



BACHARELADO EM AGRONOMIA

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS PARA SEIS MUNICÍPIOS DO OESTE BAIANO, BAHIA/BR.

Lucas Narde de Melo

POSSE, GO
2023

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS POSSE**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS PARA SEIS
MUNICÍPIOS DO OESTE BAIANO, BAHIA/BR.**

LUCAS NARDE DE MELO

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para a obtenção do título de
bacharel no curso de Agronomia, pelo Instituto
Federal Goiano, campus Posse.

Orientador: Dr(a). Marcelo Zolin Lorenzoni

POSSE - GO
Fevereiro, 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

DL933d De Melo, Lucas Narde
DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS PARA SEIS
MUNICÍPIOS DO OESTE BAIANO, BAHIA/BR. / Lucas Narde
De Melo; orientador Marcelo Zolin Lorenzoni. --
Posse, 2023.
35 p.

TCC (Graduação em Agronomia) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Posse, 2023.

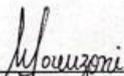
1. Agritempo. 2. Precipitação pluviométrica. 3.
Variabilidade. 4. Série histórica. I. Lorenzoni,
Marcelo Zolin, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

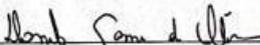
LUCAS NARDE DE MELO

**DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS PARA SEIS
MUNICÍPIOS DO OESTE BAIANO, BAHIA/BR**

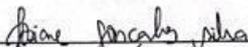
Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 16 de fevereiro de 2023, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Dr. Marcelo Zolin Lorenzoni
Campus Posse/Instituto Federal Goiano
Presidente/Orientador



Me. Danilo Gomes de Oliveira
Campus Posse/Instituto Federal Goiano
Membro interno



Me. Jostane Gonçalves Silva
Campus Posse/Instituto Federal Goiano
Membro interno

Dedico o presente trabalho a minha avó, Adélia Moreira Alves.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu sabedoria para concluir esse trabalho.

Agradeço a minha mãe Luciélia e a minha tia Hilda que me criaram e me guiaram para o caminho do bem.

Agradeço as minhas irmãs Tatiara, Tatiane e Maria de Fátima, meu padrasto e meu primo Bruno que sempre me apoiaram e incentivaram.

Agradeço a minha namorada Lorrane, por me apoiar e incentivar a realizar este sonho.

Agradeço a meu ex-professor Fábio Lima e ao meu colega de trabalho Matheus Almeida e minha amiga Laysla Carla, por me auxiliarem na elaboração deste trabalho.

Agradeço a todos os professores e colegas que contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa fundamental em minha vida.

DE MELO, Lucas Narde. **DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE CHUVAS PARA SEIS MUNICÍPIOS DO OESTE BAIANO, BAHIA/BR.** 35.p. Monografia. (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Posse, Posse, GO, 2023.

RESUMO

Saber a distribuição da precipitação pluviométrica na região do Oeste Baiano, ao longo de uma série histórica, é um suporte fundamental para o planejamento agrícola. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade anual e mensal das chuvas, a partir de uma série histórica de dados pluviométricos de 21 anos, para os municípios de Jaborandi, Correntina, Barreiras, São Desidério, Luís Eduardo Magalhães e Cocos, Oeste da Bahia/Brasil, quantificando o número de dias secos e chuvosos que ocorreram durante o período estudado. Os dados pluviométricos foram coletados no portal Agritempo disponibilizados pela Empresa Brasileira de Produção Agropecuária (EMBRAPA). Após a consulta, as séries históricas de dados foram baixadas, tabulados, tratados e analisados utilizando a planilha eletrônica Excel. Uma série de máximas anuais foi submetida a verificação da aderência dos dados observados (coletados), mediante a aplicação do modelo de distribuição de probabilidade de Gumbel, verificou-se que os dados ajustados estão na mesma tendência do que os observados para todos os municípios. Os dias de chuvas aparecem apenas em alguns dias do verão, evidenciando que o clima da região é caracterizado por dois períodos bem distintos, um chuvoso e outro seco, no verão chove muito mais que no inverno. A uma grande variabilidade de dias de chuvas no decorrer dos anos em todos os municípios. Para produtores destes municípios do Oeste da Bahia, principalmente de grãos, é necessário programar bem o a sua safra, minimizando as chances de um longo período de estiagem.

Palavras-chave: Agritempo; Precipitação pluviométrica; Variabilidade; Série histórica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mesorregiões do Estado da Bahia.....	16
Figura 2. Mapa das cidades do presente trabalho	17
Figura 3. Obtenção dos dados no site Agritempo. Interface inicial do site para seleção do estado de interesse (A); Pesquisa de dados meteorológicos do estado da Bahia, com uma estação meteorológica do município de Barreiras com exemplo (B); Dados pronto para download em formato .CSV (C); e, Dados abertos em planilha eletrônica (D).....	18
Figura 4. Aderência dos dados de distribuição de probabilidade de Gumbel aos dados observados de lâmina máxima.....	20
Figura 5. Precipitação anual para os seis municípios nos 21 anos estudados.	23
Figura 6. Distribuição dos dias chuvosos e dias secos para os seis municípios nos 21 anos estudados.	25
Figura 7. Totais de chuva mensais dos seis municípios nos 21 anos estudados.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores dos coeficientes de determinação (R^2) para o teste de Gumbel..... 21

SUMÁRIO

1.	Introdução	10
2.	Revisão bibliográfica	12
2.1	Precipitação	12
2.2	Séries históricas	13
2.3	Planejamento agrícola	13
2.4	Oeste Baiano.....	14
3.	Materiais e métodos	16
3.1	Área de estudo	16
3.2	Obtenção das séries históricas	17
3.3	Processamento de dados.....	18
3.4	Distribuição de probabilidade de Gumbel.....	19
4.	Resultados e Discussão	20
5.	Conclusão.....	29
6.	Referências bibliográficas.....	30

1. Introdução

A quantidade e a distribuição pluviométrica que ocorrem anualmente em uma região determinam o tipo de vegetação natural e o modo de exploração agrícola predominante (BURIOL *et al.* 2007). Na região do Nordeste Goiano e Oeste da Bahia, um dos grandes desafios da produção rural é a distribuição irregular de chuvas, principalmente para aqueles produtores que não detém tecnologias de irrigação. O regime pluviométrico é o elemento que exerce grande influência dentre os fatores climáticos. A quantidade de chuva de uma região influencia indiretamente outras variáveis, tais como a temperatura do ar e do solo e umidade relativa do ar, que são os principais fatores abióticos indispensáveis para o crescimento das plantas (SANTOS, 2005).

As precipitações nas regiões de cerrado concentram-se no período de outubro, quando se intensificam as atividades agrícolas, porém, podem ocorrer irregularidades de ocorrência de chuvas, chamado de veranicos, que são sequências de dias secos durante o período chuvoso, interferindo negativamente na produtividade das culturas (FREITAS, 1998).

Por ter essa irregularidade pluviométrica, a irrigação é indispensável em áreas de grandes produções na região, com necessidade de adoção de sistemas de irrigação na maioria das propriedades rurais destes locais. O estresse hídrico é um dos principais limitantes da produção agropecuária do Oeste da Bahia. Usando como exemplo a cultura da soja, a disponibilidade hídrica desempenha papel fundamental principalmente na germinação, emergência, floração e enchimento de grãos (Farias *et al.*, 2007).

Desse modo, o conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica é fundamental, visto que o sucesso das atividades agrícolas está diretamente ligado aos seus níveis de ocorrência (SMITH, 2000). Com base nessas informações, o conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica, como suporte ao planejamento agrícola na região estudada é de suma importância.

O Instituto Federal Goiano, Campus Posse, é um polo de inovação tanto para o Nordeste Goiano quanto para o Oeste Baiano e o conhecimento gerado através desta pesquisa pode beneficiar ambas as regiões que apresentam características edafoclimáticas semelhantes.

O município de Posse, encontra-se a 40 km de distância do distrito do Rosário no município de Correntina, no estado da Bahia, que se destaca por ser uma região de expressão agrícola (MACHADO, 2022), e esse tipo de informação se torna indispensável

para um planejamento agrícola e tomada de decisões adequadas, maximizando a produção agrícola e otimizando os recursos hídricos.

Além disso, a precipitação tem efeito direto sobre o balanço hídrico, e esse processo influencia indiretamente a temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e radiação solar, que são fundamentais para o manejo da irrigação via clima. Com isso, saber a distribuição das chuvas em um período longo contribui para evitar efeitos adversos em ambientes rurais, que resultam na perda parcial ou total das safras, comprometendo o mercado.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a variabilidade anual e mensal das chuvas, a partir de uma série histórica de dados pluviométricos de 21 anos; Quantificar o número de dias secos e chuvosos que ocorreram durante o período estudado e verificar a aderência dos dados observados (coletados), considerando as máximas anuais, mediante aplicação do modelo de distribuição de probabilidade de Gumbel para os municípios de Barreiras, Cocos, Correntina, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério no Oeste Baiano, Bahia, Brasil.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Precipitação

Toda água que se origina do vapor atmosférico e cai sobre a superfície terrestre é denominada de precipitação, como é o caso da chuva, neblina, geada, neve, granizo e orvalho. No entanto, segundo Tucci (2009), a forma de precipitação mais importante para o estudo na hidrologia por sua capacidade de gerar escoamento é a chuva.

A formação das precipitações depende basicamente da umidade presente na atmosfera, isso ocorre quando o ar úmido das camadas baixas da atmosfera torna-se mais leve do que o ar da vizinhança após ser aquecido por convecção e sofre uma ascensão, até atingir uma condição de saturação. Em condições favoráveis, o vapor se condensa dando origem a minúsculas gotas que precipitam quando atingem tamanho suficiente para vencer a resistência do ar (VILLELA, MATTOS, 1975).

Dentre os fatores climáticos, as chuvas acarretam impactos em diversos setores da sociedade, interferindo nas atividades agrícolas podendo causar prejuízos ao meio ambiente e a economia. Portanto, o desenvolvimento e o crescimento das culturas em função da variação temporal e espacial da distribuição das chuvas determinam a adequação e o manejo correto dos solos agrícolas (GOMES, WOLLMANN, 2017).

Os aparelhos utilizados para medir a precipitação são o pluviômetro e o pluviógrafo. A diferença entre esses dois aparelhos, está, principalmente, na forma da leitura, sendo que o primeiro necessita de leituras manuais, em intervalos fixos de tempo, enquanto o segundo pode ser digital ou gráfico, registrando os dados automaticamente. Para o registro de longas séries históricas o mais utilizado é o pluviógrafo, pois permite medir as intensidades das precipitações durante intervalos de tempo inferiores aos registrados pelos pluviômetros (TUCCI, 2009).

Com base no número de dias com chuva (NDC) é possível se ter uma ideia da intensidade da precipitação, porque ao analisar a chuva em intervalos de tempo distintos é possível identificar qual a sua intensidade e variabilidade espacial em termos quantitativos e qualitativos (FISCHER *et al*, 2008).

A agricultura de sequeiro na região Nordeste do Brasil sofre grande influência da variabilidade da precipitação, que também é afetada pelas temperaturas elevadas resultando em altas taxas de evaporação registradas na parte semiárida (Silva *et al*, 2006).

A oscilação anual na precipitação é provocada por diferentes sistemas atmosféricos que atuam na região Nordeste (Ferreira *et al*, 2005), destacando-se os

vórtices ciclônicos em ar superior, distúrbios ondulatórios de leste, zona de convergência intertropical, zona de convergência do atlântico sul e os sistemas frontais. esses fenômenos influenciam diretamente e indiretamente a ocorrência de chuvas sobre a região do Nordeste do Brasil (GRAEF, HAIGIS, 2001; SILVA, 2004).

Segundo Lucena *et al.* (2011), um fenômeno que exerce forte influência sobre o Nordeste brasileiro é o El Niño. Este fenômeno é caracterizado pela ocorrência de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial central e leste com anomalmente positivas (El Niño) e negativas (La Niña) (NÓBREGA *et al.*, 2016). Esses fenômenos atmosféricos, tem provocados grandes períodos de secas ou grandes períodos de chuvas respectivamente, no Norte e Nordeste do Brasil.

2.2 Séries históricas

Na análise estatística dos dados, as séries históricas podem ser anuais, parciais ou completas. Na hidrologia estatística, as séries são submetidas às distribuições de probabilidade para identificar as que mais se adaptam aos dados. Cada distribuição de probabilidade possui uma respectiva aplicação. A distribuição de Gumbel é adequada para séries de valores extremos máximos, isto é, séries de valores máximos diários para precipitações (SILVA, MELLO, 2008).

Para o estudo da frequência de ocorrência de precipitações intensas que podem prejudicar tanto a lavoura, quanto o dimensionamento de obras hidrográficas na fazenda, é importante o estudo das séries históricas de precipitações máximas anuais. Os prejuízos na agricultura com alagamento, inundações e erosões estão relacionados principalmente às intensas precipitações.

De acordo com DA SILVA (2019), num estudo da série histórica feito com 18 municípios do Oeste Baiano, 11 apresentaram uma tendência de decréscimo na precipitação anual, dentre eles Correntina e São Desidério. Enquanto Jaborandi e Barreiras estão entre os 7 municípios que apresentaram acréscimos de chuva no período do estudo.

2.3 Planejamento agrícola

O planejamento agrícola é responsável por determinar e traçar estratégias para a produção agrícola, aumentando a produtividade e evitando surpresas indesejáveis, de forma a potencializar a sustentabilidade do negócio. Um exemplo de planejamento agrícola é o zoneamento agrícola, que permite determinar a melhor época de semeadura

para cada município, onde as fases mais críticas da cultura tenham uma probabilidade menor de coincidirem com os fatores climáticos adversos, como elevadas precipitações ou veranicos.

Segundo o INMET (2010) a análise criteriosa dos valores diários, históricos, mensais e anuais é de grande importância, principalmente para a agricultura, na realização de todo planejamento de plantio, como escolha de variedades, época de semeadura, manejo e nas práticas culturais, bem como nas atividades de colheita e de processamento de safras.

O estudo das variáveis meteorológicas ao longo de uma série histórica é importante para a análise de probabilidades de ocorrências futuras. Segundo Ataíde e Furtado (2014) as variáveis meteorológicas analisadas umas com as outras são fontes de dados que podem explicar as variações climatológicas que ocorrem ou podem acontecer, assim como pode influenciar a outra variável.

Specian e Vecchia (2014) analisaram a frequência diária de chuvas para dois postos pluviométricos, representando as regiões Oeste (Iporá) e Sudoeste (Montividiu) de Goiás, e os resultados demonstram que existe uma diferença entre a frequência de chuvas para os dois postos pluviométricos. Segundo os autores, em Montividiu há maiores ocorrências de eventos de chuvas para os meses de agosto e setembro, quando comparado com o posto de Iporá.

Conforme a avaliação de Dallacort *et al.* (2011), a distribuição de chuvas para a o município de Tangará da Serra (MT) apresentou duas estações definidas, uma estação seca de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril.

2.4 Oeste Baiano

A Bahia obteve uma produção de 10,4 milhões de toneladas de grãos em 2021 (CONAB, 2021), sendo um dos principais produtores do setor no país. Além disso, dos 50 municípios com maiores PIB (Produto Interno Bruto) agrícola do país, a Bahia é o terceiro estado com maior número de representantes. A Bahia possui atualmente sete mesorregiões, uma delas é a mesorregião do Extremo Oeste baiano. Esta mesorregião é formada por três microrregiões (Barreiras, Cotegipe e Santa Maria da Vitória) e possui um total de 24 municípios. É a microrregião que mais se destaca no cenário agrícola. (PEREIRA, *et al.* 2018).

No início dos anos de 1980, com a modernização do sistema produtivo, a região do Oeste Baiano começou a ser utilizada na produção de grãos em larga escala,

transformando-se numa nova fronteira do agronegócio voltada para a produção de *commodities*. (MOURA, R. F. M, *et al.* 2017)

O preço das terras do cerrado foi um dos atrativos dos produtores rurais que adquiriram essas propriedades. Moura (2017), menciona alguns outros fatores naturais do Cerrado, como a facilidade com que a vegetação pode ser removida, o clima e solos compatíveis com a agropecuária, o fato dos solos terem boa profundidade e serem bem drenados. O problema da acidez e fertilidade podem ser resolvidos com a correção e adubação. Com os incentivos governamentais e empresariais, juntamente com fatores climáticos antes citados, a expansão agrícola na região seria só uma questão de tempo.

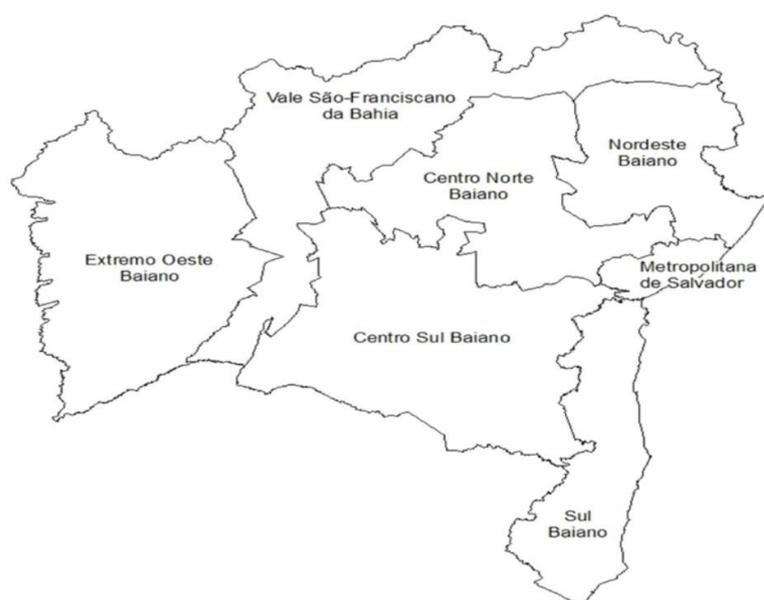
Barreiras e Luís Eduardo Magalhães apresentam-se como as duas cidades mais importantes da região Oeste da Bahia por conta do destaque de sua economia urbana. (DOS SANTOS, 2016). O segundo maior PIB Agrícola nacional é o município de São Desidério, sendo também o terceiro maior produtor de soja do país (BA DE VALOR, 2021). Os municípios de Correntina, Cocôs e Jaborandi são os que estão localizados mais próximos do estado de Goiás, além de também estarem entre os 10 maiores em extensão territorial (WIKIPÉDIA, 2022). Também são grandes produtores de grãos e fibras.

3. Materiais e métodos

3.1 Área de estudo

O estado da Bahia é dividido em sete Mesorregiões (Figura 1). A Mesorregião do Extremo Oeste Baiano se destaca no cenário agrícola devido as tecnologias empregadas e o cultivo de grandes talhões uniformes e planos, sendo formada por 24 municípios divididos em 3 microrregiões (SEADE, 2000).

Figura 1. Mesorregiões do Estado da Bahia



Fonte: Mapasparacolorir.com.br (2022), imagem modificada

O clima da Mesorregião do Extremo Oeste Baiano é classificado, segundo Koppen, como Aw - Tropical subúmido com chuvas de verão; período seco bem definido no inverno e vegetação predominante de cerrado. As temperaturas médias anuais variam entre 20°C e 26°C, chuvas entre 800 mm e 1600 mm e umidade relativa média do ar é de 70% (BATISTELLA *et al.*, 2002). Os rios que banham a região fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, sendo os principais afluentes deste rio dentro do território baiano (SICA, 2019).

Dentre os 24 municípios pertencentes ao Oeste Baiano, seis deles foram escolhidos para o presente estudo por terem expressiva atividade agrícola e serem situados próximos da cidade de Posse, estado de Goiás, onde é localizado o Instituto Federal Goiano, sendo eles: Barreiras, Correntina, Cocos, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério (Figura 2).

Figura 2. Mapa das cidades do presente trabalho



Fonte: O Autor (2023).

3.2 Obtenção das séries históricas

Para o presente trabalho foram utilizadas séries históricas de dados pluviométricos para os municípios pertencentes à Mesorregião do Extremo Oeste Baiano, Estado da Bahia, com 21 anos de observações.

Os dados foram obtidos através do portal Agritempo, ferramenta que permite aos usuários o acesso, via internet, às informações meteorológicas de diversos municípios e estados brasileiros, administrado pela Empresa Brasileira de Produção Agropecuária - EMBRAPA, em parceria com o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas (Cepagri/Unicamp), para os municípios de Barreiras, Correntina, Cocos, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério.

Para a obtenção dos dados de precipitação, o portal do Agritempo foi acessado e no canto esquerdo da página, na parte inferior em “Estados” selecionou-se o estado da Bahia através da sigla BA (Figura 3A). Na página seguinte, no menu lateral, clicou-se no item “Pesquisa”, sendo necessário selecionar entre as opções de Estações Meteorológicas do estado, o município de interesse (Figura 3B). Após essa seleção, os dados aparecem na tela, sendo feito em seguida o download em formato, baixando assim todos os dados da estação escolhida (Figuras 3C). Após o download, os dados foram abertos em planilha eletrônica (Figura 3D) a fim de obter o total anual de chuvas, a máxima registrada, os dias de chuva e os dias secos, sendo essas as variáveis fundamentais para a realização do estudo.

Figura 3. Obtenção dos dados no site Agritempo. Interface inicial do site para seleção do estado de interesse (A); Pesquisa de dados meteorológicos do estado da Bahia, com uma estação meteorológica do município de Barreiras com exemplo (B); Dados pronto para download em formato .CSV (C); e, Dados abertos em planilha eletrônica (D).

A

B

C

D

Estações Meteorológicas	Data	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa Mínima (%)	Umidade Relativa Máxima (%)
Produtos	31/12/2022	31,87	30,97	32,00	0,42		
Estações Meteorológicas	30/12/2022	31,70	31,13	32,30	0,42		
Produtos	29/12/2022	31,86	30,30	30,80	0,00		
Estações Meteorológicas	29/12/2022	31,86	30,31	31,86	0,00		
Produtos	27/12/2022	18,86	23,27	28,49	17,10		
Estações Meteorológicas	28/12/2022	20,80	23,43	28,06	17,10		
Produtos	26/12/2022	21,22	20,87	20,13	0,00		
Estações Meteorológicas	24/12/2022	22,02	20,56	20,10	7,30		
Produtos	23/12/2022	18,86	23,80	28,74	0,00		
Estações Meteorológicas	22/12/2022	20,24	20,69	21,14	6,2		
Produtos	21/12/2022	21,76	20,29	20,25	30,3		
Estações Meteorológicas	19/12/2022	21,86	20,63	20,61	0,00		
Produtos	18/12/2022	22,30	20,20	20,10	0,00		
Estações Meteorológicas	18/12/2022	21,86	20,63	20,10	0,00		
Produtos	17/12/2022	21,01	20,10	20,20	10,20		
Estações Meteorológicas	16/12/2022	21,86	20,64	20,11	38,00		
Produtos	15/12/2022	21,21	20,86	21,01	1,20		
Estações Meteorológicas	14/12/2022	22,07	20,06	20,00	8,80		
Produtos	13/12/2022	19,88	20,20	20,24	0,00		

Fonte: Agritempo.gov.br

Como padronização, optou-se por séries históricas contendo 21 anos de observação para os municípios selecionados, sendo coletados desde janeiro de 2001 até dezembro de 2021. Os dados foram tabulados, analisados e processados utilizando planilha eletrônica.

3.3 Processamento de dados

A tabulação, tratamento e análise dos dados foram realizadas utilizando a planilha eletrônica Excel, utilizando um computador portátil (Notebook). Para cada município do estudo foi obtido uma série histórica e determinada a média e desvio-padrão.

Para a análise da ocorrência de dias secos e dias de chuva, foi considerado precipitação igual ou inferior a 5 mm como número de dias secos e precipitação igual ou superior a 5,1 mm como número de dias de chuva (SANS *et al*, 2001).

Os gráficos com a distribuição anual das chuvas na região, indicando os anos que foram acima e abaixo da média e gráfico com as médias mensais dos 21 anos da série histórica selecionada foram confeccionados em planilha eletrônica Excel, além do gráfico com a ocorrência média anual de dias secos e chuvosos para esses seis municípios do Oeste Baiano.

3.4 Distribuição de probabilidade de Gumbel

A análise estatística de probabilidade de Gumbel foi aplicada as máximas anuais, sendo obtido, para cada ano da série histórica, a altura máxima de chuva de “um dia”. Os valores dessas séries foram organizados em ordem decrescente, e calculados, para cada amostra, a média aritmética, o desvio padrão e o coeficiente de assimetria. Esta distribuição de probabilidade é recomendada para séries de valores extremos máximos, especialmente, séries de valores máximos diários anuais.

A função densidade de probabilidade (FDP) de Gumbel é dada por:

$$FDP = \alpha e^{-\alpha(x-\mu)}$$

A integração da FDP fornece a função cumulativa de probabilidades (FCP):

$$P(x \geq x_i) = e^{-e^{-\alpha(x_i-\mu)}}$$

Em que:

$P(x \geq x_i)$: probabilidade de um valor extremo da série ser maior ou igual à magnitude de um determinado evento;

Os parâmetros α e μ são calculados pelas respectivas equações:

$$\alpha = \frac{1,2826}{s}$$

$$\mu = \bar{x} - 0,451.s$$

Em que:

\bar{x} : média da amostra;

s : desvio padrão da amostra.

Segundo Silva e Mello (2008), a maioria das funções de probabilidades, que são aplicadas à Hidrologia, visando associar valor (magnitude) da variável à probabilidade de sua ocorrência, pode ser representada pela equação de Ven Te Chow:

$$X_{TR} = \bar{x} + K_{TR} \cdot s$$

Em que:

X_{TR} : evento extremo no ano;

\bar{x} : média da amostra;

s : desvio padrão da amostra;

K_{TR} : fator de frequência, dado pela equação:

$$K_{TR} = -0,45 + 0,78 \cdot Y_{TR}$$

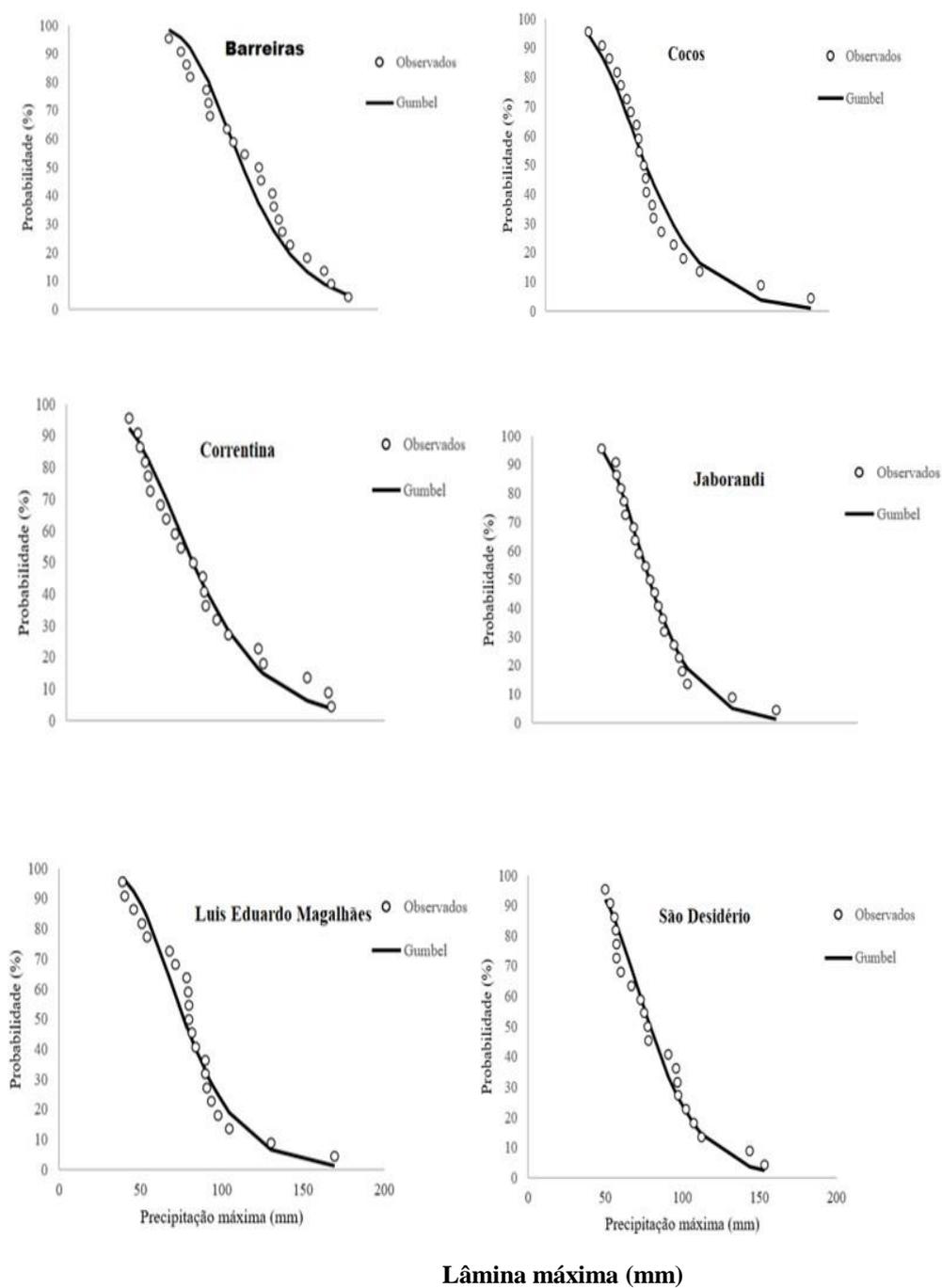
O valor de Y_{TR} é obtido através da manipulação da função cumulativa de probabilidade, sendo dado por:

$$Y_{TR} = -\ln[-\ln(1-1/TR)]$$

4. Resultados e Discussão

A partir do modelo de probabilidade de Gumbel testado é possível observar boa aderência dos dados observados em relação aos calculados (Figura 4) com valores de coeficiente de determinação (R^2) superiores a 94% (Tabela 1).

Figura 4. Aderência dos dados de distribuição de probabilidade de Gumbel aos dados observados de lâmina máxima



Fonte: O Autor (2023).

Tabela 1. Valores dos coeficientes de determinação (R^2) para o teste de Gumbel.

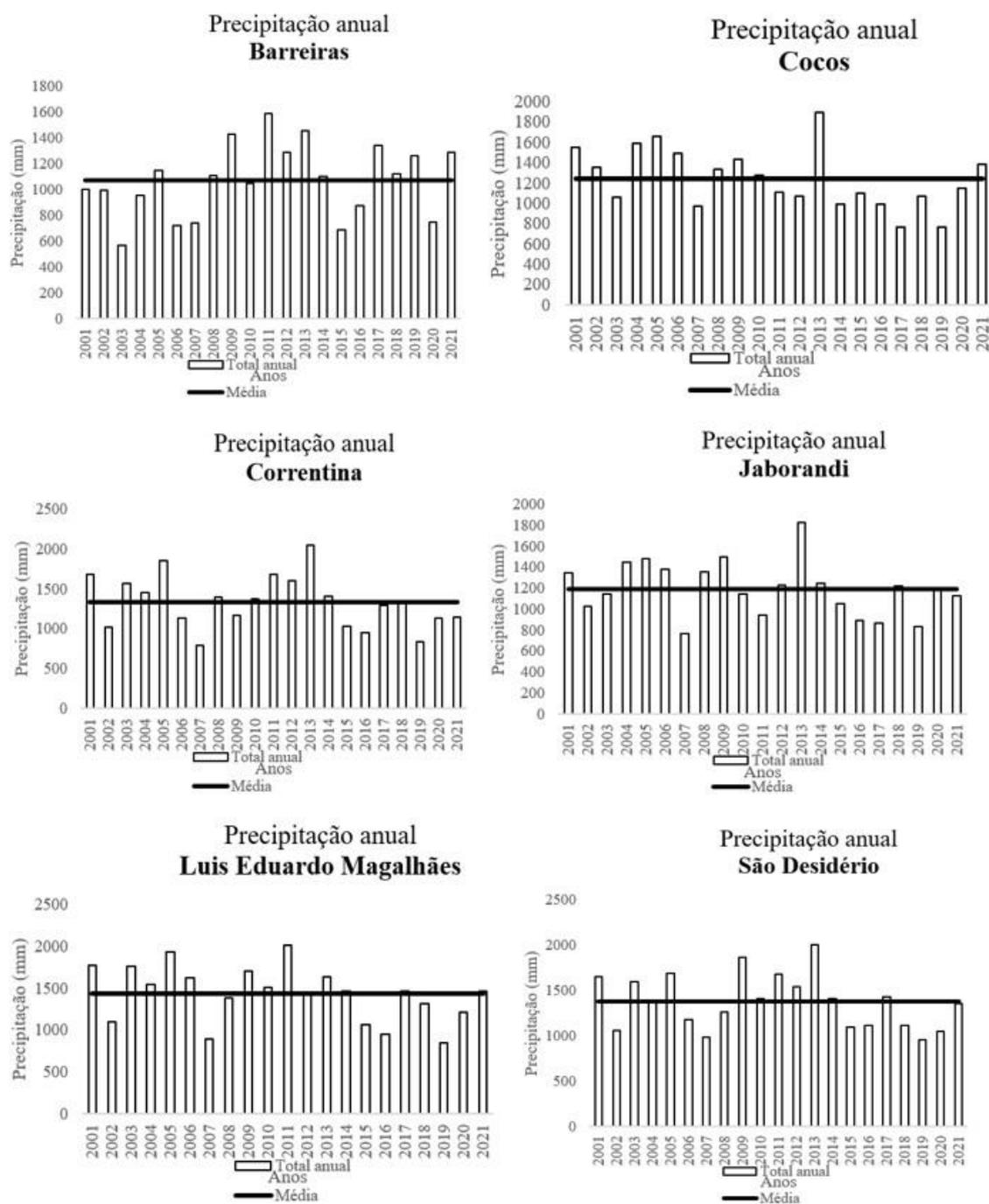
Município	R^2 (%)
Jaborandi	99,15
Correntina	98,31
Barreiras	97,00
São Desidério	97,32
Cocos	96,04
Luís Eduardo Magalhães	94,08

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2) para o teste de Gumbel demonstra um ajuste adequado, sendo o município de Jaborandi o que apresentou maior valor de R^2 , referente a 99,15% enquanto o município de Luís Eduardo Magalhães apresentou o menor valor de R^2 igual a 94,08%. No entanto, todos os valores são considerados excelente por estar acima de 90%, pois quanto mais próximo de 100%, melhor o ajuste.

Souza *et al.* (2012), Finotti *et al.* (2009) e Oliveira *et al.* (2005) obtiveram um bom ajuste dos parâmetros, com valores ainda mais próximo de 1 com o R^2 acima de 99%, para o estado do Paraíba, município de Caxias do Sul/RS e estado de Goiás e Distrito Federal, respectivamente.

O comportamento da precipitação no período estudado indica grande variação anual da distribuição das chuvas nos seis municípios do Extremo Oeste Baiano, evidenciando a ocorrência de precipitação máxima de 1893,3 mm, 2044,8 mm, 1828,5 mm e 2002,5 mm no ano de 2013 para os municípios de Cocos, Correntina, Jaborandi e São Desidério, respectivamente, e a ocorrência de precipitação máxima de 1592 mm para o município de Barreiras e 2012,7 mm para o município de Luís Eduardo Magalhães no ano de 2011 (Figura 5).

Figura 5. Precipitação anual para os seis municípios nos 21 anos estudados.



Fonte: O Autor (2023).

Em relação a mínima registrada no período, o município de Barreiras registrou no ano de 2003 (567 mm), os municípios de Correntina (795,5 mm), Jaborandi (769,2 mm) e Luís Eduardo Magalhães (896,5 mm) no ano de 2007 e os municípios de São Desidério (957,8 mm) e Cocos (766,3 mm) no ano de 2019.

As médias para o período de 21 anos compreenderam em 1.070,74 mm (Barreiras), 1.239,57 mm (Cocos), mm 1.328,56 mm (Correntina), 1.193,53 mm (Jaborandi), 1.434 mm (Luís Eduardo Magalhães) e 1.374,11 mm (São Desidério). Esses

valores médios estão de acordo com o intervalo de chuvas dito por Batistella *et al.* (2002) para o Extremo Oeste da Bahia que está entre 800 mm e 1600 mm.

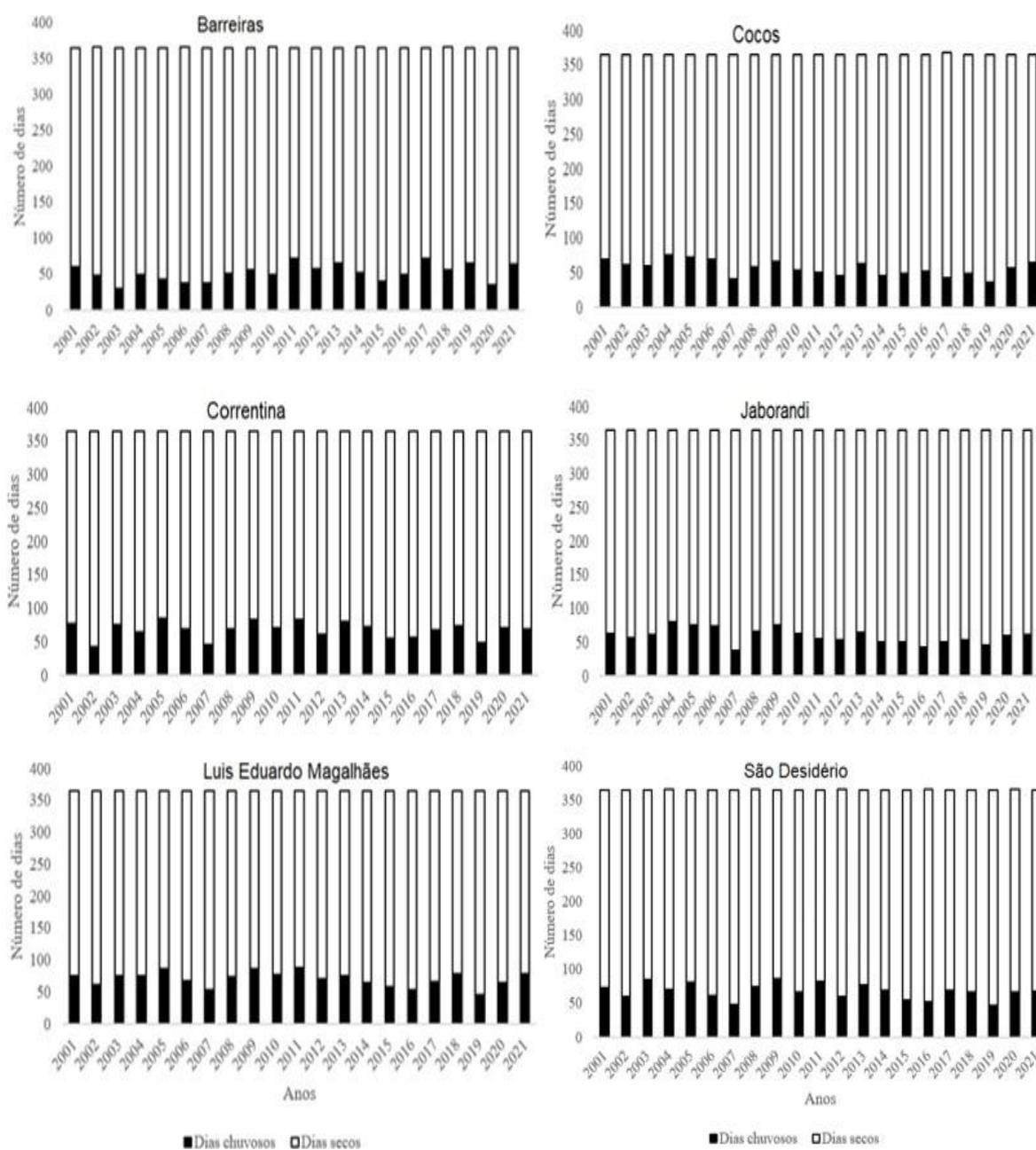
Como é possível observar na Figura 5, Barreiras é o único município que apresenta um crescimento de chuva anual nos últimos dez anos do estudo (2012 a 2021). Nestes 10 anos, 7 deles alcançou ou ultrapassou a média de 1070,74 mm. Em relação aos municípios que nos últimos dez anos não atingiu pelo menos a média anual, Cocos se destaca e apenas em 2013 e 2021 a pluviosidade anual ultrapassou a média.

Para os demais municípios é possível verificar, nos últimos 10 anos, metade dos eventos registrados corresponderam a média ou acima dela. Esses dados demonstra a importância de conhecer a variabilidade das chuvas para o planejamento agrícola, principalmente do plantio da cultura desejada reduzindo os riscos hídricos durante a safra.

Segundo Giraldeleli (2020), a cultura da soja necessita de 450 a 850 milímetros de chuva em seu ciclo e o milho em torno de 650 milímetros, ambos dependendo da cultivar a ser implantada. Todos os municípios estudados, tem uma média de chuvas que atende a exigência hídrica dessas duas culturas, que são as mais cultivadas dentre eles.

Na Figura 6, estão apresentados os números de dias secos e chuvosos. Observa-se que em alguns anos (2009 e 2011) houve mais dias de chuva em todos os municípios do estudo, lembrando que estes municípios fazem fronteira entre si na região do Extremo Oeste da Bahia, por isso tem distribuição de chuvas tão semelhantes.

Figura 6. Distribuição dos dias chuvosos e dias secos para os seis municípios nos 21 anos estudados.



Fonte: O Autor (2023).

Fenômenos como o La Niña podem justificar o aumento de chuva durante estes anos. De acordo com Guitarrara (2022), o La Niña é um fenômeno natural caracterizado pelo resfriamento excessivo das águas do oceano Pacífico, podendo ocorrer a cada dois ou sete anos, tendo duração de nove a doze meses, provocando aumento no volume de chuvas no norte e nordeste do Brasil.

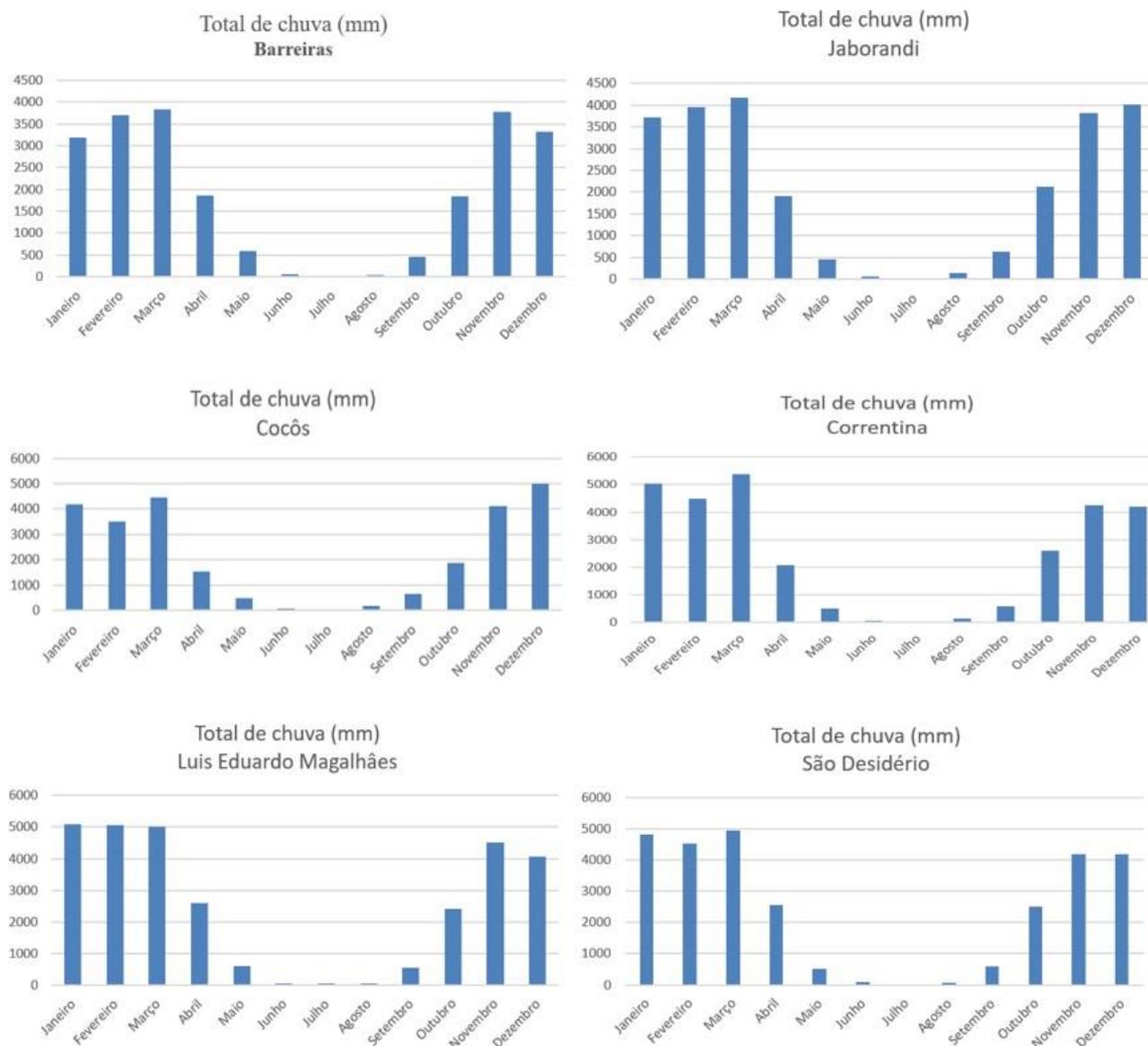
Nos anos de 2007 e 2019, com exceção do município de Barreiras, houve menor registro de dias chuvosos, com menos de 50 dias de chuva no ano. Como descrito no

trabalho de Lucena, *et al.* (2011), esses longos períodos de secas no semiárido podem ser provocados por fenômenos como o El Niño. Nos anos em que o El Niño tem forte atuação no Nordeste, provoca fortes quedas na precipitação local.

Com base no Número de Dias de Chuva (NDC) pode-se ter uma base da intensidade da precipitação pluvial, já que a análise do total de chuva em intervalos de tempo distintos revela sua intensidade e a variabilidade quantitativa e qualitativa (FISHER, G. R, 2008). Sendo assim, os dados mostram que os produtores da região que cultivam em sequeiro devem recorrer para cultivos mais tolerantes a seca ou mais precoces, já que os dias de secas predominam durante quase todo ano.

Na Figura 7, os índices de chuvas mensais dos 21 anos avaliados caracterizam duas estações na região, a estação das águas (outubro a abril) e da seca (maio a setembro) para os seis municípios avaliados. De acordo com Sousa (1998), este comportamento é característico em regiões compreendidas pelo bioma do cerrado.

Figura 7. Totais de chuva mensais dos seis municípios nos 21 anos estudados.



Fonte: O Autor (2023).

Podemos verificar na Figura 7 que os meses críticos para o regime hídrico são os meses de junho, julho e agosto, elevando-se nos meses de maio e setembro. Dallacort, *et al.* (2011), em um levantamento de série histórica realizado também em uma área do bioma cerrado em Tangará da Serra, município do Mato Grosso, de 1970 a 2007, também indica grande variação anual da distribuição das chuvas na região, variando de 2.871 milímetros de máxima anual a 1.404 milímetros de mínima anual, observando o mesmo comportamento na distribuição das chuvas: estação das águas (outubro a abril) e da seca (maio a setembro).

Os primeiros eventos de chuva em todos os municípios do presente estudo iniciam-se no final do ano, sendo comum a ocorrência do aumento de milímetros de chuva

a partir de outubro. Esse tipo de comportamento é característico de locais com clima Semiárido na região Nordeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2017).

Observou-se a existência de três meses críticos, quando praticamente não há ocorrência de chuvas, e que compreende os meses de junho, julho e agosto, isso torna inviável o desenvolvimento adequado de qualquer cultura sem irrigação. Segundo Fidelis *et al.* (2003) a falta de chuvas nesses meses é o principal contraponto do emprego de sistemas de semeadura direta na região, pela dificuldade de realizar manutenção e acúmulo de cobertura morta no período seco do ano.

Na agricultura de sequeiro, Azevedo e Silva (2007) destacam que o início do desenvolvimento das culturas depende da época em que as chuvas efetivamente começam. Os lugares onde as chuvas iniciam-se antes, em geral, são potencialmente superiores na produtividade das culturas em relação aos períodos chuvosos de início tardio, além de ser menos susceptíveis a períodos de estiagem, principalmente no final do ciclo, como nos casos da soja e do milho.

Em todos os cenários apresentados na Figura 7, o mês de março aparece com grande quantidade de milímetros de chuva e o mês de abril reduz mais do que metade essa pluviosidade. Do mês de setembro para outubro verifica-se uma grande crescente de chuvas em todos os municípios. Isso demonstra a importância de planejar a safra, principalmente de milho, soja e feijão para os meses de novembro a março, evitando assim um período de veranico que possa comprometer o ciclo dessas culturas.

De acordo com Avilez, *et al.* (2020), em trabalho realizado em Irecê na região na zona fisiográfica da Chapada Diamantina Setentrional na Bahia, concluíram que a melhor época de semeadura do milho é de 01 de novembro até 01 de fevereiro, visto que o ciclo médio da cultura é de 120 dias. O milho é uma cultura extremamente exigente em água e não pode ter muitos dias de estresse. Dessa maneira, nas cidades deste estudo, é recomendado que o produtor de sequeiro, semeie até no máximo fim de dezembro para minimizar as chances de perda por falta de chuva.

5. Conclusão

A distribuição das chuvas para os seis municípios pertencente ao Extremo Oeste da Bahia apresentou variabilidade média temporal anual de 1.070,74 mm, 1.239,57 mm, mm 1.328,56 mm, 1.193,53 mm, 1.434 mm e 1.374,11 mm para os municípios de Barreiras, Cocos, Correntina, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério, respectivamente. A região apresenta duas estações definidas, uma estação seca de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril.

Os dados analisados demonstraram os problemas hídricos que ocorrem em algumas safras na região devido à má distribuição das chuvas, o que causa os chamados veranicos em época de chuva, sendo necessário a utilização de sistemas de irrigação para sucesso da produção.

6. Referências bibliográficas

AGRITEMPO. Sistema de monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>>. Acesso em 08 de novembro de 2022.

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

AVILEZ, A. M. A., GALVÃO, I. M., MEDAUAR, C. C., GIOVANELLI, L. B., & ZOCOLER, J. L. NECESSIDADE HÍDRICA E DE IRRIGAÇÃO DO MILHO EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA NO MUNICÍPIO DE IRECÊ-BAHIA. INOVAGRI meeting 2020. p.7 e 8. 2020.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, F. D. S. Risco climático para o cultivo do algodoeiro na região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, p. 408-416, 2007.

BADEVALOR, 2021. São Desidério é o segundo maior município agrícola do país; Formosa do Rio Preto avança em ranking. Disponível em: <https://badevalor.com.br/sao-desiderio-e-o-segundo-maior-municipio-agricola-do-pais-formosa-do-rio-preto-avanca-em-ranking/>. Acesso em: 20/01/2023.

BAHIANOTÍCIAS, 2018. Safra baiana cresce e produção de grãos bate recorde em 2018. Disponível em: <https://www.bahianoticias.com.br/noticia/224403-safra-baiana-cresce-e-producao-de-graos-bate-recorde-em-2018.html>. Acesso em: 20/12/2022.

BATISTELLA, M; GUIMARÃES, M; MIRANDA, E. E.; VIEIRA, H. R.; VALLADARES, G. S.; MANGABEIRA, J. A. C.; ASSIS, M. C. Monitoramento da Expansão Agropecuária na Região Oeste da Bahia. EMBRAPA Monitoramento por satélite; p. 39, 2002.

BURIOL, G. A., ESTEFANEL, V., CHAGAS, Á. C. D., & KUINCHTNER, A. Relação da vegetação natural do Estado do Rio Grande do Sul com as disponibilidades climáticas. Ciência Florestal, p .29, 233-242, 2007.

Companhia Nacional de Abastecimento. BAHIA – Produção estadual de grãos fecho safra 20/21 com estimativa de 10,4 milhões de toneladas. 2021. Acesso em 22/02/2023. Disponível em: Conab - BAHIA – Produção estadual de grãos fecho o ciclo com estimativa de 10,4 milhões de toneladas.

DALLACORT, R.; MARTINS, J.A.; INOUE, M.H.; FREITAS, P.S.L.; COLETTI, A.J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy* v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

DA SILVA, NEILON DUARTE. ANÁLISE DE TENDÊNCIAS EM DADOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO OESTE DA BAHIA. Congresso Técnico Científico da engenharia e da Agronomia CONTECC p. 4, 2019.

DOS SANTOS, Camila Dutra. Difusão do agronegócio e reestruturação urbano-regional no Oeste Baiano. *GeoTextos*, 2016.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, Norman. *Ecofisiologia da soja-Circular Técnica*, 9. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2007.

FERREIRA, A. G; DA SILVA. M; NAMIR. G. 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, 2005.

FIDELIS, R.R.; ROCHA, R.N.C.; LEITE, U.T.; TANCREDI, F.D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. *Bioscience Journal*, v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

FINOTTI, A. R.; SILVA. M.; CEMIN, G.; SCALCO, F. A. Curvas IDF para Caxias do Sul e região. XVII ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES DA UCS, Rio Grande do Sul, 2009. *Anais...* Rio Grande do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2009.

FISCHER, G. R. et al. Previsão do número de dias de chuva para a metade do Sul do Rio Grande do Sul utilizando a temperatura da superfície do mar (TSM), *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.23, n.2, 143-151, 2008.

FREITAS, M. A. S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semi-áridas. *Revista Tecnologia*, v. 19, n. 1, p. 19-30, 1998.

GIRALDELI, A.L, 2020. Blog da Aegro para negócios rurais. AEGRO. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/relacao-entre-clima-e-agricultura/>. Acesso em: 17/01/2023.

GOMES, S. L. S; WOLLMANN, C. A. A influência da distribuição da precipitação pluviométrica na produção agrícola de soja, no município de Tupanciretã/RS, entre os anos de 2014 e 2015. *Ciência e Natura*, v. 39, Ed. Especial PROCAD/CAPES, p. 75-80, 2017.

GRAEF, F; HAIGIS, J. Spatial and temporal rainfall variability in the Sahel and its effects on farmers' management strategies. *Journal of Arid Environments*, v.1, n.48, p. 221-231, 2001.

GUITARRARA, P. "La Niña"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/la-nina.htm>. 2020. Acesso em 01 de dezembro de 2022.

INMET. Normais Climatológicas do Brasil. Disponível em http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/wiasb/2017/TRABALHO_EV079_MD1_SA2_ID163_30082017235317.pdf. 2010. Acesso em 20 de novembro de 2022.

LUCENA, D.B.; GOMES FILHO, M.F.; SERVAIN, J. Avaliação do Impacto de Eventos Climáticos Extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a Estação Chuvosa no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.26, n. 2, p. 297 – 312, 2011.

MACHADO, Juliano Alfredo Crisóstomo et al. A expansão da fronteira agrícola para o município de Correntina (BA): as existências nas comunidades de Fecho de Pasto. 2022.

MOURA, R. F. M. Fronteiras de expansão da soja no oeste baiano: confrontos entre produção agrária e crítica socioambiental. p. 8-10, 2017.

NÓBREGA, R.S.; SANTIAGO, G.A.C.F.; SOARES, D.B. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 18, p. 276-292, 2016.

OLIVEIRA, L. F. C. de; CORTES, F. C.; WEHR, T. R.; BORGES, L. B.; SARMENTO, P. H. L.; GRIEBELER, N. P. Intensidade-Duração-Frequência de chuvas intensas para localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. Goiás, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.

PEREIRA, Caroline Nascimento; DE CASTRO, César Nunes; PORCIONATO, Gabriela Lanza. Dinâmica econômica, infraestrutura e logística no MATOPIBA. Texto para Discussão, 2018.

SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n. 3, p. 527-539, 2001.

SANTOS, J. W. M. C. Ritmo Climático e Sustentabilidade sócio-ambiental da agricultura comercial da soja no Sudeste de Mato Grosso. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, v. 1, n. esp., p. 1-20, 2005.

SEADE – SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Indicadores econômicos do estado da Bahia. Link: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/indicad_ba.pdf acessado em: 10 de dezembro de 2022.

SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de. Hidrologia: Precipitação. Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras. V.6. 2008.

SILVA, V.P.R.; BELO FILHO, A.F.; SILVA, B.B.; CAMPOS, J.H.B.C. C. Desenvolvimento de um sistema de estimativa da evapotranspiração de referência. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 547-553, 2005.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments*, v.58, n.1, p. 574-596, 2004.

SILVA, V.P.R.; PEREIRA, E.R.R.; ALMEIDA, R.S.R. Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Meteor.*, v. 27, p. 163-172, 2012.

SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.D.A.S.; CAVALCANTI, E.P.; SOUZA, E.P.; SILVA, B.B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v. 68, n. 7, p. 781-792, 2006.

SILVA, A.R.; SANTOS, T.S.; QUEIROZ, D.É.; GUSMÃO, M.O.; SILVA, T.G.F. Variações no índice de anomalia de chuva no semiárido. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, Recife, v.2, n.4, p.377-384, 2017.

SMITH, M. The application of climatic data for planning and management of sustainable rainfed and irrigated crop production. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 103, p. 99-108, 2000.

SICA, H. C. A criação do estado do rio São Francisco como solução geopolítica para o desenvolvimento da região oeste da Bahia. *Revista de Geopolítica*. v.10. n. 2, p. 87-99, 2019.

SPECIAN, V; VECCHIA, F. A. S. Distribuição da frequência mensal da precipitação para região Oeste de Goiás: comparação entre dois postos pluviométricos. *Ateliê Geográfico*, v. 8, n. 1, p. 200-214, 2014.

SOUSA, S. A. V. Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 12, p. 1952-1956, 1998.

SOUZA, R. O. R. de.; SCARAMUSSA, P. H. M.; AMARAL, A. C. M. do.; NETO, J. A. P.; PANTOJA, A. V.; SADECK L. W. R. Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 16, n. 9, p. 999-1005, 2012.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia, ciência e aplicação. 4ª edição. Porto Alegre, UFRGS. EDUSP/ABRH, 943 p. 2009.

VILLELA, S., MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. Disponível em: <https://www.baixarmapas.com.br/mapa-da-bahia-mesorregioes/> 245 p. 1975. Acesso em 02 de novembro de 2022.

WIKIPÉDIA, 2022. LISTA DE MUNICÍPIOS DA BAHIA POR ÁREA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Lista_de_munic%C3%ADpios_da_Bahia_por_%C3%A1rea&oldid=64052107>. Acesso em: 22/12/2022.