

ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA PARA AMPARO DE SÃO FRANCISCO – SERGIPE, BRASIL

Wagner Rodolfo de Araújo¹
João Carlos Montenegro Coutinho Junior²
Raimundo Mainar de Medeiros³
Romildo Morant de Holanda⁴
Isaac Pereira Teles⁵
Jandira Pedrosa Leal⁶
Alberto Bezerra de Medeiros⁷
Kyriale Vasconcelos Morant Cavalcanti⁸

RESUMO

Objetiva-se avaliar as oscilações pluviais e suas variabilidades climáticas entre os períodos de 1963-1982, 1983-2001 e 2003-2019 em Amparo de São Francisco, verificando sua variabilidade climática, eventos extremos de seca e chuva concretizados com a aproveitamento das anomalias pluviais. Os dados pluviais mensais e anuais foram fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe de 1963 a 2019. Calculou-se a média aritmética dos dados pluviais mensais. Para a obtenção dos resultados, utilizou-se do Índice de Anomalia de Chuvas devido a sua recorrente utilização no Nordeste brasileiro e por requerer apenas a precipitação como dado climático. Utilizou-se a metodologia proposta por Rooy (1965) adaptado por Freitas (2005) que utiliza dados pluviométricos, possibilitando avaliar a intensidade dos eventos extremos no Nordeste. As informações, evidenciaram ser possível contribuir para que os poderes público, privado e os tomadores de decisões tenham condições técnicas para tomarem decisões nos setores bem-estar social, recursos hídricos, planejamento agrícola, ciclos de culturas entre outro bem como os próprios prejuízos decorrentes dos efeitos de chuvas intensas ou escassas. A aplicabilidade do IAC avaliza resultados com melhores precisões referentes as oscilações pluviais em torno da normal histórica conjecturando planejamento agrícola mais eficiente para a área estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Região Semiárida brasileira; eventos meteorológicos extremos; Índices de precipitação.

¹ Geógrafo, Universidade Estácio de Sá – UNESA; Mestrando em Ciência Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: wagner.rodolfo@ufpe.br

² Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Email: joaocarlosmc7@hotmail.com

³ Meteorologista, Universidade Federal da Paraíba – UFPB; Doutorado em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: mainarmedeiros@gmail.com

⁴ Engenheiro Civil, Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP; Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: Romildo.morant@ufrpe.br

⁵ Engenheiro Civil, Faculdade de Integração do Sertão – FIS; Mestre em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Email: isaac.teles@ufrpe.br

⁶ Bióloga, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; Mestre em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: jandirapleal@gmail.com

⁷ Geólogo, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE; Mestre em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: albertobmedeiros@gmail.com

⁸ Engenheira Química, Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP; Mestre em Engenharia Química, Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP. Email: kyrialem@yahoo.com.br

**RAINFALL ANOMALY INDEX FOR AMPARO DE SÃO FRANCISCO – SERGIPE,
BRAZIL****ABSTRACT**

The objective is to evaluate the rainfall oscillations and their climate variability between the periods of 1963-1982, 1983-2001 and 2003-2019 in Amparo de São Francisco, verifying their climate variability, extreme events of drought and rain achieved with the use of rainfall anomalies. Monthly and annual rainfall data were provided by the Northeast Development Superintendence and the Sergipe Agricultural Development Company from 1963 to 2019. The arithmetic mean of monthly rainfall data was calculated. To obtain the results, the Rainfall Anomaly Index was used due to its recurrent use in the Brazilian Northeast and because it requires only precipitation as a climatic data. The methodology proposed by Rooy (1965) adapted by Freitas (2005) was used, which uses rainfall data, making it possible to assess the intensity of extreme events in the Northeast. The information showed that it is possible to contribute to the public and private powers and decision makers to have the technical conditions to make decisions in the sectors of social welfare, water resources, agricultural planning, crop cycles, among others, as well as the damage resulting from the effects of heavy or scarce rainfall. The applicability of the IAC evaluates results with better precision regarding rainfall oscillations around the historical normal, conjecturing more efficient agricultural planning for the studied area.

KEYWORDS: Brazilian semi-arid region; extreme weather events; rainfall indices

**ÍNDICE DE ANOMALÍAS DE PRECIPITACIONES PARA AMPARO DE SÃO
FRANCISCO – SERGIPE, BRASIL****RESUMEN**

Este estudio tiene como objetivo evaluar las fluctuaciones de las precipitaciones y la variabilidad climática en Amparo de São Francisco a lo largo de tres períodos —1963–1982, 1983–2001 y 2003–2019—, analizando dicha variabilidad y los eventos extremos de sequía y lluvia mediante la evaluación de anomalías pluviométricas. La Superintendencia para el Desarrollo del Nordeste (SUDENE) y la Empresa de Desarrollo Agropecuario de Sergipe (EMDAGRO) facilitaron los datos de precipitación mensual y anual correspondientes al período 1963-2019. Se calculó la media aritmética de los datos de precipitación mensual. Para obtener los resultados se utilizó el Índice de Anomalía de Precipitación (RAI, por sus siglas en inglés), seleccionado por su uso frecuente en el Nordeste de Brasil y por requerir únicamente datos de precipitación. El estudio empleó la metodología propuesta por Rooy (1965) y adaptada por Freitas (2005), la cual utiliza datos pluviométricos para evaluar la intensidad de eventos extremos en la región del Nordeste. Los hallazgos demuestran el potencial de proporcionar a entidades públicas y privadas, así como a los responsables de la toma de decisiones, una base técnica para abordar cuestiones de bienestar social, recursos hídricos, planificación agrícola y ciclos de cultivo, además de gestionar las pérdidas derivadas de lluvias intensas o de la escasez de agua. La aplicación del RAI arroja resultados más precisos sobre las fluctuaciones de las precipitaciones en relación con la norma histórica, facilitando así una planificación agrícola más eficiente para el área de estudio.

PALABRAS CLAVE: Região semiárida brasileira; eventos climáticos extremos; índices pluviiais.

INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas a hidrologia é caracterizada por apresentar grande flutuabilidade interanual e intra-sazonal das chuvas e fluxos que comprometem o balanço hídrico (TOMASELLA *et al.*, 2008). Maniçoba *et al.* (2017) afirmaram que os índices de anomalias de chuvas esclarecem confiavelmente o procedimento pluviométrico em torno das médias climatológicas e se apresentam como ótimos indicadores climáticos para se aferirem as oscilações pluviais. As consequências das oscilações climáticas, como evidências de secas ou do acréscimo na intensidade pluviométrica, reduzindo ou aumentando a disponibilidade d'água no sistema afetam diretamente o homem (MARENGO *et al.*, 2013; GLOOR *et al.*, 2015).

Com as alterações nos índices pluviais ocasionados pelas mudanças climáticas, causando aumento expressivo de episódios extremos de secas e chuvas irregulares (COSTA *et al.*, 2015), intensifica a necessidade de conhecimento e interpretação de suas escalas e das variabilidades pluviais que podem ser efetuadas por meio deste índice. (ALVES *et al.*, 2016).

Segundo Marengo (2008) e Marengo *et al.* (2010), em seus estudos sobre mudanças climáticas, predomina uma certa intensidade do acontecimento de chuvas para diferentes regiões do planeta, com tendência a ampliação da ocorrência pluviométricas intensas e com severidade das secas. A possibilidade do cenário de rigor de secas pode vir a se agravar, conforme os modelos climáticos (MARENGO *et al.*, 2013; GLOOR *et al.*, 2015).

Os panoramas climáticos mostram que os eventos extremos pluviais estão se tornando frequentes, aliado as alterações ambientais antrópicas tais como: desmatamento em encostas, construções em áreas irregulares e indevidas vêm intensificando as implicações desses eventos (MARENGO *et al.*, 2015).

Secas, são caracterizadas como fenômenos naturais e periódicas, de impactos amplos e que podem afetar vários setores econômicos e sociais ao mesmo tempo (WMO, 2016). As ocorrências de secas são um dos principais desastres relacionados a recursos hídricos (ONU, 2021); entre 2009 e 2019 as secas afetaram mais de 100 milhões de pessoas e causaram perdas econômicas de mais de US\$ 10 bilhões no mundo todo (CRED, 2020).

A oscilação climática apropriada na forma de ciclos plurianuais de deficiência e excesso pluviais na região nordeste, determina de tempos em tempos, eventos de secas e inundações (MARENGO *et al.*, 2016).

Rattner (2009) em seus estudos afirmou que o extrativismo predatório de recursos naturais e minerais, assim como as permutas das florestas por usos diversos vem reduzindo drasticamente a flora e fauna dessas áreas. Segundo Oliveira *et al.* (2016) e SALES *et al.* (2019), a diminuição das florestas vem a culminar com a fragmentação da paisagem, alterações no ciclo do carbono e desequilíbrios climáticos, entre outros tantos impactos negativos.

Segundo Medeiros *et al.*, (2022) a análise na anomalia pluvial entre os municípios de Lagoa Nova e Lagoa Seca (Paraíba), tentando entender suas oscilações anômalas climáticas com a provável influência de ocorrência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña, no setor da citricultura e hortifruti. Todavia, não se descartar que na maioria dos anos com anomalias negativas, ocorreram de forma a igualar com fenômenos La Niña e El Niño, o contrário pode ser registrado para o caso do El Niño onde ocorreram anomalias negativas e na La Niña anomalias positivas, ambos com intensidades aumentadas ou reduzidas.

Portanto, não se pode afirmar que nas regiões estudadas, os fenômenos ENOS não influenciaram nos seus índices pluviiais locais e que o ENOS não é o principal elemento climático e/ou ambiental os quais contribuem para a ocorrência de eventos extremos pluviiais, sendo necessário buscar avaliar outros fenômenos climáticos e o perfil ambiental regional visando justificar a variabilidade pluvial. A influência dos fatores locais na distribuição espacial da chuva é evidente nos gráficos de El Nina e La Nina, destacados pelas anomalias.

A concentração pluviométrica é devida aos fatores controladores favoráveis, relevo, aproximação do planalto da Borborema e a vegetação. Os acumulados mais baixos foram ocasionados pelo resfriamento do atlântico tropical e os bloqueios nos sistemas locais e regionais.

Para Marengo *et al.* (2011 e 2016) o fenômeno da variabilidade pluvial no Nordeste Brasileiro, notadamente os eventos de seca, e sua climatologia, admite uma expectativa nos setores social e econômica, com consequências afetando o abastecimento da população, a agropecuária e adicionam o desemprego. Segundo Castelhana *et al.* (2022), as tendências em índices climáticos permite-nos avaliar como e com que intensidade o clima, especificamente do Sergipe tem se modificado. Portanto a assunto sobre água deve ser tratada levando em consideração a relação entre os recursos hídricos com as características ambientais, sociais e culturais locais, tendendo a conservação, a qualidade de vida da população e o desenvolvimento socioeconômico (REBOUÇAS, 1997).

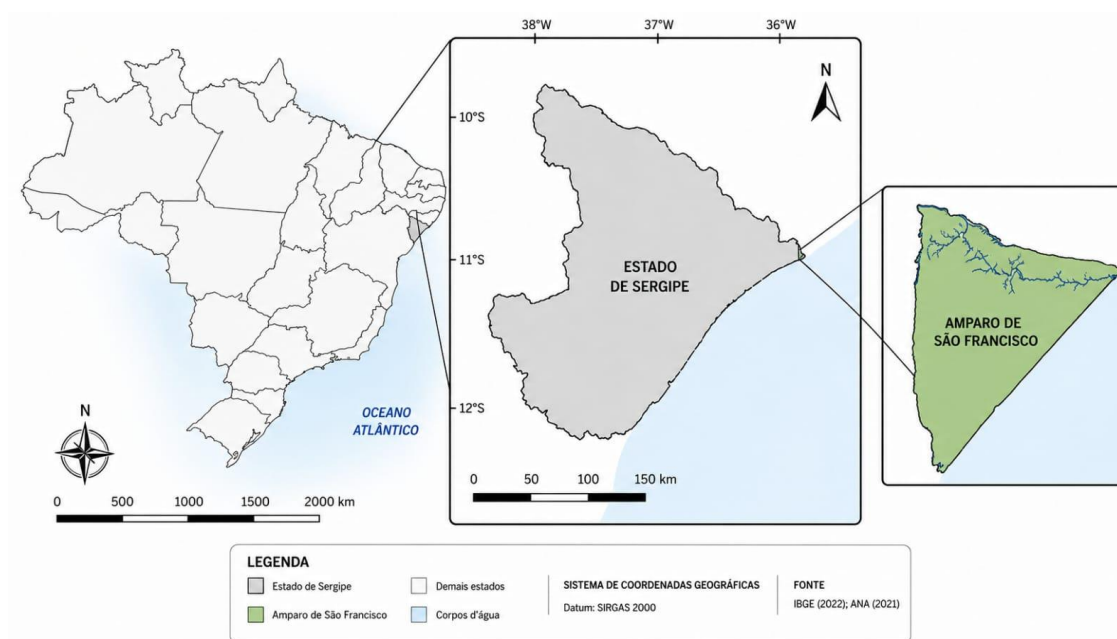
Esse trabalho teve como objetivo avaliar as oscilações pluviais e suas variabilidades climáticas entre os períodos de 1963-1982, 1983-2001 e 2003-2019 em Amparo de São Francisco, verificando sua variabilidade climática, eventos extremos de seca e chuva, concretizados com o aproveitamento das anomalias pluviais.

OBJETIVOS

Contextualizar a relevância do estudo das oscilações pluviais e da variabilidade climática, evidenciando como as mudanças nos padrões de precipitação impactam diretamente os ecossistemas, os recursos hídricos e, sobretudo, as atividades humanas. A hidrologia dos ecossistemas tropicais, caracterizada por sua alta flutuabilidade interanual e intra-sazonal, sofre interferência significativa das anomalias climáticas, que comprometem o balanço hídrico e agravam situações de escassez ou excesso de água. Diante da intensificação dos eventos extremos, como secas prolongadas e chuvas intensas e irregulares, torna-se essencial compreender os mecanismos que regulam essas variações, bem como identificar os fatores que as agravam, sejam eles de origem natural, como os fenômenos El Niño e La Niña, ou antrópica, como o desmatamento e o uso inadequado do solo. A compreensão das anomalias pluviométricas e sua relação com os padrões de variabilidade climática permite uma leitura mais precisa das transformações ambientais em curso, fornecendo subsídios importantes para a gestão dos recursos hídricos, o planejamento agrícola e a formulação de políticas públicas voltadas para a mitigação dos impactos socioeconômicos e ambientais. Nesse contexto, o estudo da variabilidade pluviométrica no município de Amparo de São Francisco, com base nas séries temporais entre os períodos de 1963 a 2019, busca contribuir para a identificação de tendências, a compreensão de eventos extremos e a avaliação das influências climáticas sobre a dinâmica regional das chuvas.

METODOLOGIA

Amparo de São Francisco limita-se a Leste e ao Sul com o município de Telha, a Oeste com Canhoba e o Estado de Alagoas ao Norte. Posiciona-se a 10°08'04" sul e 36°55'46" Oeste, com altitude de 51 metros (Figura 1).

Figura 1- Posicionamento de Amparo de São Francisco dentro do Estado (Fonte: Autores, 2025).

Amparo de São Francisco localiza-se em uma região caracterizada por duas estações bem definidas, um período chuvoso oscilando de fevereiro a agosto, e o período seco fluindo de setembro a janeiro. Conforme a classificação climática de (KÖPPEN 1928; KÖPPEN *et al.*, 1931; ALVARES *et al.*, 2014) a área tem o clima do tipo “As” (quente e úmido, tropical chuvoso). Precipitação anual de 1138,2 mm; temperatura máxima de 31,5 °C; temperatura média de 25,9 °C; temperatura mínima 20,9 °C; umidade relativa anual de 80,2% e insolação total de 2341,9 horas. (FRANÇA, 2021).

Utilizou-se dos dados pluviiais mensais e anuais fornecido pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO - SE, 2020) entre 1963 e 2019. Calculou-se a média aritmética dos dados pluviiais mensais para conseguir representar a pluviometria geral da área de estudo.

ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVAS (IAC)

Para a obtenção dos resultados foi utilizado do IAC devido a sua recorrente utilização no Nordeste brasileiro e por requerer apenas a precipitação como dado climático. O método foi desenvolvido por Rooy (1965) e adaptado por Freitas (2005), que reafirmou sua utilização apenas com dados pluviométricos e por ser possível avaliar a intensidade dos eventos extremos no Nordeste.

Os resultados do índice consistem na aplicação das Equações 1 e 2:

$$IAC = 3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{M} - \bar{N}} \right] \quad (1) \text{ para anomalias positivas}$$

$$IAC = -3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{m} - \bar{N}} \right] \quad (2) \text{ para anomalias negativas}$$

N é a precipitação anual do ano a qual será gerado o IAC (mm);

$\bar{N}$ representa a precipitação anual histórica (mm);

$\bar{M}$ média das dez maiores precipitações anuais dos dados (mm); e

$\bar{m}$ é a média das dez menores precipitações anuais dos dados (mm).

As classificações pluviais foram consideradas o IAC e seus resultados foram classificados conforme (Tabela 1) adaptado de Fernandes *et al.* (2009).

Tabela 1 - Classificação pluvial levando em consideração o índice de Anomalia de chuva (IAC).

Ordem	Classificação	IAC
1	Extremamente úmido	$\geq 4,0$
2	Umidade alta	3,00 a 3,99
3	Umidade moderada	2,00 a 2,99
4	Umidade baixa	0,50 a 1,99
5	Normal	-0,49 a 0,49
6	Seca suave	-1,99 a -0,50
7	Seca moderada	-2,00 a -2,99
8	Seca alta	-3,00 a -3,99
9	Seca extremamente alta	$\leq -4,00$

Fonte: Adaptado de Fernandes et al, (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

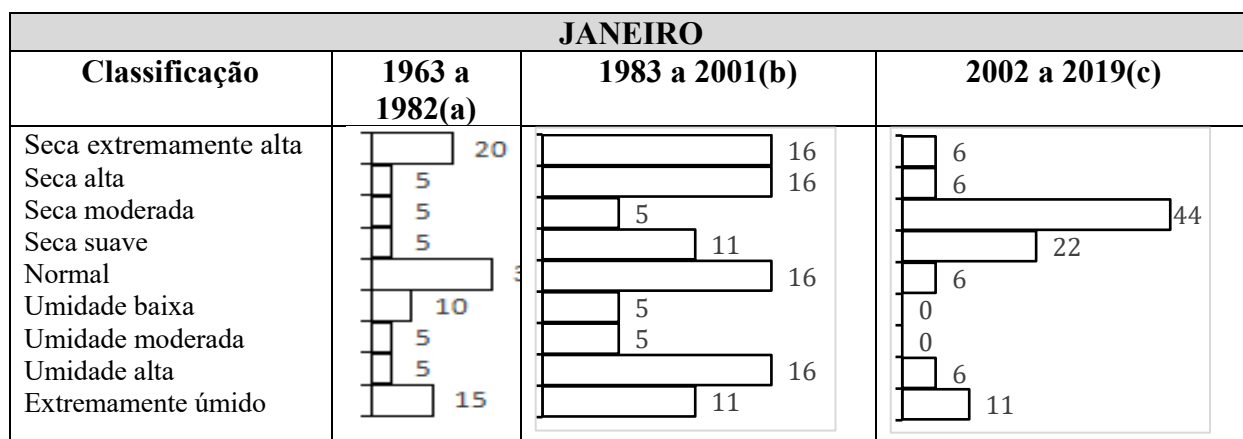
Há décadas que as comunidades científicas e acadêmicas vêm tratando sobre as mudanças do clima e as ocorrências das secas no semiárido brasileiro e em todo o Globo.

A classificação pluvial para janeiro considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963 a 1982(a), 1983 a 2001(b) e 2002 a 2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe, são apresentadas na Figura 2. Analisando-se a Figura 2a no mês de janeiro de 1963 a 1982, tem-se 20% para seca extremamente alta; 30% normal; 10% para baixa umidade e 15% para extremamente úmido. As demais classificações registraram 5% de ocorrências. Com 11% registradas para extremamente úmido; 16% com umidade alta; normal e seca alta ocorridas no período 1983 a

2001 (Figura 2b). Entre 2002 e 2019 registrou-se 44% com seca moderada; 22% com seca suave e 11% com extremamente úmido, verificou-se 6% para extremamente seco; alta umidade; seca alta e normal, não foi registrada umidade baixa e moderada. Estas variabilidades têm similaridades com os estudos de Maniçoba *et al.* (2017); Gloor *et al.* (2015).

A tendência de IAC normal foi reduzida com o passar dos anos. Meses de janeiro extremamente úmidos praticamente ficaram constante entre 11 e 15%, sugerindo pouca probabilidade de chuvas. Classificação de seca suave e seca moderada tenderam a crescer com o passar dos anos.

Figura 2 - Classificação pluvial de **janeiro** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

Registrou-se 55% de extremamente úmido; 20% de seca extremamente alta; 10% para seca moderada; 5% para as classificações umidade alta, baixa umidade e seca suave (Figura 3a). Na Figura 3b ocorreram 26% do tipo seca extremamente alta e extremamente úmido. 16% do tipo seca alta; 11% para os tipos seca moderada e seca suave. Os tipos normal e baixa umidade ocorreram em 5% dos casos de 1983 a 2001 e sem ocorrências para os tipos umidade modera e umidade alta.

As chuvas foram irregulares de 1963 a 1982, com maior concentração de irregularidades, e uma melhor distribuição de 2002 a 2019.

No período 2002 a 2019 (Figura 3c) correspondente ao mês de fevereiro registrou-se 28% de ocorrências para os tipos umidade modera e seca extremamente alta. O tipo extremamente úmido registrou-se 17%. Nos tipos umidade baixa, normal, seca suave foram

registradas 6% e sem ocorrências para os tipos umidade alta e seca alta. Estas variabilidades são demonstradas por Marengo *et al.* (2015) e corroboram com os resultados discutidos.

Fevereiro mostrou tendência de divisão entre seca extremamente alta e extremamente úmido, com valores entre 17 e 28%, a ocorrência de eventos extremamente úmido reduziu-se ao longo dos anos. O estudo corrobora com os resultados discutidos por Maniçoba *et al.* (2017); Medeiros *et al.* (2021).

Figura 3 - Classificação pluvial de **fevereiro** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe

FEVEREIRO			
Classificação	1963 a 1982(a)	1983 a 2001(b)	2002 a 2019(c)
Seca extremamente alta	20	2	17
Seca alta	0	1	0
Seca moderada	10	6	28
Seca suave	5	1	6
Normal	0	1	6
Umidade baixa	5	5	6
Umidade moderada	0	0	11
Umidade alta	5	0	0
Extremamente úmido	55	6	28

Fonte: Autores, 2025.

O mês de março do período 1963-1982 (Figura 4a) registrou-se os tipos de classificações extremamente úmido 10% e 10% para o tipo seca moderada; umidade alta e seca suave ocorreram 5%; extremamente alta teve predominância de 70% dos casos estudados e para umidade moderada, umidade baixa e seca alta não foram registradas.

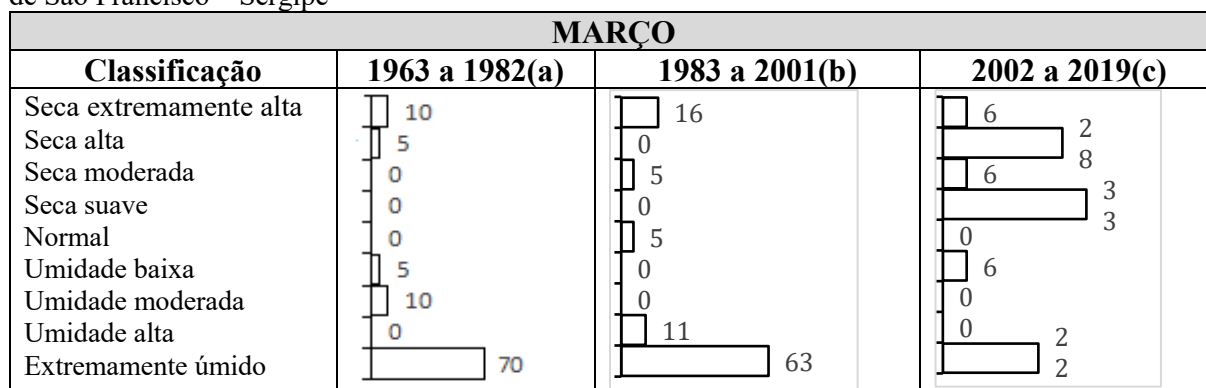
Não se registrou umidade alta, umidade baixa, seca suave e seca moderada entre 1983-2001 (Figura 4b), registrou-se seca extremamente alta (63%); extremamente úmido (16%); 11% de seca alta e para a umidade moderada e normal ocorreram 5%.

A classificação umidade baixa ocorreu 33% no período 2002-2019 (Figura 4c). 28% de ocorrências se verificaram para umidade alta. 22% foram registradas para seca extremamente alta. 6% de ocorrências para o tipo extremamente úmido; umidade moderada e seca suave.

Para Moran *et al.* (1994) a variabilidade climática de alta frequência que ocorrem nas escalas sinóticas (oscilam de 1 a 10 dias, com largura do sistema maior que a espessura vertical a sazonal (ocorrendo para a estação, com duração de 60 dias)

Março apresenta tendências de reduções de eventos extremamente úmidos, registrando eventos de seca suave e seca alta. O estudo corrobora com os resultados discutidos por Gloor *et al.* (2015) e França *et al.* (2022).

Figura 4 - Classificação pluvial de **março** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

Na Figura 5a correspondente ao período 1963-1982 de abril observa-se 85% do tipo seca extremamente alta. 10% para seca alta e 5% para extremamente úmidos. Os demais tipos neste período não ocorreram registros.

No período 1983-2001 que corresponde a Figura 5b observamos 79% para seca extremamente alta. 5% foram registradas para umidade moderada, umidade baixa, seca suave e seca moderada.

Figura 5c registram 17% de ocorrências para umidade alta, normal e seca extremamente alta. 11% de registros para extremamente úmido, umidade moderada e baixa, seca suave. Estas variabilidades percentuais estão interligadas aos sistemas sinóticos de meso e pequena escala e aos efeitos locais e regionais.

Estas variabilidades de ocorrências podem ser constatadas nos estudos de Nobre *et al.* (2005), Marengo *et al.* (2016) e Medeiros *et al.* (2021).

Abril tem diminuído a frequência de eventos extremamente úmido em detrimento de eventos entre umidade baixa e seca extremamente alta, indicando redução de precipitação. As similaridades do estudo corroboram com os resultados de Maniçoba *et al.* (2017) e Gloor *et al.* (2015).

Figura 5 - Classificação pluvial de **abril** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe

ABRIL			
Classificação	1963 a 1982(a)	1983 a 2001(b)	2002 a 2019(c)
Seca extremamente alta	5	0	11
Seca alta	0	0	17
Seca moderada	0	5	11
Seca suave	0	5	11
Normal	0	0	17
Umidade baixa	0	5	11
Umidade moderada	0	5	6
Umidade alta	10	0	0
Extremamente úmido	85	7	17

Fonte: Autores, 2025.

Em maio de 1963-1982 (Figura 6a) registrou 90% de seca extremamente alta; 5% para os tipos extremamente úmido e umidade alta. As demais variabilidades dos elementos não ocorreram no período de estudo. Figura 6b ocorreu 11% de eventos de baixa umidade e 84% de seca extremamente alta. As demais variabilidades não foram registradas. No período 2002-2019 (Figura 6c) as variabilidades nos índices de anomalias de chuva foram irregulares e registrou-se 17% de ocorrências para as classificações extremamente úmido; umidade moderada; seca suave e seca extremamente alta. Verificou-se 11% para as classes umidade alta e umidade baixam e 6% para os tipos normal e seca alta e sem ocorrências de seca suave.

Maio tende a reduzir os eventos extremamente úmido com o passar dos anos, de forma bastante forte, a tendência atual é de eventos entre umidade baixa e seca extremamente alta. As similaridades dos resultados corroboram com os estudos de Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022).

Figura 6 - Classificação pluvial de **maio** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe

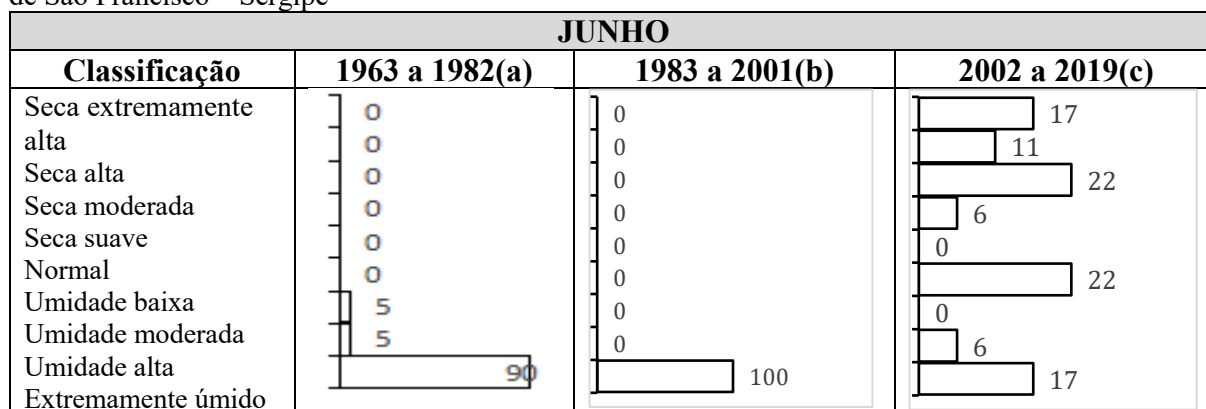
MAIO			
Classificação	1963 a 1982(a)	1983 a 2001(b)	2002 a 2019(c)
Seca extremamente alta	5	0	17
Seca alta	5	0	11
Seca moderada	0	0	17
Seca suave	0	0	11
Normal	0	0	6
Umidade baixa	0	11	17
Umidade moderada	0	0	0
Umidade alta	0	5	6
Extremamente úmido	90	84	17

Fonte: Autores, 2025.

Em junho não se registram seca extremamente alta; seca alta; seca moderada; seca suave; normal e umidade baixa conforme (Figura 7a e 7b). Nota-se ainda que nas mesmas Figuras se destacou 90% e 100% de casos de eventos extremamente úmidos. As variabilidades de 2002 a 2019 ocorreram 17% para o tipo extremamente úmido e seca extremamente alta; 22% para os eventos de seca moderada e umidade baixa; 11% de ocorrência para seca alta e 6% registraram-se nos tipos seca suave e umidade alta.

Junho apresenta tendência de diminuição de eventos extremamente úmidos, e aumento na frequência de eventos de seca moderada a seca extremamente alta. Os resultados das discussões estão em conformidade com os estudos de Maniçoba *et al.* (2017), Gloor *et al.* (2015) e França *et al.* (2022).

Figura 7 - Classificação pluvial de **junho** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

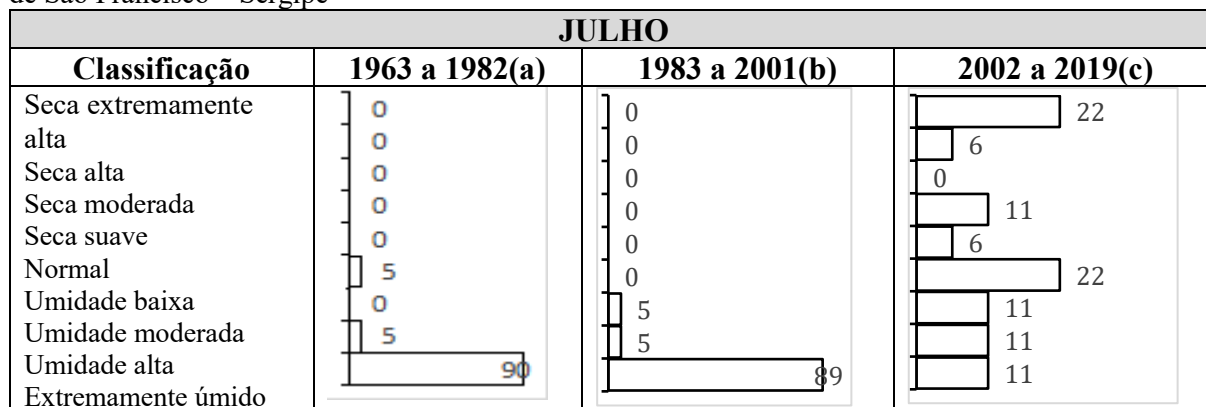
Destacam-se para as Figuras 8a e 8b as não ocorrências dos eventos seca: extremamente alta; alta; moderada; suave e o tipo normal. Ocorreu 5% de caso de umidade baixa e alta; 90% de eventos extremamente úmido (Figura 8a). Na Figura 8b observam-se 5% de caso de eventos de umidade moderada e alta e 98% de caso de evento extremamente úmido. Na Figura 8c nota-se 11% de caso para os eventos dos tipos: Seca suave; umidade moderada, alta e extremamente úmido. Não se registrou-se seca alta; 6% para os tipos: seca alta e normal e 22% de caso para seca extremamente alta.

Maniçoba *et al.* (2017); Gloor *et al.* (2015); Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022) demonstraram similaridades para as contribuições das variabilidades pluviais e suas irregularidades na área estudada.

Julho segue a tendência de redução de eventos extremamente úmido e ampliando as ocorrências entre umidade alta e baixa, com eventos de seca extremamente alta. As

similaridades corroboram com os resultados dos autores Maniçoba *et al.* (2017); Gloor *et al.* (2015); Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022).

Figura 8 - Classificação pluvial de **julho** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

Seca extremamente alta, alta e baixa umidade não se registrou em agosto, entre 1963 a 1982 (Figura 9a) ocorreram 10% de caso para os tipos seca moderada; umidade moderada e alta; 5% para os tipos de umidade baixa e normal e 60% para eventos extremamente úmidos. Na Figura 9b não se registrou seca extremamente alta, alta, moderada e suave, assim como também umidade alta. Caso de 5% para os tipos normal, umidade baixa e moderada e 84% para os eventos de extremamente úmido. De 2002 a 2019 (Figura 9c) ocorreram 17% para os eventos: seca extremamente alta, suave; umidade baixa e extremamente úmido. Para os casos seca alta e normal 11%; 6% para seca moderada e umidade moderada, não se registrou o evento umidade alta.

Para Zeng *et al.* (2008); Yoon *et al.* (2010); Marengo *et al.* (2012) mostraram que variações regionais ocorreram com extremos pluviais os quais podem ou não serem consequências dos fenômenos de larga e dos fatores causadores de chuvas na região estudada.

Agosto segue a tendência de redução de eventos extremamente úmido e ampliando as ocorrências entre as demais classificações. Os estudos de Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022) tem similaridades com o presente estudo.

Figura 9 - Classificação pluviual de **agosto** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe

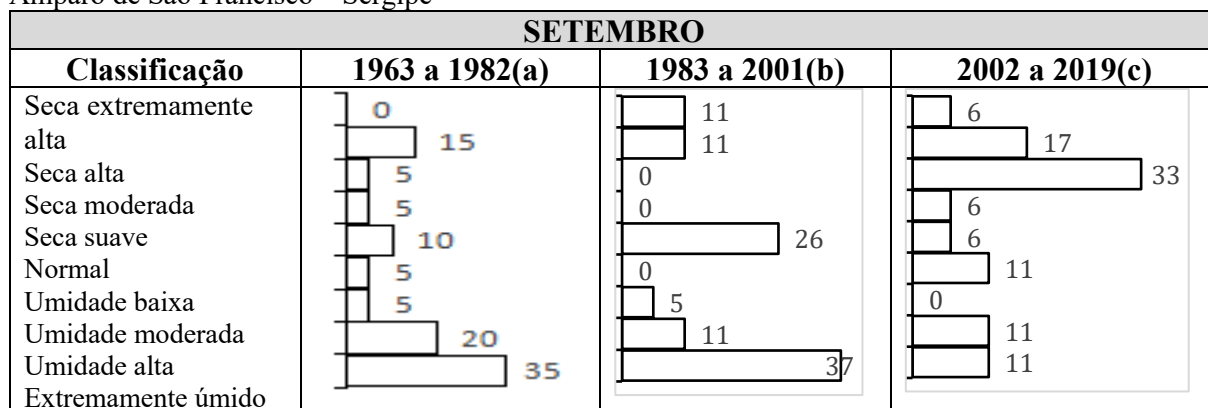
AGOSTO			
Classificação	1963 a 1982(a)	1983 a 2001(b)	2002 a 2019(c)
Seca extremamente alta	0	0	17
Seca alta	0	0	11
Seca moderada	10	0	6
Seca suave	5	0	17
Normal	5	5	11
Umidade baixa	0	5	17
Umidade moderada	10	5	6
Umidade alta	10	0	0
Extremamente úmido	60	84	17

Fonte: Autores, 2025.

Na Figura 10a registrou-se 5% de caso para os eventos: seca moderada; suave; sem ocorrência de seca extremamente alta e 5% para umidade baixa e moderada e 15% de seca alta. Registrou-se ocorrência no tipo normal 10%. Umidade alta, registrou-se 20% dos eventos e 35% para eventos de extremamente úmido. Entre 1983 a 2001 (Figura 10b) não ocorreram os eventos: seca moderada e suave, além de umidade baixa, 11% para os casos de seca extremamente alta e alta e para umidade alta. Para umidade moderada 5%, 26% para os eventos normais e 37% para eventos extremamente úmido. Na Figura 10c registrou 33% para os casos de seca moderada, 11% para umidade baixa, alta e extremamente úmido; 17% para seca alta, não se registrou umidade moderada e 6% para os eventos seca extremamente alta, suave e normal. As variabilidades dos eventos estão interligadas aos fenômenos de meso e microescala dos fatores provocadores de chuva da região e apresentam similaridade com os estudos Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022).

Setembro diminuiu a frequência de eventos extremamente úmido e concentrou as ocorrências entre seca moderada e seca alta, ao longo dos anos observados. Os elementos atuantes na região como baixa cobertura de nuvem, alta insolação, redução de umidade e acréscimo de temperatura contribuirão para tais variabilidades e os estudos de Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022) tem similaridades com as discussões.

Figura 10 - Classificação pluvial de **setembro** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

As irregularidades nos índices pluviométricos ocorrem com alta intensidade e magnitude em curto intervalo de tempo para os meses seguintes, considerados como secos, em conformidades aos estudos de Nobre *et al.* (2005); Marengo *et al.* (2016); Maniçoba *et al.* (2017); Gloor *et al.* (2015) e Medeiros *et al.* (2021).

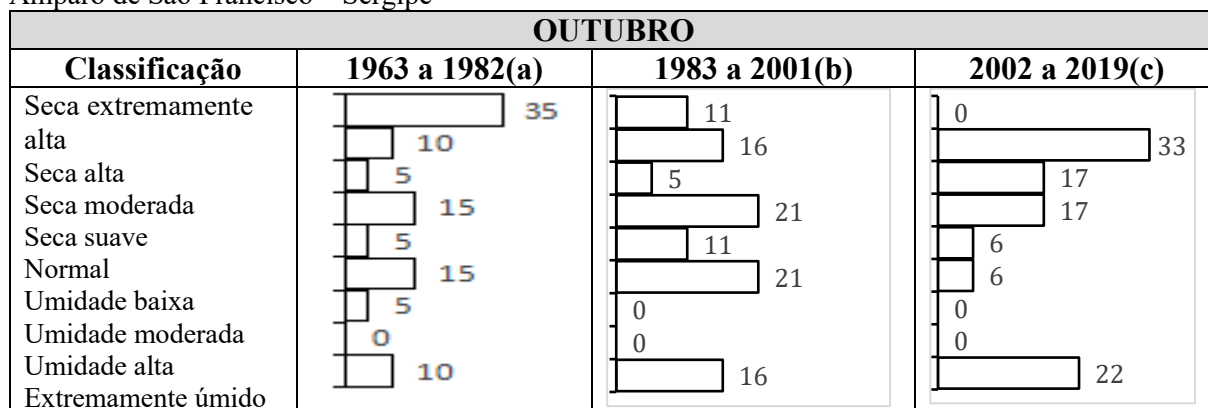
Na Figura 11a observam-se as oscilações dos eventos para 1963 a 1982 com: 35% de seca extremamente alta; 15% para os casos de seca suave e umidade baixa. Os casos de seca alta e umidade baixa 10%; 5% com seca moderada, umidade baixa e extremamente úmido, não se registrou umidade alta. Estas oscilações são características e sendo o fator principal das casualidades das chuvas e dos eventos extremos (IPCC 2014; NOBRE *et al.*, 2005).

A predominância ou não dos eventos extremos com chuvas, fortes e intensas em curtos intervalos de tempo e de alta magnitude e intensidade ocasionaram os seguintes casos registrados na Figura 11b. 21% com seca suave e baixa umidade. Os casos registraram para os eventos, seca alta e extremamente úmido 16%. Ocorreram seca extremamente alta e de casos normais 11%, 5% com seca moderada e não se registrou umidade alta e moderada.

No período de 2002 a 2019 não se registrou seca extrema, umidade alta e moderada. 6% dos casos foram para os eventos normal e baixa umidade. Ocorrências de dois casos, com 17%, com seca moderada e suave e 22% com eventos de extremamente úmido e 33% de seca alta.

Outubro apresenta a tendência de ser seco e suas variações provocados pela baixa umidade, alta radiação, temperatura elevadas e chuvas reduzidas.

Figura 11 - Classificação pluvial de **outubro** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

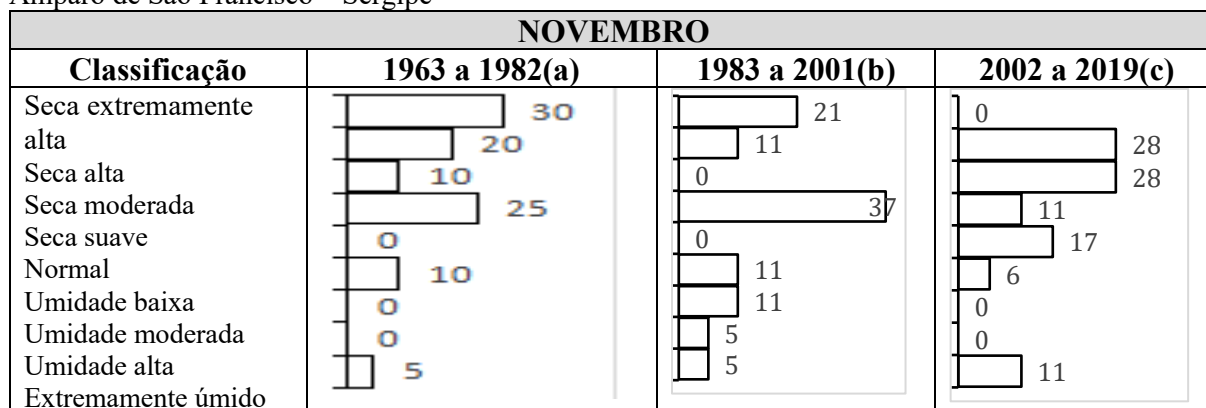
Com 30% dos eventos caracterizados com secas extremamente alta, 25% com seca suave, 20% de seca alta, 10% de seca moderada, baixa umidade de 5% com eventos extremamente úmidos. Não se registraram os eventos normais, umidade moderada e alta (Figura 12a).

Na Figura 12b registrou-se 37% dos eventos com seca suave, 21% com seca extremamente alta, 11% para os casos de: seca alta, baixa e moderada umidade. Com alta umidade e extremamente úmido 5%, e não se registrou seca moderada e caso normais.

No período 2002 a 2019 correspondente a Figura 12c ocorreram os seguintes eventos com 28% seca alta e moderada, 17% para os eventos normais, 11% para seca suave e extremamente úmido, não foram registrados os eventos seca extremamente alta, umidade moderada e alta. Os estudos de Gloor *et al.* (2015); Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022) mostram similaridade com os eventos apresentados e discutidos.

Novembro se mantém na faixa de seca e suas variações, os sistemas provocadores de chuvas neste mês estão bloqueados e suas atuações dos sistemas regional e local não tem movimentos verticais ascendentes deixando a área sem cobertura de nuvem.

Figura 12 - Classificação pluvial de **novembro** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe



Fonte: Autores, 2025.

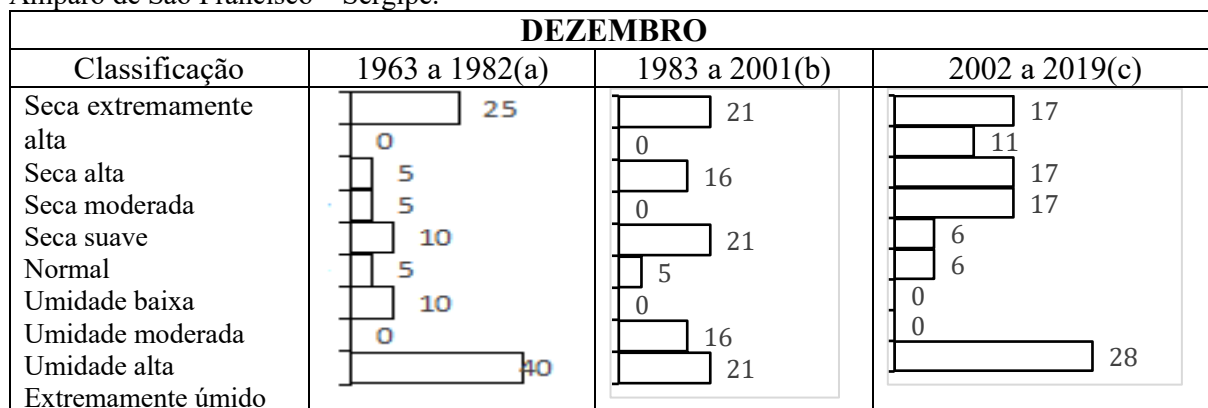
No mês de dezembro entre 1963 e 1982 (Figura 13a) ocorreu 40% de eventos extremamente úmido; 25% dos casos para seca extremamente alta, 10% para os casos normais e umidade moderada, 5% ocorreram para os eventos seca moderada e seca suave e baixa umidade. Não ocorreram os eventos seca alta, umidade alta. Estes resultados apresentam similaridades com os estudos de Medeiros *et al.* (2021) e França *et al.* (2022).

Com 21% dos casos foram registrados para: seca extremamente alta; condições normais e caso extremamente úmidos, 16% dos casos ocorreram para os eventos seca moderada e umidade alta, 5% com umidade baixa e não ocorreram os eventos seca alta, seca suave e umidade moderada (Figura 13b).

No período 2002 a 2019 registrou-se os seguintes eventos com 28% extremamente úmido, 17% nos casos seca extremamente alta, seca moderada e seca suave, 11% para o evento seca alta, 6% para os casos normais e umidade baixa. Os eventos umidade moderada e alta não foram registrados.

Dezembro se mantém na faixa de seca e suas variações. Ocasionalmente pela falta de atividades dos sistemas de meso e larga escala e dos efeitos locais e regionais.

Figura 13 - Classificação pluvial de **dezembro** considerando o percentual de ocorrências das intensidades da anomalia do índice de chuva para os períodos 1963-1982(a), 1983-2001(b) e 2002-2019(c) em Amparo de São Francisco – Sergipe.



Fonte: Autores, 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas análises do IAC para Amparo de São Francisco – Sergipe, a quantidade de anos entre muito seco e extremamente seco, muito úmido e extremamente úmido, seca extremamente alta, umidade baixa mantiveram variabilidades diversas.

As informações, evidenciaram ser possível contribuir para que os poderes público, privado e os tomadores de decisões tenham condições técnicas para tomadas de decisões nos setores bem-estar social, recursos hídricos, planejamento agrícola, ciclos de culturas entre outro bem como os próprios prejuízos decorrentes dos efeitos de chuvas intensas ou escassas.

A aplicabilidade do IAC avaliza resultados com melhores precisões referentes as oscilações pluviais em torno da normal histórica conjecturando planejamento agrícola mais eficiente para a área estudada.

REFERÊNCIAS

Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 22, 711–728. 2014.

Alves, J.O.; Pereira, P.C.; Queiroz, M.G.; Thieres, G.F.S.; Ferreira, J.M.S. Araújo Junior, G.N. Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do Estado de Pernambuco. **Pensar Acadêmico** 14, p.37-47. 2016.

Castelhano, F. J., & Pinto, J. E. S. de S. (2022). Tendências e alterações climáticas no Estado de Sergipe, nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, 42, e185565. <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.185565>

Costa, J.A.; Da Silva, D.F. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 1, p. 1002–1013. 2017.

Costa, M.S.; Lima, K.C.; Andrade, M.M.; Gonçalves, W.A. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** 8, 1321- 1334. 2015.

CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2020). “Natural Disasters 2019: Now is the Time to not give up”. Disponível em: www.emdat.be/natural-disasters-2019-now-time-not-give.

França, M.V. climatologia do município de Amparo de São Francisco – Sergipe entre 1963-2019. **Revista Mirante**, v5.n12. 25-240, 2021.

Freitas, M.A.S. A Previsão De Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso Da Bacia Do Rio Parnaíba No Nordeste Do Brasil. n. 3, p. 165–190. 2005.

Gloor, M.; Barichivich, J.; Ziv, G. Recent Amazon climate as background for possible ongoing and future changes of Amazon humid forests. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 29, p. 1384-1399, 2015.

Köppen, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, 388. 1931.

Köppen, W.; Geiger, R, “**Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes**”. Wallmap 150cmx200cm. 1928.

Maniçoba, R.M.; Sobrinho, J.E.; Guimarães, Í.T.; Junior. E.G.C.; Silva. T.T.F.; Zonta, J.H. Índice de anomalias de chuva para diferentes mesorregiões do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 10, 1110-1119. 2017.

Marengo, J.A.; Cunha, A.P.M.A.; Alves, L.M. A Seca de 2012-15 no Semiárido do Nordeste do Brasil no Contexto Histórico. **Revista Climanalise**, v. 04, p. 49-54-54. 2016.

Marengo, J.; Bernasconi, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic Change**, v. 129, n. 2, p. 103-115, 2015.

Marengo, J.A.; Tomasella, J.; Soares, W.R.; Alves, L.M.E.; Nobre, C.A. Extreme climatic events in the Amazon basin. **Theoretical Applied Climatology**, v. 107, n. 1-2, p. 73-85, 2012.

Marengo, J.A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, v. 1, Campina Grande, PB: INSA, p. 383- 416. 2011.

Marengo, J.A.; Rusticucci, M.; Penalba, O.; Remon, M. An Intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: Part 2 - Historical trends. **Climate Change**, v. 98, n. 3, p. 509-529, 2010

Marengo, J.A.; Nobre, C.A.; Tomasella, J.; Oyama, M.D.; Oliveira, G.V.S.; Oliveira, R.; Camargo, H.; Alves, L.M.; Brown, F. The drought of Amazonia in 2005. **Journal of Climate**, v. 21, n. 3, p. 495-516, 2008.

Medeiros, R.M.; Saboya, L.M.F.; França, M.V.; Holanda, R.M.; Filho, M.C.; Araújo, W.P. Impactos das anomalias pluviiais nas atividades agrícolas em Alagoa Nova e Lagoa Seca - Paraíba, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, e32311326608, 2022 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26608>

Moran, J.M.; Morgan, M.D. Meteorology. New York: Macmillan College Publishing Company, 1994.

Nobre, C.A.; Obregón, G.O.; Marengo, J.A. Characteristics of Amazonian climate: Main features. In: KELLER, M. *et al.* (Org.). Amazonia and Global Change. Washington: **American Geophysical Union**, p. 149-162, 2009.

Nobre, C.A.; Obregón, G.O.; Marengo, J.A.; Rong, FU; Poveda, G. Características do clima amazônico: Aspectos principais. In: Amazonia And Global Change. Geophysical Monograph Series n. 186, 2009.

Oliveira, R.A. et al. Proposição de corredor ecológico entre duas Unidades de Conservação na Região Metropolitana de Sorocaba. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 32, p. 61-71, 2016. DOI 10.11606/rdg.v32i0.116467

ONU – Organização das Nações Unidas. “Valuing Water”. The United Nations World Water Development Report. UNESCO, Paris, 2006p. 2021.

Rebouças, A.C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.

Rattner, H. Meio ambiente, saúde e desenvolvimento sustentável. **Ciência & saúde coletiva**, v. 14, n. 6, p. 1965-1971, 2009. DOI 10.1590/S1413-81232009000600002

Sales, J. C. A. et al. Análise espacial da avifauna e sua correlação com indicadores ambientais na bacia hidrográfica do rio Una (SP). **Boletim de Geografia**, v. 37, n. 2, 2019. DOI 10.4025/bolgeogr.v37i2.37839

SUDENE. Normais Climatológicas da Área da SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Convênio com o Serviço de Meteorologia, Recife. P. 650. 1990.

Rooy, M.P.V. A rainfall anomaly index independent of time and space. Notes. Weather Bureau of South África, v.14, p.43-48, 1965.

Tomasella, J.; Hodnett, M.G.; Cuartas, L.A.; Nobre, A.D.; Waterloo, M.J.; Oliveira, S. The water balance of an Amazonian micro-catchment: the effect of interannual variability of rainfall on hydrological behavior. **Hydrogeological Processes**, v. 22, n. 13, p. 2133-2147, 2008.

Yoon, J-H.; Zeng, N. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Journal Climate**, v. 34, n. 2010, p. 249-264, 2010.

Zeng, N.; Yoon, J.H.; Marengo, J.A.; Subramaniam, A.; Nobre, C.A.; Mariotti, A.; Neelin, J.D. Causes and impacts of the 2005 Amazon drought. **Environmental Research Letters**, v. 3, n. 1, p. 014002, 2008.

WMO - World Meteorological Organization. Handbook of Drought Indicators and Indices. Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva, 52p. 2016.