



REPERCUSSÕES DO *EL NIÑO* E *LA NIÑA* NA PRECIPITAÇÃO DO ESTADO DE SERGIPE - BRASIL

*El Niño and La Niña effects on Sergipe's precipitation –
Northeast Brazil*

*Efectos de El Niño e La Niña sobre la precipitación en el
estado de Sergipe - Noreste de Brasil*

Paulo Henrique Neves Santos  

Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe (UFS)
neves.santos.zero@gmail.com

Wesley Silva Ferreira  

Universidade Federal de Sergipe (UFS)
wesley.wvox@gmail.com

Bruna Leidiane Pereira Santana  

Universidade Federal de Sergipe (UFS)
bruna.leydiane@gmail.com

Resumo: As limitações quanto à disponibilidade de dados climatológicos em Sergipe dificultam uma melhor compreensão da caracterização climática e a construção de séries históricas para identificar variações ao longo dos anos. Frente a confirmação da vigência do evento *El Niño* em 2023, o presente estudo tem como objetivo analisar quais são os efeitos que os fenômenos climáticos *El Niño* e *La Niña* exercem sobre a precipitação de Sergipe, tomando como referência a representação cartográfica da precipitação no estado, a partir dos dados de 17 estações meteorológicas disponíveis na plataforma HIDROWEB/ANA e adotando o recorte temporal de 1970 a 2000. Considerando esse recorte temporal, foram identificados 6 eventos de *El Niño* e 7 de *La Niña* a partir dos dados da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). O território sul de Sergipe se manteve como o principal núcleo de precipitação do estado, mesmo sob influência do *El Niño* e da *La Niña*. Por outro lado, o território do Alto Sertão demonstrou ser uma das regiões mais afetada, com a redução da precipitação desde o território do Médio Sertão e do Agreste Central. Entre os principais impactos socioeconômicos para o Alto e Médio Sertão, destaca-se a pecuária, a produção de leite e a agricultura para pequenos e médios agricultores.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Precipitação. Nordeste. *El Niño*. *La Niña*.

Abstract: Limitations regarding the availability of climatological data in Sergipe make it difficult to better understand climate characterization and to construct historical series to identify variations over the years. Given the confirmation of the validity of the El Niño event in 2023, this study aims to analyze the effects that the climate phenomena El Niño and La Niña have on precipitation in Sergipe. Considering this aim, the reference taken is the cartographic representation of precipitation in the state from 1970 to 2000, based on data from 17 meteorological stations available on the HIDROWEB/ANA platform. Within the adopted time frame, 6 El Niño and 7 La Niña events were identified based on data from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). The southern territory of Sergipe remained the state's main precipitation center, even under the influence of El Niño and La Niña. On the other hand, the territory of Alto Sertão proved to be one of the most affected regions, with a reduction in precipitation starting in the territories of Médio Sertão and Agreste Central. Among the main socioeconomic impacts for the Upper and Middle Sertão, livestock farming, milk production, and agriculture for small and medium-sized farmers stand out.

Keywords: Climate changes. Precipitation. Northeast. *El Niño. La Niña.*

Resumen: Las limitaciones cuanto la disponibilidad de datos climatológicos en Sergipe dificultan una mejor comprensión de la caracterización climática y la construcción de series históricas para identificar variaciones a lo largo de los años. Ante la confirmación de la vigencia del evento El Niño en 2023, el presente estudio tiene como objetivo analizar los efectos que los fenómenos climáticos El Niño y La Niña tienen sobre la precipitación en Sergipe, estado nororiental de Brasil, tomando como referencia la representación cartográfica de la precipitación en el estado con base en datos de 17 estaciones meteorológicas disponibles en la plataforma HIDROWEB/ANA y adoptando el marco temporal de 1970 a 2000. Considerando este marco temporal, se identificaron 6 eventos de El Niño y 7 de La Niña con base en datos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). El territorio sur de Sergipe siguió siendo el principal centro de precipitaciones del estado, incluso bajo la influencia de El Niño y La Niña. Por otro lado, el territorio del Alto Sertão resultó ser una de las regiones más afectadas, con reducción de las precipitaciones en el territorio del Medio Sertão y el Agreste Central. Entre los principales impactos socioeconómicos para el Alto y Medio Sertão se destacan la ganadería, la producción de leche y la agricultura para pequeños y medianos agricultores.

Palabras clave: Cambios climáticos. Precipitación. Noreste. El Niño.

Submetido em: 21/09/2023

Aceito para publicação em: 17/11/2023

Publicado em: 19/11/2023

1. INTRODUÇÃO

Embora seja um componente ambiental fundamental para o desenvolvimento da sociedade, ainda hoje são encontradas lacunas quanto à obtenção de dados e ao monitoramento climático no Brasil. Entre os fatores que retratam esse cenário, Silva et al. (2020) destacam o elevado custo de instalação, manutenção e operação de uma rede de monitoramento, especialmente na região Norte e Nordeste do Brasil, que “apresentam uma baixa densidade demográfica, o que justifica, para alguns, o não adensamento da rede de monitoramento de chuva nestas regiões” (Silva, et al. 2020, p.198).

A carência de uma rede de monitoramento climático robusta na região Nordeste dificulta uma compreensão mais aprofundada sobre as características climáticas e a elaboração de séries históricas mais longas, considerando a pouca disponibilidade de estações meteorológicas e a falta de atualização das existentes.

De modo geral, as características climáticas de uma região são condicionadas “por vários fatores entre os quais os mais importantes são circulação geral da atmosfera, topografia local, cobertura vegetal, maritimidade e continentalidade” (Lucena, Stosic, Cunha Filho, 2015, p.268).

As condicionantes climáticas da região Nordeste do Brasil “estão vinculadas de forma sazonal à sua posição latitudinal no hemisfério sul, à sua enorme extensão territorial, à fisiografia, somadas à conjugação de diferentes sistemas de circulação atmosférica” (Nery et al. 1998, p.515). Além disso, destaca-se também a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), como “um dos principais sistemas responsáveis por precipitação pluviométrica nas baixas latitudes no território brasileiro” (Diniz et al. 2014, p.21).

Situado na costa Leste da região Nordeste brasileira, o estado de Sergipe conta com severas carências de dados climatológicos, por serem poucos e antigos (Aragão et al. 2011; SEMARH, 2011), tendo como características climáticas “a irregularidade espacial e temporal com secas (47,26% de seu território estão dentro do polígono das secas) severas em alguns anos e enchentes em outros anos” (Aragão et al. 2012, p.244), características que permitem classificar o estado em 3 regiões climáticas: 1) região semiárida, no alto sertão; 2) agreste na região central; e 3) litoral úmido na região litorânea.

As regiões do agreste e do litoral apresentam melhor distribuição das chuvas em função do seu posicionamento geográfico, onde os montantes pluviométricos chegam a

ultrapassar os 1.000 mm/ano (Lundgren et al. 2015, p.72). Além disso, o volume de precipitação é decrescente do litoral em direção à região semiárida (Nery et al., 1998), uma vez que “o litoral mais a sudeste apresenta apenas de 0 a 2 meses secos, enquanto o Noroeste do estado apresenta de 7 a 8 meses secos” (Diniz et al. 2014, p.27).

Analisando a distribuição da precipitação em Sergipe, Lucena, Stosic e Cunha Filho (2015) destacam a grande lacunaridade na região semiárida e na região agreste, indicando maior heterogeneidade na distribuição da duração de secas, enquanto que, no litoral, foram observados menores lacunas, indicando maior concentração da precipitação e uma distribuição mais uniforme, característica comum na região Nordeste, de acordo com Diniz (2014).

Por outro lado, em função da pouca disponibilidade de estações meteorológicas em Sergipe, Santos, Albuquerque e Mendes (2021) destacam a dificuldade para refletir a seca o mais próximo da realidade, em função da insuficiência de estações, especialmente pela inexistência de um posto climatológico na região do semiárido, trazendo prejuízos para a representação da região mais afetada pela seca.

Avaliando as alterações climáticas em Sergipe com base nos vinte e sete índices de mudanças climáticas recomendados pela Organização Mundial Meteorológica, Castelhana e Pinto (2022) encontraram evidências de “ampla tendência, ao longo de todo estado, para aumento nos extremos tanto nas temperaturas máximas quanto mínimas” (Castelhana e Pinto, 2022, p.11).

Apresentando dificuldades na caracterização climática em condições normais, esse cenário é agravado durante a vigência de fenômenos climáticos com potencial de alterar o padrão climático de uma região, como elevar a duração e extensão do período de seca, como o *El Niño*, ou elevar o volume da precipitação, como o *La Niña*.

O fenômeno climático *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) representa um fenômeno global de interação oceano-atmosfera, sendo compreendido como um fenômeno de variabilidade interanual, representando anomalias climáticas como secas na Indonésia, Austrália e Nordeste do Brasil (Marengo et al, 2011). O *La Niña* por outro lado, corresponde a um fenômeno de características opostas, a partir do esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, refletindo em anomalias climáticas contrárias àquelas observadas em anos de *El Niño* (Marengo et al, 2011).

O *El Niño* é descrito como um fenômeno meteorológico que atua em escala global, resultante do aquecimento anormal do Oceano Pacífico, provocando alterações no regime de precipitações em diversas partes do planeta, sendo responsável pela redução de chuvas na região Norte e Nordeste do Brasil (Melo, 1999).

O fenômeno do *La Niña* geralmente está associado a enchentes na região Nordeste do Brasil, em razão do fortalecimento da Alta Subtropical do Pacífico Sul que transporta águas oceânicas superficiais frias de forma mais eficiente para o Pacífico Equatorial Central-Oeste (Freire et al, 2011).

Analisando os efeitos do *El Niño* em Sergipe, Filho et al (2017) observaram que durante os eventos de *El Niño* em 1997-1998-2002-2003, os dados das estações de Aracaju, Itabaianinha e Propriá, apontaram para a ocorrência de secas suaves, diferindo do padrão apresentado ao longo da região Nordeste, que foi acometido por secas intensas. Cabe destacar que nesse estudo foram analisadas somente três estações, pois somente elas possuem séries históricas mais antigas, de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e nenhuma delas está situada na região do semiárido.

Considerando as dificuldades que o estado de Sergipe apresenta, no que diz respeito a uma compreensão climática mais detalhada, em função da pouca disponibilidade de estações meteorológicas atualizadas, e considerando a confirmação da vigência do fenômeno *El Niño* em junho de 2023, o presente estudo tem como objetivo analisar quais são os efeitos que o *El Niño* e a *La Niña* provocam no estado de Sergipe, considerando o recorte espacial entre 1970 a 2000, período em que se tem uma maior disponibilidade de dados das estações cadastradas na plataforma HIDROWEB/ANA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estado de Sergipe é dividido em 8 Territórios de planejamento em função de aspectos ambientais e socioeconômicos, como uma medida para facilitar e definir as diretrizes do planejamento estratégico do estado (Figura 1).

Figura 1: Mapa dos territórios de planejamento de Sergipe



Fonte: Autores, 2023.

A discussão do presente artigo será pautada em torno do recorte espacial dos territórios de planejamento de Sergipe, em razão da maior facilidade em discutir potenciais impactos em nível regional.

Os dados sobre precipitação foram obtidos através da plataforma HIDROWEB, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), onde foi feito um levantamento das estações meteorológicas no estado de Sergipe, sendo identificado, ao menos, 31 estações meteorológicas no estado. Contudo, entre as 31 estações identificadas, 12 apresentam atualizações muito antigas, variando desde 1991 a 1959.

Em função disso, buscou-se estabelecer um recorte temporal que abrangesse o maior número de estações meteorológicas possíveis, ao mesmo tempo que não fossem muitos antigos. Sendo assim, foram selecionadas 17 estações meteorológicas (Quadro 1), adotando o recorte temporal de 1970-2000, respeitando o espaço temporal de 30 anos considerado o mínimo para o estabelecimento de um perfil climático, e um quantitativo de estações que possibilite uma maior capilaridade espacial (Figura 2).

Quadro 1: Estações meteorológicas e ano da última atualização

Código	Estação	Última atualização
1037009	Capela	1998
1037047	Siriri	1998
937028	Canindé de São Francisco	1999
1036026	Própria	1999
1037016	Gracho Cardoso	1999
1037021	Itabi	1999
1037033	Monte Alegre de Sergipe	1999
1037034	Nossa Senhora da Glória	1999
1037042	Riachuelo	1999
1037044	Ribeirópolis	1999
1037050	Santo Amaro das Brotas	1999
937026	Porto da Folha	2000
1037008	Campo do Brito	2000
1037036	Nossa Senhora das Dores	2000
1037004	Aracaju	2019
1037049	Santa Rosa de Lima	2022
1137001	Salgado	2022
1137017	Estância	2022

Fonte: HIDROWEB/ANA, 2023.

Figura 2: Mapa das estações meteorológicas de Sergipe



Fonte: Autores, 2023.

Embora o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) também possua um banco de dados meteorológicos disponível para acesso, ele não se demonstrou útil para complementar o banco de dados do HIDROWEB, pois só há dados disponíveis para Sergipe a partir do ano de 2004, e, mesmo assim, somente para a estação meteorológica de Aracaju. Portanto, mesmo que fosse adotado o banco de dados do INMET, não seria possível abranger um recorte temporal de 30 para todo o estado de Sergipe, comprometendo os resultados.

Os dados das estações meteorológicas foram importados em modelo matricial no *software* Excel 2016 para organização e análise inicial dos dados. Findada a etapa de organização, esses dados foram importados no *software* R Core Team 4.3.0, versão 2023, onde foi realizado o refinamento dos dados e a geração dos mapas com os dados interpolados considerando o recorte temporal adotado.

A interpolação consiste em um método de se estimar o valor de um atributo em locais não amostrados, convertendo observações pontuais em campos contínuos, para produzir

padrões espaciais que possam ser comparados a outras entidades espaciais contínuas (Jacob e Young, 2006).

No presente estudo foi adotado o método interpolador *Inverse Distance Weighting* (IDW), o qual prediz um valor para algum local não medido a partir de valores amostrados no seu entorno, considerando a proximidade como fator determinante, onde os valores mais próximos têm peso maior do que os valores mais distantes (Jakob e Young, 2006 *apud* Gomes et al, 2018).

Buscando corrigir os problemas de valores superestimados da precipitação em regiões montanhosas determinados pelo *Parameter-elevation regression on independent slopes model* (PRISM), Jeong et al (2020) aplicaram o método IDW, o qual determina a precipitação no ponto de interpolação atribuindo pesos maiores às estações de observação mais próximas da grade do alvo. Segundo os autores, o IDW se mostrou interessante para a correção dos valores superestimados pois desconsidera os efeitos da topografia.

O método IDW tem sido amplamente utilizado em diversas áreas por ser um dos métodos mais simples entre os de análise objetiva (Daly et al, 2002 *apud* Jeong et al, 2020.) Para o presente estudo foram adotados os valores absolutos das estações meteorológicas adotadas, não sendo realizado métodos para preenchimento das lacunas de dados.

No ambiente computacional R, foram utilizados os pacotes *readxl* para leitura de arquivos do Excel; o *rgdal* para importar arquivos do tipo *shapefile*, com a malha do território sergipano; o *sp*, para converter os dados importados para o formato espacial, e também deixar o *shapefile* e os dados no mesmo Sistema de Referência de Coordenadas (SRC), e; o *gstat*, para aplicar o método de interpolação IDW, o qual será explicado mais adiante.

A equação de cálculo do IDW é dada por:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

Onde:

$\hat{Z}(s_0)$: É o valor a ser predito para o local s_0 ;

N: Número de valores observados a serem usados ao redor do valor a ser predito;

λ_i : Pesos atribuídos para cada ponto observado a ser utilizado;

$Z(s_i)$: Valor observado no local s_i .

Para determinar os pesos, é utilizada a seguinte equação:

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^N d_{i0}^{-p}}, \text{ sendo } \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$$

À medida em que é aumentada a distância, o peso é reduzido por um fator de “p”. Este, é calculado minimizando o Erro Médio Quadrático da Predição (RMSPE na sua sigla em inglês: *Root Mean Square Prediction Error*), que é a estatística calculada através de um procedimento denominado validação cruzada (Jakob e Young, 2006).

d_{i0} é a distância entre o local predito s_0 e cada um dos locais observados s_i .

Os pesos dos locais observados a serem utilizados na predição, são ponderados, e a sua soma é igual a 1.

Os dados sobre *El Niño* e *La Niña* foram obtidos pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e pelo *Golden Gate Weather Services*, complementados a partir de revisão bibliográfica, com destaque para Sousa, Andrade e Costa (2021), Araújo et al. (2013) e Melo (1999). Considerando o recorte temporal adotado para os dados de precipitação e considerando o caráter comparativo do estudo, foi adotado o mesmo recorte temporal para os dados da temperatura média do oceano Pacífico, disponíveis no NOAA (Tabela 1).

Tabela 1: Média da temperatura da superfície do Oceano Pacífico entre 1970-2000.

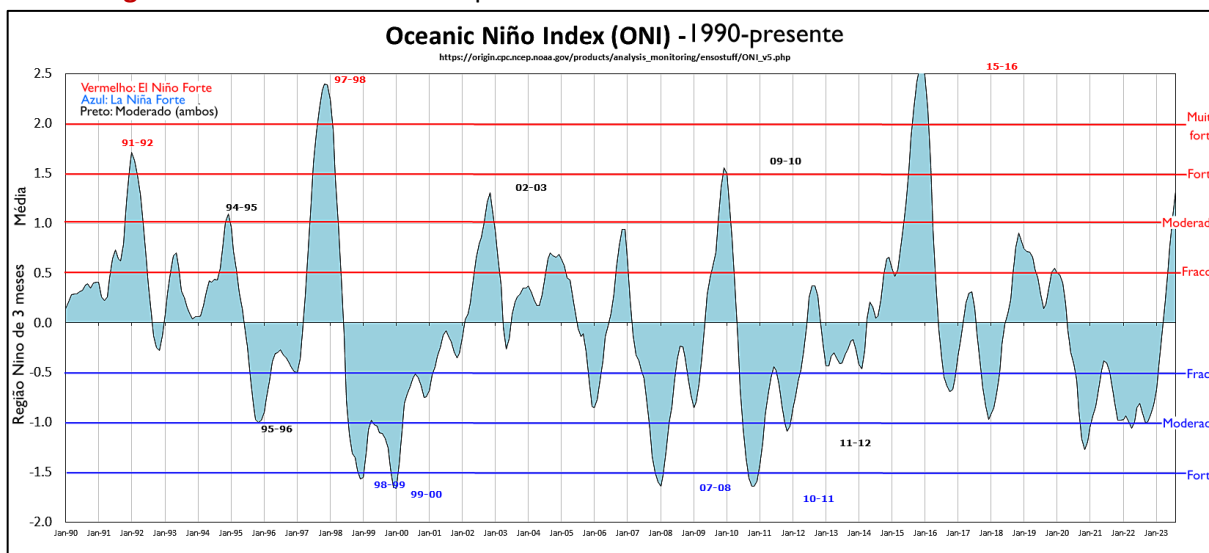
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1970	0.5	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.9	-1.1
1971	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9
1972	-0.7	-0.4	0.1	0.4	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.1	2.1
1973	1.8	1.2	0.5	-0.1	-0.5	-0.9	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7	-1.9	-2.0
1974	-1.8	-1.6	-1.2	-1.0	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8	-0.6
1975	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-1.0	-1.1	-1.2	-1.4	-1.4	-1.6	-1.7
1976	-1.6	-1.2	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	0.8
1977	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8
1978	0.7	0.4	0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.0
1979	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0
1981	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1
1982	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.2
1983	2.2	1.9	1.5	1.3	1.1	0.7	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-1.0	-0.9
1984	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8
1989	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
1992	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
1993	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1
1995	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
1998	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1999	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7

Fonte: NOAA, 2023.

Legenda: Valores em azul representam temperaturas mais frias, valores em vermelho representam temperaturas mais quentes.

A partir dos valores da tabela 1, e conforme apontado por Melo (1999) e Araújo et al. (2013), entre 1970 a 2000, ocorreram cerca de 6 períodos de *El Niño*, representado pelos períodos positivos em vermelho (Figura 3), onde a temperatura média do Oceano Pacífico se elevou, variando entre fraco a muito forte conforme sua intensidade (Quadro 2).

Figura 3: Série histórica da temperatura média do Oceano Pacífico entre 1970 a 2000



Fonte: Golden Gate Weather Services (2023).

Quadro 2: Período, duração e classificação dos eventos de *El Niño* entre 1970 a 2000

Referência	Início	Final	Descrição
Período 1	Abr/1972	Abr/1973	<i>El Niño</i> moderado
Período 2	Mar/1982	Jul/1983	<i>El Niño</i> mais forte e seca
Período 3	Ago/1986	Mar/1988	<i>El Niño</i> fraco
Período 4	Abr/1991	Mai/1992	<i>El Niño</i> moderado
Período 5	Ago/1994	Abr/1995	<i>El Niño</i> Seca
Período 6	Abr/1997	Abr/1998	<i>El Niño</i> forte

Fonte: Araújo et al. (2013); Melo (1999); NOAA (2023).

Ainda considerando o mesmo recorte temporal, conforme os dados expostos na tabela 1, ocorreram 7 períodos de *La Niña*, representados pelos períodos negativos em azul, indicando que a temperatura média do Oceano Pacífico decaiu, variando conforme sua intensidade (Quadro 3).

Quadro 3: Período, duração e classificação dos eventos de *La Niña* entre 1970 a 2000

Referência	Início	Final	Descrição
Período 1	Jun/1970	Jan/1972	<i>La Niña</i> Moderada/Fraca
Período 2	Mai/1973	Jul/1974	<i>La Niña</i> Forte
Período 3	Out/1974	Abr/1976	<i>La Niña</i> Fraca/Forte
Período 4	Out/1984	Ago/1985	<i>La Niña</i> Fraca
Período 5	Mai/1988	Mai/1989	<i>La Niña</i> Forte
Período 6	Ago/1995	Mar/1996	<i>La Niña</i> Moderada
Período 7	Jul/1998	Dez/2000	<i>La Niña</i> Forte

Fonte: NOAA (2023); Golden Gate Weather Services (2023); Kayano et al (2016)

A classificação quanto a intensidade do fenômeno varia conforme a temperatura média do oceano (Quadro 4).

Quadro 4: Classificação da intensidade do fenômeno ENOS

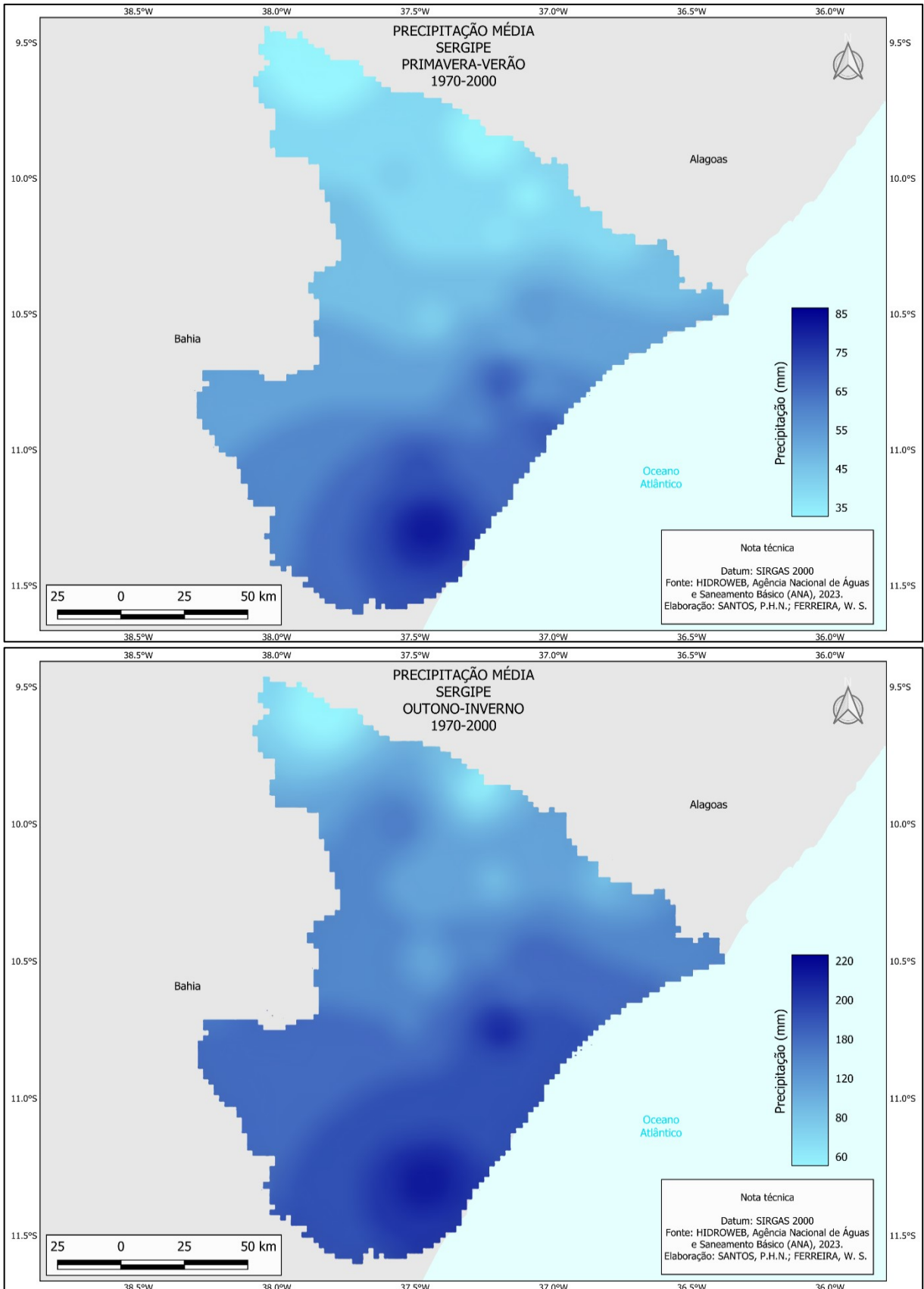
Evento	Índice Oceânico Niño	Classificação da intensidade
<i>El Niño</i>	0,5 a 0,9	Fraca
	1,0 a 1,4	Moderada
	> 1,5	Forte
<i>La Niña</i>	-0,5 a -0,9	Fraca
	-1,0 a -1,4	Moderada
	> -1,5	Forte

Fonte: NOAA, 2023. Adaptado de Sousa, Andrade e Costa (2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O panorama geral de Sergipe, no que diz respeito ao comportamento da precipitação, é a gradual redução do volume no sentido Sudeste/Noroeste, do litoral ao alto sertão, com alguns pontos de concentração da precipitação ao longo do estado, e as zonas com os menores volumes de precipitação se concentrando no Alto e Médio Sertão sergipano (Figura 4).

Figura 4: A) Mapa da precipitação média de Sergipe durante a primavera-verão; B) Mapa da precipitação média de Sergipe durante o outono-inverno



Fonte: HIDROWEB/ANA, 2023.

Org: Autores, 2023.

Conforme os dados do HIDROWEB/ANA sobre precipitação entre 1970 a 2000, é evidente a formação de três pontos de concentração das chuvas, que se mantêm constantes ao longo do ano, se destacando em relação ao seu entorno: 1) um situado na região de Estância/Santa Luzia do Itanhy, sendo a zona de maior precipitação do estado; 2) uma segunda zona, situada na região de Riachuelo/Divina Pastora/Laranjeiras/Maruim; e 3) a terceira zona na região de Porto da Folha/Monte Alegre de Sergipe, apresentando os menores volumes de precipitação entre os três pontos.

É interessante observar que a precipitação na zona costeira sergipana não ocorre de modo homogêneo, uma vez que há uma redução gradual em direção ao rio São Francisco, limite estadual entre Sergipe e Alagoas, onde também há a maior recorrência de meses secos quando se comparado ao restante do litoral (DINIZ et al. 2014).

A zona costeira de Sergipe é morfologicamente composta por uma extensa Planície Costeira e Planície Costeiro-Deltaica, esta última formada em função da deposição fluvial da desembocadura do rio São Francisco e dos sedimentos marinhos. Ambos os domínios geomorfológicos são caracterizados pelas suas baixas altitudes, entre 0 a 10 m, com extensão longitudinal variando conforme a maior ou menor proximidade dos Tabuleiros Costeiros à linha de costa. Essa característica implica que a altitude é um fator geográfico que tem pouca influência sobre a precipitação na zona costeira sergipana, uma vez que toda a região litorânea é composta pelo domínio geomorfológico da Planície, seja Costeira ou Costeiro-Deltaica, e, ainda assim, há a expressiva redução da precipitação no sentido sul-norte do litoral.

As regiões Sul e Sudeste de Sergipe são regiões que comumente apresentam problemas relacionados ao maior volume de precipitação em um curto espaço de tempo, sendo verificados impactos associados às chuvas torrenciais, que provocam eventos de inundações e enchentes nas áreas urbanas dos municípios do território sul sergipano (INFONET, 2009).

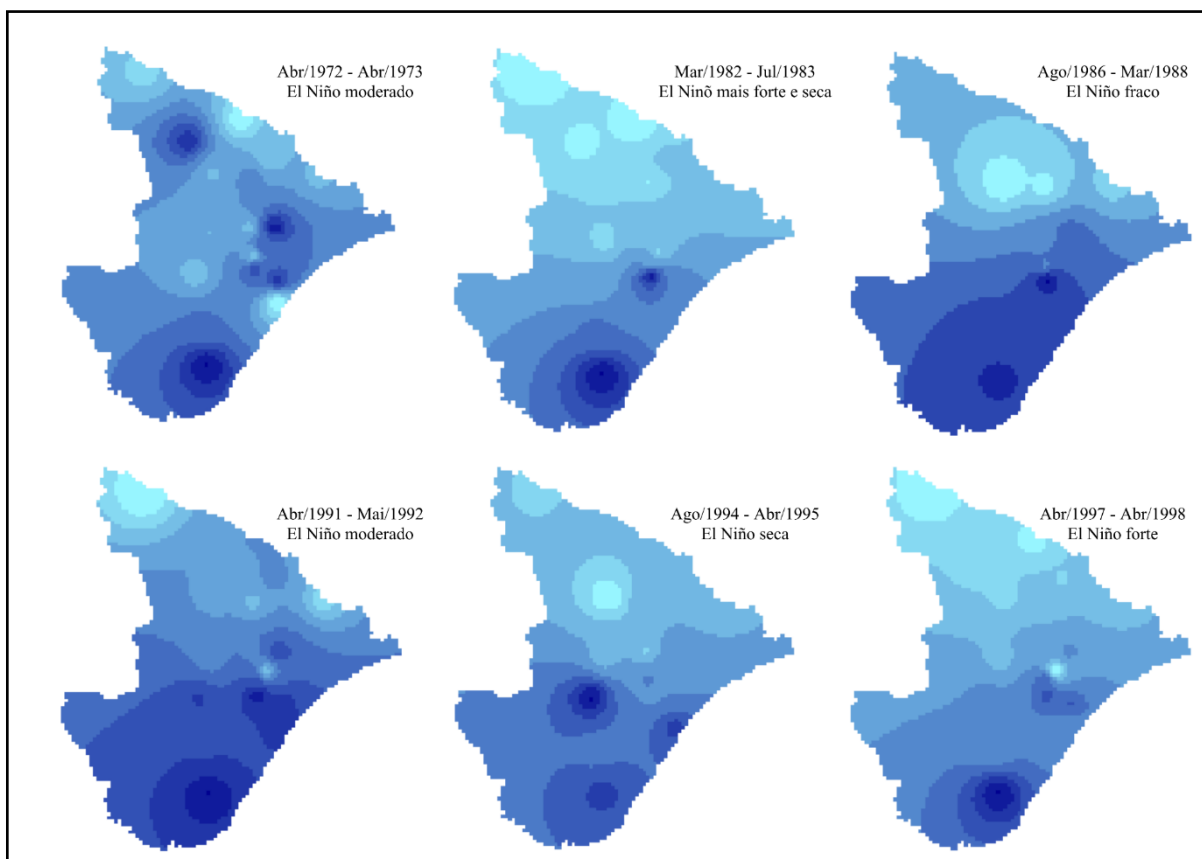
É necessário ressaltar que eventos de enchentes não são uma consequência única e exclusivamente de chuvas torrenciais. O maior agravante nesse cenário é o constante crescimento da malha urbana, que, demandando infraestrutura rodoviária, provoca o efeito do “solo à prova d’água” (waterproof) por meio da selagem da cobertura superficial solo.

Por outro lado, as regiões mais interioranas, como a região do Oeste, Noroeste e Sudoeste, são comumente acometidas por eventos de estiagem e seca, demandando o abastecimento residencial por meio de caminhão pipa (G1 SE, 2022).

A partir da confirmação da vigência do fenômeno climático *El Niño* no mês de Junho de 2023 (INMET, 2023), é interessante observar como se comporta a precipitação em Sergipe durante os períodos de vigência desse fenômeno, considerando que o *El Niño* é um fenômeno que provoca estiagem na região Nordeste, buscando evidências de possíveis alterações no regime pluviométrico de Sergipe.

Nesse sentido, foi realizada a representação da precipitação em Sergipe durante os eventos de *El Niño*, considerando o recorte temporal de referência deste estudo, 1970 a 2000, onde foram identificadas seis ocorrências desse evento nesse período (Figura 5).

Figura 5: Mapa da precipitação em Sergipe durante a vigência de eventos de *El Niño* entre 1970 a 2000.



Fonte: HIDROWEB/ANA, 2023; Araújo et al. (2013); Melo (1999); NOAA (2023).

Org: Autores, 2023.

A partir da figura 5, é evidente que durante os eventos de *El Niño* entre 1970 a 2000, a região Sudeste de Sergipe se manteve como a região mais chuvosa do estado, mantendo o mesmo padrão de precipitação em condições climáticas normais, com ressalvas para potenciais variações no volume total.

O notável surgimento de novos núcleos de precipitação durante os eventos de *El Niño* é um ponto interessante a ser analisado, especialmente por se tratar de regiões que diferem do padrão de precipitação considerando condições normais. Entretanto, observa-se que essa tendência apresenta pouca probabilidade, uma vez que ocorreu somente durante o evento de Ago/1994 a Abr/1995, com o surgimento de um núcleo de precipitação na região central do estado, e durante o evento de Abr/1972 a Abr/1973, com o surgimento de um núcleo na região do Alto Sertão, podendo ter se formado sobre condições climáticas incomuns.

No que diz respeito às áreas com menor volume de precipitação, o território do Alto Sertão Sergipano se manteve como uma das regiões mais secas durante os eventos de *El Niño* entre 1970 a 2000, mantendo, assim, o padrão climático do estado.

Nos eventos de Abr/1982 a Jul/1983 e Abr/1997 a Abr/1998, considerados eventos fortes, é possível observar similaridade no padrão da precipitação, com a precipitação concentrada no território do Sul Sergipano, e outro núcleo com menor volume, na divisa entre os territórios da Grande Aracaju e do Leste Sergipano.

O território do Alto Sertão sergipano foi o principal afetado pela escassez de precipitação durante a ocorrência dos eventos de *El Niños* fortes em 1982/1983 e 1997/1998, acompanhada pelo território do Médio Sertão.

Durante o evento entre Ago/1986 a Mar/1988, classificado como fraco, é observado efeitos mais amenos, sendo observado uma distribuição mais homogênea da precipitação ao longo do estado, com exceção do território do Médio Sertão, que foi a região mais atingida pela seca no período em questão.

Considerando os eventos de *El Niño* entre 1970 a 2000, os territórios do Alto e Médio Sertão foram os principais afetados com a redução da precipitação. Contudo, é necessário destacar que, considerando o período temporal analisado, a região Noroeste de Sergipe já apresenta cenário de pouco montante pluviométrico ao longo de todo o ano quando se comparado ao restante do estado. Portanto, os territórios do Alto e Médio Sertão sergipano

tendem a manter o padrão de condições climáticas normais, com pouca disponibilidade de precipitação ao longo de todo o ano, mas que tende a ser intensificada e expandida no sentido Sul e Sudeste durante os eventos de *El Niño*, o que pode ser um indicativo do menor alcance dos Alísios de Sudeste para as áreas mais interioranas do estado.

De um ponto de vista histórico, a região Nordeste sempre foi afetada por profundas secas ou cheias, o que denota a elevada variabilidade climática natural desse recorte territorial, especialmente na região semiárida, em razão da irregularidade temporal e espacial das chuvas (Marengo et al, 2011).

Considerando eventos climáticos sazonais, como o *El Niño* e a *La Niña*, essa variabilidade climática da região Nordeste é agravada, sendo possível observar correlação entre eventos de seca coincidentes com os anos de El Niño, e períodos chuvosos coincidentes com anos de *La Niña*.

Por outro lado, são observadas variações no padrão de precipitação durante os eventos de *El Niño*, especialmente nas áreas com as menores médias de precipitação ao longo do ano, como o território do Agreste Central, do Leste Sergipano e no Alto Sertão. Entretanto, é fundamental destacar que, considerando o período de 1970-2000, essas regiões não apresentam núcleos de precipitação relativamente expressivos, que normalmente decaem no sentido Leste-Oeste.

Nesse sentido, a formação de núcleos de precipitação nessas regiões é pouco provável, condicionada por aspectos climáticos incomuns para essas regiões, acompanhada pelo avanço da escassez de precipitação em direção ao território do Agreste Central sergipano, considerando o evento de *El Niño* moderado de 1972/1973.

Analisando o impacto da seca na agricultura nos territórios do Agreste Central, Centro-Sul e Alto Sertão, Batista e Albuquerque (2022) identificaram que, durante o período adotado para seu estudo, os três territórios apresentaram alguma categoria de seca, sobretudo durante o período do verão.

Sob condições climáticas normais, as regiões Oeste, Noroeste e Sudoeste naturalmente apresentam baixos volumes pluviométricos ao longo do ano, principalmente durante o período da primavera-verão, com volume crescente de precipitação no sentido Sul-Norte.

Durante a vigência de *El Niño*, o cenário de seca nessas regiões pode ser intensificado caso ocorra intensidade forte, a exemplo dos eventos de 1982-1983, 1994-1995 e 1997-1998, quando o volume de precipitação foi profundamente reduzido e expandido para as regiões do Médio Sertão e do Agreste Central.

Uma questão que demanda atenção são as evidências de Castelhana e Pinto (2022), que, analisando variáveis climáticas em Sergipe, observaram que os resultados apontam para tendências de aquecimento para todo o estado, destacando o aumento na sequência de dias secos em Brejo Grande e Propriá, indicando que no Norte do estado não apenas a chuva se tornará mais escassa, mas o período de dias secos será maior.

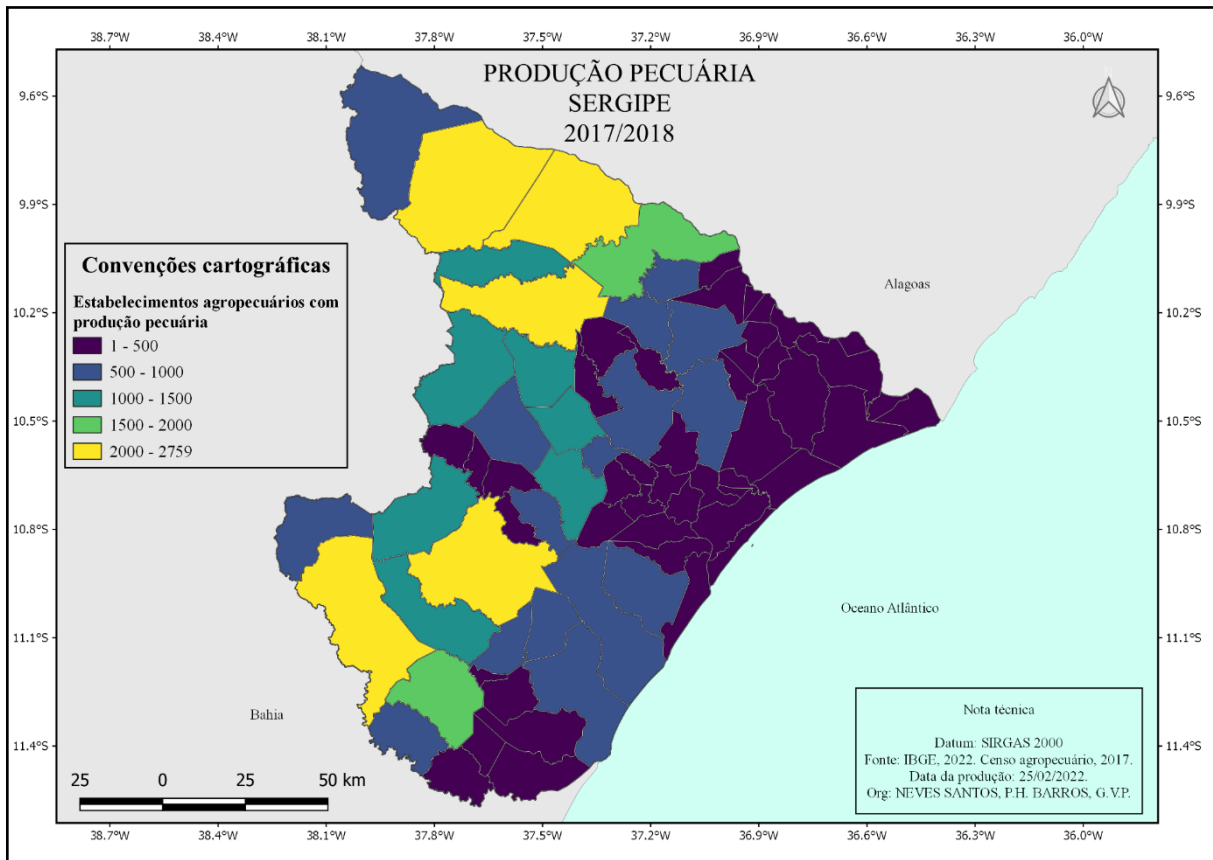
Corroborando com os apontamentos de Castelhana e Pinto (2022), Santos, Sousa e Leite (2022) também apontam para tendências de queda na precipitação média anual na região semiárida, onde está situado o território do Alto Sertão, ressaltando que há possibilidade de ocorrência de seca ou período de estiagem severo.

Compreendendo que durante a vigência de El Niño a região Nordeste como um todo tende a ser afetada com a intensificação da seca, diante dos resultados de Castelhana e Pinto (2022) e Santos, Sousa e Leite (2022), é fundamental que sejam aprofundadas as discussões sobre medidas de enfrentamento de possíveis cenários mais rigorosos de seca, especialmente nas regiões naturalmente mais afetadas pela pouca precipitação, como o Médio e Alto Sertão sergipano.

Considerando que o território do Alto Sertão sergipano é uma das áreas mais propensas a ser impactada com a intensificação da escassez das chuvas em função do *El Niño*, é interessante compreender quais são os potenciais impactos para o cenário socioeconômico dessa região.

Santos, Barros e Ferreira (2023), utilizando dados do Censo Agropecuário 2017-2018, identificaram que as regiões Noroeste, Oeste e Sudoeste de Sergipe se destacam na produção pecuária, sendo esta uma das atividades socioeconômicas principais dessas regiões (Figura 6).

Figura 6: Mapa do quantitativo de estabelecimentos agropecuários com produção pecuária por município em Sergipe 2017-2018.



Fonte: Santos, Barros e Ferreira (2023).

Os impactos de eventos de seca na região Noroeste de Sergipe não é algo incomum, onde agricultores relatam a perda de animais e das lavouras, com o esvaziamento de açudes e de barragens, demandando a distribuição de água por caminhões-pipa pela Defesa Civil e pelo Exército (G1, 2018).

Os impactos socioeconômicos para a pecuária durante eventos de seca são severos para a economia do estado, uma vez que o território do Agreste Central, Alto e Médio Sertão, somados, representam cerca de 54% do total de estabelecimentos agropecuários com bovinos em Sergipe.

Considerando os municípios das regiões Noroeste, Oeste e Sudoeste de Sergipe que se destacam na produção pecuária, conforme o Censo Agropecuário 2017-2018, são cerca de 22.195 estabelecimentos agropecuários que tem a pecuária como atividade, que, no período de referência, totalizaram 403.145 cabeças de gado, movimentando cerca de R\$ 145.130,00 com a venda desses animais.

Ainda conforme os dados do Censo Agropecuário 2017-2018, dos 22.195 estabelecimentos agropecuários com pecuária, somente 1.123 estabelecimentos possuíam mais de 50 cabeças de bovinos, representando somente 5% do total, demonstrando que 95% dos estabelecimentos com bovinos na região Oeste de Sergipe podem ser considerados como pequenos ou médios produtores rurais, considerando os parâmetros do IBGE.

Além dos efetivos de bovinos, outro produto que sofre forte impacto da seca é o leite, sendo um dos produtos com a melhor participação da produção regional, com destaque para o município de Poço Redondo, situado no território do Alto Sertão sergipano, que, em 2020, obteve a primeira posição no ranking estadual de produção de leite e a quarta posição entre os municípios nordestinos (Sergipe, 2020).

Em 2021, a produção de leite em Sergipe atingiu sua maior marca nos últimos 10 anos, produzindo cerca de 435,5 milhões de litros, um aumento de 20% em relação ao ano anterior, mesmo com apenas 1% do aumento de vacas ordenhadas (SEAGRI/SE, 2022). De acordo com especialistas da Secretaria da Agricultura de Sergipe, um dos fatores que justificam este aumento da produtividade é a qualidade das pastagens em virtude da boa distribuição das chuvas.

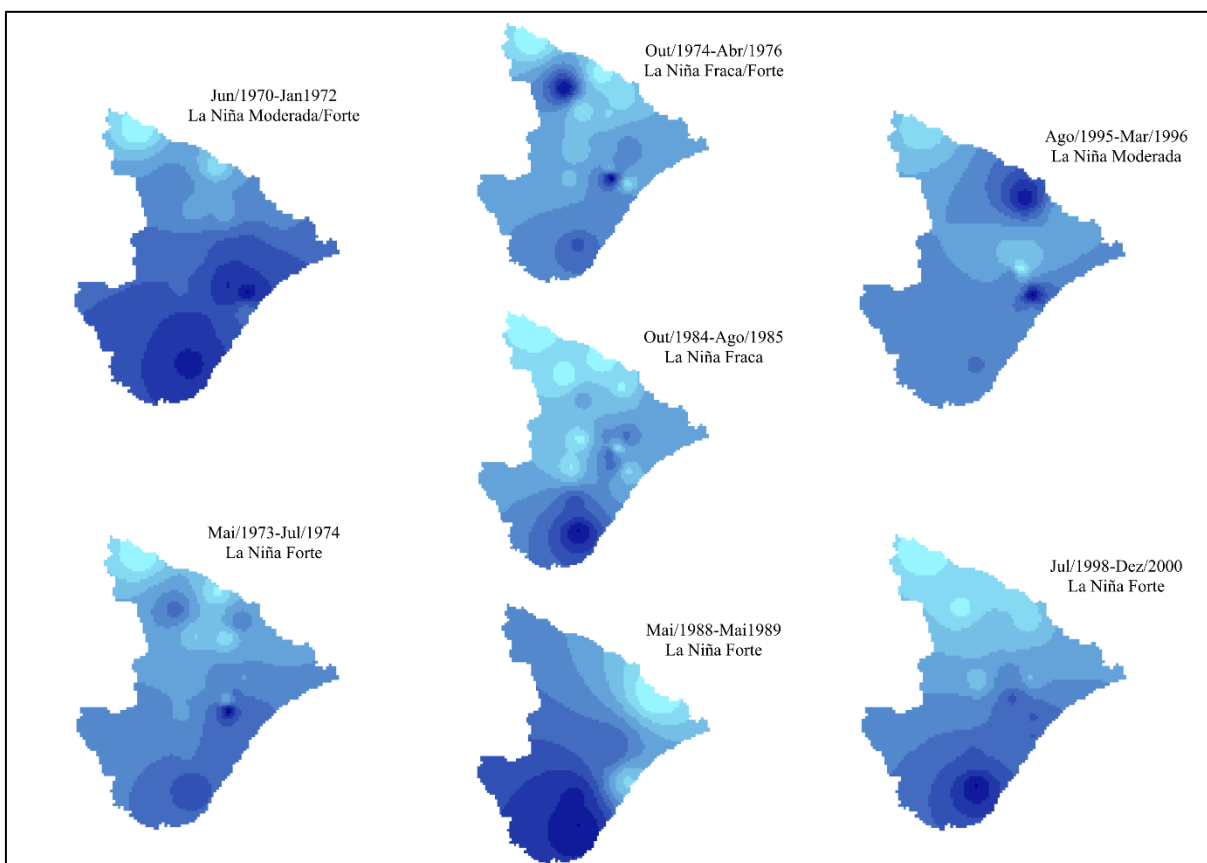
Embora os avanços tecnológicos tenham possibilitado uma produção agropecuária relativamente estável em regiões com condições climáticas não propícias para essas atividades, ainda assim, uma maior rigidez de eventos de estiagem como consequência do *El Niño*, provocam impactos socioeconômicos expressivos para os territórios do Alto e Médio Sertão sergipano.

A renda é um aspecto socioeconômico que influencia sobre o enfrentamento e a mitigação dos efeitos da estiagem sobre as atividades agropecuárias nos territórios mais interioranos de Sergipe. Considerando os estabelecimentos com maior investimento no efetivo de bovinos nesses territórios, nota-se que somente 5% dos estabelecimentos agropecuários possuem mais de 50 cabeças de gado, o que implica que a maior parte dos proprietários agropecuários, que podem ser entendidos como pequenos e médios proprietários rurais, terão dificuldades no enfrentamento de cenários de estiagem intensificados pelo *El Niño*.

Em outra perspectiva, o grande volume de precipitação em um curto espaço temporal também provoca impactos socioeconômicos no território sergipano. Na região Nordeste do

Brasil, o *La Niña* é um dos responsáveis por elevar o volume de precipitação. Considerando o recorte temporal de 1970 a 2000, ocorreram sete eventos de *La Niña*, responsável por variações no padrão de precipitação de Sergipe durante sua vigência (Figura 7).

Figura 7: Mapa da precipitação em Sergipe durante a vigência de eventos de *La Niña* entre 1970 a 2000.



Fonte: HIDROWEB/ANA, 2023; Golden Gate Weather Services (2023); NOAA (2023).
Org: Autores, 2023.

Diante da figura 7, é evidente a grande variação espacial da precipitação durante a vigência do *La Niña* no estado de Sergipe. Embora o território do litoral sul sergipano permaneça como um dos principais núcleos de precipitação de todo o estado, durante os eventos de Mai/1973, Out/1974 e Ago/1995, a zona mais chuvosa migrou para os territórios da Grande Aracaju, do Alto Sertão e Baixo São Francisco, respectivamente.

Culturalmente, períodos de elevado volume de precipitação provocam impactos socioeconômicos ao longo de todo o território sergipano. No território da grande Aracaju, por exemplo, é comum ocorrência de inundações urbanas em razão dos processos da

impermeabilização sistêmica (Aragão et al, 2017), provocando restrições na mobilidade urbano. No restante do estado, o excessivo volume de chuva em um curto período gera a perda da produção ao longo de Sergipe (NENOTICIAS, 2023).

Embora as atividades agropecuárias tenham pouca expressividade sobre o Produto Interno Bruto (PIB) no estado de Sergipe em 2020, representando o setor de menor peso na economia do estado, houve um aumento na sua participação econômica nos últimos anos em razão de condições climáticas favoráveis (Sergipe, 2022).

As atividades agropecuárias, que compõem boa parte da economia dos municípios mais interioranos do estado de Sergipe, são as maiores afetadas sob condições climáticas anormais, tanto a seca extrema como o excesso de chuva. No município de Gararu, por exemplo, onde se concentrou o núcleo de precipitação durante a *La Niña* de Ago/1995 a Mar/1996, a agricultura representou 54% do Valor Adicionado Bruto no ano de 2020 conforme dados do IBGE. Nos municípios de Porto da Folha e Poço Redondo, municípios afetados pelo núcleo de precipitação durante a *La Niña* de Out/1974 a Abr/1976, a agropecuária representou, respectivamente, 33% e 40% do Valor Adicionado Bruto no ano de 2020.

Mesmo tendo pouca expressividade na participação econômica do estado como um todo, a agricultura é parcela fundamental da economia de municípios interioranos de Sergipe. Anomalias climáticas tem potencial de provocar impactos socioeconômicos expressivos especialmente sobre pequenos e médios produtores rurais, que estão condicionados à dinâmica climática, muitas vezes sem a aplicação de métodos artificiais para mitigação ou controle dos impactos climáticos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As limitações quanto a disponibilidade de dados climáticos no estado de Sergipe dificulta análises por meio de séries históricas mais longas, atuando como uma barreira para o aprofundamento sobre o clima do estado. Os dados de precipitação, que, considerando o acervo de dados climáticos, são os que apresentam a maior disponibilidade temporal e espacial, ainda são incipientes para poder estabelecer padrões climáticos condizentes com a realidade do estado.

O método de interpolação IDW se mostrou eficaz em modelar os dados de precipitação das estações meteorológicas disponíveis em Sergipe, possibilitando uma melhor representação da distribuição espacial da precipitação no estado, quando comparado as representações cartográficas disponíveis para Sergipe até então.

No entanto, ressaltamos ainda que em função das limitações de dados publicamente disponíveis sobre aspectos climáticos em Sergipe, é possível que haja especificidades microclimáticas relacionadas a topográfica não identificadas no presente estudo, especialmente nas regiões sem estações meteorológicas disponíveis, que geralmente apresentam dados muito antigos, comumente situados nas regiões topograficamente mais elevadas do estado.

Além disso, é necessário ressaltar que o método IDW desconsidera os aspectos topográficos no seu processo de interpolação, algo que reduz valores superestimados como observados no PRISM para regiões montanhosas, mas requer estudos comparativos para validar ou apontar possíveis microclimas e micronúcleos da precipitação em razão da topografia.

A região de Estância/Santa Luzia do Itanhy apresenta o maior volume pluviométrico do estado de Sergipe, se mantendo constante ao longo do ano e também durante os eventos de *El Niño*.

O combate aos efeitos da seca nas regiões do Alto e Médio Sertão de Sergipe deve ser um objetivo em conjunto, que deve reunir diversos setores socioeconômicos, tanto da esfera pública quanto da esfera privada, para atuar de forma ativa na mitigação da seca nesses territórios.

As ações necessárias para poder entender melhor os aspectos climáticos de Sergipe invariavelmente passam por melhores condições de monitoramento da precipitação e da temperatura ao longo dos anos, identificada aqui como uma limitação para a discussão climática do estado, especialmente nos territórios mais afetados pela seca, como as regiões mais interioranas de Sergipe.

Talvez como um caminho possível e necessário a ser aplicado no curto prazo, seria a discussão sobre a implantação de um programa estadual de monitoramento climático, a partir da implantação de estações meteorológicas distribuídas ao longo do território de Sergipe, que

possam embasar qualquer tentativa ação e, principalmente, de políticas públicas no âmbito climático, especialmente considerando as singularidades e eventos extremos que estão vem se tornando cada vez mais frequentes.

Entre uma das principais atividades socioeconômicas afetadas pela escassez da precipitação na região Noroeste, Oeste e Sudoeste de Sergipe, destaca-se a pecuária, que dinamiza a economia local em diversas escalas econômicas, mas que predomina entre pequenos e médios produtores rurais, sendo esses atores os maiores afetados em cenários de profunda escassez da precipitação derivada da atuação do *El Niño*.

Embora seja um dos fatores climáticos mais favoráveis à agricultura, ocorrendo em grande volume em um curto espaço temporal, a precipitação tem potencial expressivo para comprometer a dinâmica socioeconômica dos municípios que tem na agricultura, uma grande parcela da sua economia.

Mesmo apresentando o mesmo padrão de precipitação que ocorre em condições climáticas usuais, os eventos de *La Niña* demonstraram ter potencial de alterar os núcleos de precipitação em Sergipe, migrando para territórios que, em condições climáticas normais, apresentam pouco volume de precipitação, a exemplo do território do Alto Sertão nos eventos de Out/1974-Abr/1976 e Ago/1995-Mar-1996.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Ricardo *et al.* Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.17, n. 3. Campina Grande, PB. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300001>

ARAGÃO, Ricardo *et al.* Impacto do uso do solo pelo aumento da densidade populacional sobre o escoamento numa área urbana do Nordeste Brasileiro via geotecnologias e modelagem hidrológica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.10, n.02. 2017. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/233981/27437>

ARAÚJO, Rosimeire Gonzalez *et al.* A influência do evento El Niño - Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul. *Acta Amazonica*, Vol. 43, n.4. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000400009>

BATISTA, Daniela Ferreira; ALBUQUERQUE, Tatiana Máximo Almeida. Impacto da seca na agricultura dos territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul de Sergipe. *Revista Brasileira de Meteorologia*. Vol, 37, n.1. 2022. <https://doi.org/10.1590/0102-77863710001>

CASTELHANO, Francisco Jablinski; PINTO, Josefa Eliane Santana Siqueira. Tendências e alterações climáticas no estado de Sergipe, nordeste do Brasil. Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. Vol. 42, 2022. <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/185565/179882>

CRUZ, Marcus Aurélio Soares *et al.* Aplicação de regressão linear múltipla para estimativa da precipitação média anual considerando a variabilidade espacial no estado de Sergipe. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves, 2013. Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1000735/1/3d366c90ae78383c3058378cd0cc0fecfefe8e9da31d519a6baaa629c7ed9486.pdf>>. Acesso em 01/06/2023.

DALY, Christopher *et al.* A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate. Clim Res 22(2): 99-113. 2002. <https://www.int-res.com/articles/cr2002/22/c022p099.pdf>

DINIZ, Marco Túlio Mendonça.; PEREIRA, Vítor Hugo Campelo. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. Boletim Goiano de Geografia, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/3371/337142817008.pdf>

DINIZ, Marco Túlio Mendonça *et al.* Sistemas atmosféricos atuantes e diversidade pluviométrica em Sergipe. Boletim Goiano de Geografia, vol. 34, n.1. 2014. <https://www.redalyc.org/pdf/3371/337130168003.pdf>

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, George Pereira. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do Nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 3, 2016. <https://www.rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/download/844/552>

DINIZ, Marco Túlio Mendonça *et al.* Paisagens integradas dos municípios costeiros da foz do Rio São Francisco: Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL. Revista do Departamento de Geografia, v. 37, p. 108-122, 2019. <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/155023/154446>

DINIZ, Marco Túlio Mendonça *et al.* Variation of the coastline between the years of 1984 and 2017 in the State of Sergipe, Northeast Region, Brazil. Journal of Coastal Research, v. 95, n. SI, p. 458-462, 2020. https://www.researchgate.net/profile/Marco-Diniz-4/publication/341666591_Variation_of_the_Coastline_Between_the_Years_of_1984_and_2017_in_the_State_of_Sergipe_Northeast_Region_Brazil/links/5f441c26299bf13404ee9f98/Variation-of-the-Coastline-Between-the-Years-of-1984-and-2017-in-the-State-of-Sergipe-Northeast-Region-Brazil.pdf

FILHO, Washington Luiz Félix Correia *et al.* Caracterização de extremos anuais de precipitação para o estado de Sergipe. Revista de geografia, Recife. V. 34, n.1, 2017. https://www.researchgate.net/profile/Laurizio-Emanuel-R-Alves/publication/317338585_Caracterizacao_de_extremos_anuais_de_precipitacao_para_o_estado_de_Sergipe/links/59336089a6fdcc89e7cf9cf3/Caracterizacao-de-extremos-anuais-de-precipitacao-para-o-estado-de-Sergipe.pdf

FRANÇA, Manoel Vieira *et al.* Análise do regime pluvial de amparo de São Francisco - Sergipe, Brasil. E-Acadêmica, v.3, n.2. 2022. <https://www.eacademica.org/eacademica/article/download/225/197>

FREIRE, Julliana Larise Mendonça *et al.* Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 1, p. 429-444, 2011. http://150.165.83.109/enilson/artigos/Enil_2011_n03.pdf

G1 SE. Nove municípios de Sergipe estão em situação de emergência por conta da seca. 21/12/2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2022/12/21/nove-municipios-de-sergipe-estao-em-situacao-de-emergencia-por-conta-da-seca.ghtml>).

G1. Globo Rural. Seca em Sergipe afeta produtores rurais no Sertão. 02/12/2018. Disponível em <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2018/12/02/seca-em-sergipe-afeta-produtores-rurais-no-sertao.ghtml>.

Golden Gate Weather Services. El Niño and La Niña years and intensities. Disponível em < <https://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acesso em 24/10/2023.

GOMES, Manuela Gasparetto *et al.* Aplicação do interpolador IDW para elaboração de mapas hidrogeológicos paramétricos na região da Serra Gaúcha. 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves, RS. 2018. Disponível em < <https://samaecaxias.com.br/Upload/PAGINAS/PAGINA/a55f87d4-ada0-445f-813b-65b926cad385.pdf>>. Acesso em 07/10/2023.

INFONET. Enchente ainda causa transtornos a Estância. 29/07/2009. Disponível em: <https://infonet.com.br/noticias/cidade/enchente-ainda-causa-transtornos-a-estancia/>).

INMET. Meteorologistas confirmam chegada do El Niño com aumento gradual da intensidade no inverno. 12/06/2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/meteorologistas-confirmam-chegada-do-el-ni%C3%B1o-com-aumento-gradual-de-intensidade-no-inverno>).

JAKOB, Alberto Augusto Eichman; Young, Andrea Ferraz. O uso do método de interpolação espacial das análises sociodemográficas. IN: Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu/MG: ABEP, 2006, p. 1-22. <http://www.nepo.unicamp.br/vulnerabilidade/admin/uploads/producoes/M%C3%A9todos%20de%20interpolacao%20espacial%20das%20an%C3%A1lises%20sociodemograficas.PDF>

JEONG, Ha-Gyu *et al.* Improvement of daily precipitation estimations using PRISM with inverse-distance weighting. *Theoretical and Applied Climatology*. 2020. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-019-03012-6>

KAYANO, Mary T. *et al.* El Niño e La Niña dos últimos 30 anos: diferentes tipos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 2016. <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/Kayanoetal.pdf>

LIMA, Elder Santos; PINTO, Josefa Eliane Santana Siqueira. Principais sistemas meteorológicos em Sergipe. Revista Geonorte, v. 3, n. 8, p. 729–739-729–739, 2012. <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/download/2408/2227>

LUCENA, Leandro Ricardo Rodrigues; STOCIC, Tatijana; CUNHA FILHO, Moacyr. Avaliação da precipitação diária do estado de Sergipe utilizando análise de lacunaridade. Revista Brasileira de Biomas, v. 33, n.2, São Paulo. 2015. https://www.researchgate.net/profile/Leandro-Lucena/publication/318679928_AVALIACAO_DA_PRECIPITACAO_DIARIA_DO_ESTADO_DE_SERGIPE_UTILIZANDO_ANALISE_DE_LACUNARIDADE/links/5977489aaca2728d02778de3/AVALIACAO-DA-PRECIPITACAO-DIARIA-DO-ESTADO-DE-SERGIPE-UTILIZANDO-ANALISE-DE-LACUNARIDADE.pdf

LUNDGREN, Wellington Jorge Cavalcanti *et al.* Uso de distribuições de probabilidades para ajuste aos dados de precipitação mensal do estado de Sergipe. Revista Brasileira de Geografia Física. V. 08, n.01. 2015. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/233169/27057>

MARENGO, José A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande, 2011. http://plutao.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2011/09.22.18.52.30/doc/Marengo_Variabilidade.pdf

MELO, Josemir Camilo. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas, n. 20, p. 13-21, 1999. <http://raizes.revistas.ufcg.edu.br/index.php/raizes/article/download/162/147>

NERY, Jonas Teixeira *et al.* Caracterização das precipitações pluviométricas mensais para os Estados de Alagoas, Pernambuco e Sergipe. Revista Acta Scientiarum, V. 20, n.4. 1998. <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/download/3121/2330/>

NENOTICIAS. Chuvas provocam impactos em Sergipe. 2023. Disponível em <https://www.nenoticias.com.br/chuvas-provocam-impactos-em-sergipe/>. Acesso em 08/11/2023.

PEREIRA, Michael Douglas Barbosa *et al.* Dinâmica climática e as chuvas na região da Zona da Mata, Nordeste do Brasil. 2018. https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20845/1/MichaelDouglasBarbosaPeireira_Disert.pdf

SANTOS, Eucymara França Nunes; SOUSA, Inajá Francisco. Análise estatísticas multivariada da precipitação do estado de Sergipe através dos fatores e agrupamentos. Revista Brasileira de Climatologia. Ano. 14, V. 23, 2018. https://www.researchgate.net/profile/Eucymara-Nunes/publication/331109326_ANALISE_ESTADISTICA_MULTIVARIADA_DA_PRECIPITACAO_DO_ESTADO_DE_SERGIPE_ATRAVES_DOS_FATORES_E_AGRUPAMENTOS/links/61643eb8ae47db4e57c3e759/ANALISE-ESTADISTICA-MULTIVARIADA-DA-PRECIPITACAO-DO-ESTADO-DE-SERGIPE-ATRAVES-DOS-FATORES-E-AGRUPAMENTOS.pdf

SANTOS, Paulo Henrique Neves; BARROS, Glauber Vinicius Pinto; FERREIRA, Wesley Silva. Perfil climático e cobertura do solo: o cenário do estado de Sergipe. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Vol, 16, n.01. 2023. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/253473/43258>

SANTOS, Kelly Marina Silva; ALBUQUERQUE, Tatiana Máximo Almeida; MENDES, Ludmilson Abritta. ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO ENTRE MAPAS DO MONITOR DE SECAS E DADOS CLIMÁTICOS DE SERGIPE. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 28, 2021. https://www.researchgate.net/profile/Ludmilson-Mendes/publication/352062759_ANALISE_DA_ASSOCIACAO_ENTRE_MAPAS_DO_MONITOR_DE_SECAS_E_DADOS_CLIMATICOS_DE_SERGIPE/links/60b7b3c6a6fdcc476be4e656/ANALISE-DA-ASSOCIACAO-ENTRE-MAPAS-DO-MONITOR-DE-SECAS-E-DADOS-CLIMATICOS-DE-SERGIPE.pdf

SANTOS, Eucymara França Nunes; SOUSA, Inajá Francisco; LEITE, Igor Vieira. Regiões homogêneas em Sergipe Agrupadas através dos Índices Climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*. Vol. 37, 2022. <https://doi.org/10.1590/0102-77863740053>

SEAGRI/SE. Produção de leite em Sergipe bate recorde. 2022. Disponível em <<https://seagri.se.gov.br/producao-de-leite-em-sergipe-bate-recorde/>>.

Sergipe. Perfil da pecuária sergipana 2020. Observatório de Sergipe. Governo do Estado de Sergipe. 2020. Disponível em <<https://docs.observatorio.se.gov.br/wl/?id=BKDuf0n4X0TE5az6g1LXdJsuLRuUjT2j>>. Acesso em 14/07/2023.

Sergipe. Produto Interno Bruno de Sergipe – PIB – SE: Contas regionais. Observatório de Sergipe. 2022. Disponível em <https://docs.observatorio.se.gov.br/wl/?id=48OHqX4as4D6I2Zd04n5Bi3VnDvPP6UV>. Acesso em 07/11/2023.

SILVA, Darlan Teles *et al.* Precipitação estimada por sensoriamento remoto no estado de Sergipe. *Nativa, Pesquisas Agrárias e Ambientais*. V.8, n.2, 2020. <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/download/7821/6921>

SOUZA, Jorge Washington; ANDRADE, Ana Vanessa Cabral; COSTA, Douglas Batista. Análise de episódios El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a variabilidade interanual de chuvas em Rio Branco, Acre, intervalo 1971-2010. *Scientia Naturalis*, v.3, n.5. 2021. <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/download/5281/3546>

R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <<https://www.R-project.org/>>.

RAMOS, Otávio Enrique José Oliveira *et al.* Estudo do comportamento mensal das chuvas no Município de Aracaju, Estado do Sergipe, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e953986188-e953986188, 2020. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/6188/6056>