. (ed.). **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2009. p.41-74, 2009.

ROQUE, C. G.; CARVALHO, M. P.; PRADO, R. M. Fator erosividade da chuva de Piraju, SP: Distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 147-156, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000100016>

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**, v. 17, n. 1, p. 439-444, 1993.

SANTOS, C. G.; SILVA, J.; SANTOS, V. R.; SANTOS, I. G. O.; SANTOS, S. B. T.; ROCHA, J. J. L.; SANTOS, M. A. L. Aplicação de modelos matemáticos para estimativa do índice de erosividade das chuvas em Água Branca – AL. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 89947-89964, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-418>

SANTOS, J. P. A.; SILVA, A. F.; SILVA, C. V.; SANTOS, W. V.; LIMA, F. J. Caracterização geomorfológica do maciço de Água Branca e seu entorno: uma primeira aproximação. **Revista REGNE**, v. 5, nº. Especial, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5noID18528>

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P.; CURI, N. Índices de erosividade das chuvas da região de Goiânia, GO. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p.515-521, 1997. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4743>. Acesso: 30 de mar. 2023.

SOUZA, E. O.; COSTA, M. S.; JÚNIOR, J. F. O.; GOIS, G.; MARIANO, G. L.; COSTA, C. E. S.; FILHO, W. L. F. C.; SANTIAGO, D. B. Estimativa e Espacialização da Erosividade em Mesorregiões Climáticas no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 769-783, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863550005>

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: USDA, Agriculture Handbook, v. 537, p.58, 1978.

Recebido em 16 de outubro de 2023  
Aceito em 24 de janeiro de 2024