



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS SALGUEIRO - DIREÇÃO GERAL

DANIELA ROSARIO DE MELLO

ANÁLISE DO REGIME DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO
TERRA NOVA -PE

Salgueiro-PE

2024

DANIELA ROSARIO DE MELLO

**ANÁLISE DO REGIME DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO
TERRA NOVA -PE**

Monografia apresentada ao curso de Pós -
graduação Lato Sensu em Recursos Hídricos para
o Semiárido, ofertado pelo Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão
Pernambucano, campus Salgueiro, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Especialista em Recursos Hídricos para o
Semiárido. Orientador: Francisco Dirceu Duarte
Arraes

Salgueiro-PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M527 Mello, Daniela Rosario de.

Análise do Regime de Precipitação na Bacia do Rio Terra Nova -PE / Daniela Rosario de Mello. - Salgueiro, 2025.
22 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Recursos Hídricos) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Dirceu Duarte Arraes.

1. Água - Tratamento - Controle de Qualidade. 2. IAC. 3. Semiárido. 4. El Niño. 5. La Niña. I. Título.

CDD 628.16



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **ANÁLISE DO REGIME DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO TERRA NOVA -PE**, sob orientação de Francisco Dirceu Duarte Arraes, apresentada pela aluna **Daniela Rosario de Mello (202127030019)** do Curso **ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMIÁRIDO (Salgueiro)**. Os trabalhos foram iniciados às 19:00 pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- Francisco Dirceu Duarte Arraes (Presidente)
- Adriana de Carvalho Figueiredo Rodrigues (Examinadora Interna)
- Juarez Cassiano de Lima Júnior (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota (quando exigido): 90

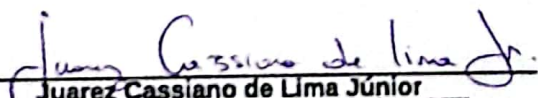
Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Francisco Dirceu Duarte Arraes** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Salgueiro / PE, 27/02/2024

gov.br

Documento assinado digitalmente
ADRIANA DE CARVALHO FIGUEIREDO RODRIGUES
Data: 12/03/2024 08:55:43 -0300
Verifique em <https://validar.ig.gov.br>



Juarez Cassiano de Lima Júnior
Francisco Dirceu Duarte Arraes:00145087379
Francisco Dirceu Duarte Arraes

Adriana de Carvalho Figueiredo Rodrigues

RESUMO

A região Nordeste do Brasil se encontra no semiárido é propícia a períodos de secas. Sendo conhecida pela sua alta variabilidade espacial e temporal da precipitação e apresentando rios intermitentes. As variações no ciclo hidrológico são causadas principalmente pelas mudanças climáticas, sejam elas naturais ou provocadas pela ação humana. Desta forma, verificar as tendências em séries temporais pluviométricas, são importantes para compreender as mudanças climáticas que ocorrem em relação ao ciclo hidrológico na Bacia do Rio Terra Nova, empregando o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) desenvolvido por Rooy (1965) com o objetivo de analisar os eventos pluviométricos em período anual na Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova (Pernambuco), utilizando séries históricas de precipitação para o período de 1960 a 2022. Assim, a área da pesquisa corresponde à bacia hidrográfica do rio Terra Nova, inserida no Sertão de Pernambuco. Possui uma área de drenagem que consiste em 12 municípios. Desta forma, utilizou-se valores médios anuais da precipitação da série histórica de 1960 a 2022, obtidos na Agência Pernambucana de Águas e Clima. Os resultados revelam que existe um padrão de precipitação, mantendo-se abaixo da média de chuva da bacia. Há correlação dos eventos de El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico. Analisando a série histórica por meio do IAC verificou-se que durante o período estudado, nenhum dos municípios apresentaram extremos secos, ou seja, valores de IAC inferiores a -3, respectivamente. Percebeu-se que os postos apresentaram uma certa semelhança entre anos secos. A análise pluviométrica via IAC, para o período de 1960 a 2022, permitiu inferir que houve predomínio de anos secos, enquanto os anos de 1964, 1974 e 1985 foram extremamente chuvosos dos anos analisados. Essa dinâmica das precipitações está associada à ocorrência dos fenômenos de ENOS, bem como das fases positivas e negativas do Dipolo do Atlântico.

Palavras chaves: IAC; Semiárido; El Niño; La Niña;

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil is in the semi-arid region and is prone to periods of drought. Being known for its high spatial and temporal variability of precipitation and presenting intermittent rivers. Variations in the hydrological cycle are mainly caused by climate change, whether natural or caused by human action. Therefore, checking trends in rainfall time series are important to understand the climate changes that occur in relation to the hydrological cycle in the Terra Nova River Basin, using the Rain Anomaly Index (IAC) developed by Rooy (1965) with the objective of analyzing annual rainfall events in the Terra Nova River Basin (Pernambuco), using historical precipitation series for the period from 1960 to 2022. Thus, the research area corresponds to the Terra Nova river basin, located in the Sertão of Pernambuco. It has a drainage area consisting of 12 municipalities. In this way, average annual precipitation values from the historical series from 1960 to 2022, obtained from the Pernambucana Water and Climate Agency, were used. The results reveal that there is a precipitation pattern, remaining below the basin's average rainfall. There is a correlation between El Niño, La Niña and Atlantic Dipole events. Analyzing the historical series using the IAC, it was found that during the period studied, none of the municipalities presented dry extremes, that is, IAC values lower than -3, respectively. It was noticed that the stations showed a certain similarity between dry years. The rainfall analysis via IAC, for the period from 1960 to 2022, allowed us to infer that there was a predominance of dry years, while the years 1964, 1974 and 1985 were extremely rainy of the years analyzed. This precipitation dynamics is associated with the occurrence of ENSO phenomena, as well as the positive and negative phases of the Atlantic Dipole.

Keywords: IAC; Semi-arid; El Niño; La Niña.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
4. METODOLOGIA	7
4.1. Localização da área de estudo	7
4.2. Dados Pluviométricos	8
4.3. Índice de Anomalia de Chuva – IAC	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5.1. Caracterização da precipitação	10
5.2 Índice de anomalia da chuva da Bacia do Rio Terra Nova	12
5.3 Comparação entre IAC e ENOS	14
6. CONCLUSÃO	16
8. REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

As variações no ciclo hidrológico são causadas principalmente pelas mudanças climáticas (LEI et al., 2014; DU et al., 2016; FATHI et al., 2019), sejam elas naturais ou provocadas pela ação humana, têm o potencial de ocasionar impactos irreversíveis no sistema biológico e modificar as respostas hidrológicas da bacia hidrográfica, às quais podem se manifestar tanto na dinâmica sazonal ao longo de períodos prolongados quanto nos eventos extremos (KOLLING NETO et al., 2023).

Nesse cenário, as projeções futuras dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), alertam sobre a ocorrência das alterações e mudanças no clima (IPCC, 2007, 2014, 2022). Além disso, o clima influencia o ciclo hidrológico mudando diretamente as trocas de água e energia, os quais influenciam indiretamente a dinâmica da vegetação (DONOHUE et al., 2012; SHI et al., 2013; PIAO et al., 2015; ZHANG et al., 2015; NING et al., 2019).

Os fenômenos atmosféricos, que ocorrem na camada da atmosfera terrestre chamados El Niño e La Niña, juntos formando o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), originarem-se no Oceano Pacífico e exercerem impactos significativos no clima global, manifestando-se de maneiras distintas, resultando em efeitos climáticos diversos ao redor do mundo (FERREIRA et al., 2022). Essas alterações do comportamento climático, exercem influência nos padrões de chuva no Nordeste Brasileiro (NEB), variando a intensidade conforme a localização do estado na região (MOURA et al., 2019).

Nas regiões áridas e semiáridas há um aumento de escassez d'água nessas áreas (ABID et al., 2023). Portanto, em relação às suas características climáticas, a região Nordeste do Brasil onde se encontra o semiárido é propícia a períodos de secas (KOCH et al., 2020). Sendo conhecida pela sua alta variabilidade espacial e temporal da precipitação e apresentando rios intermitentes (WHEATER, 2002; BALME et al., 2006; YAKIR; MORIN, 2011). Nessas áreas existe uma maior vulnerabilidade às mudanças climáticas e às atividades humanas (HUANG et al., 2017).

As bacias hidrográficas são unidades físicas, onde constitui aspecto de planejamento, distribuição e avaliação na gestão dos recursos hídricos, os quais possui áreas naturais de captação de águas pluviais, e locais com intensa atividade humana (RAJASEKHAR et al., 2020; QUEVEDO et al., 2020; SANTANA et al., 2022). A bacia do rio Terra Nova (BHRTN), localizada na região semiárida do estado de Pernambuco, Brasil, faz parte dos principais afluentes do rio São Francisco. Apresenta regime de chuvas de longos períodos de estiagem

com secas prolongadas, sendo uma característica desta região (PADILHA; ZANGHETIN; ORTEGA, 2004)

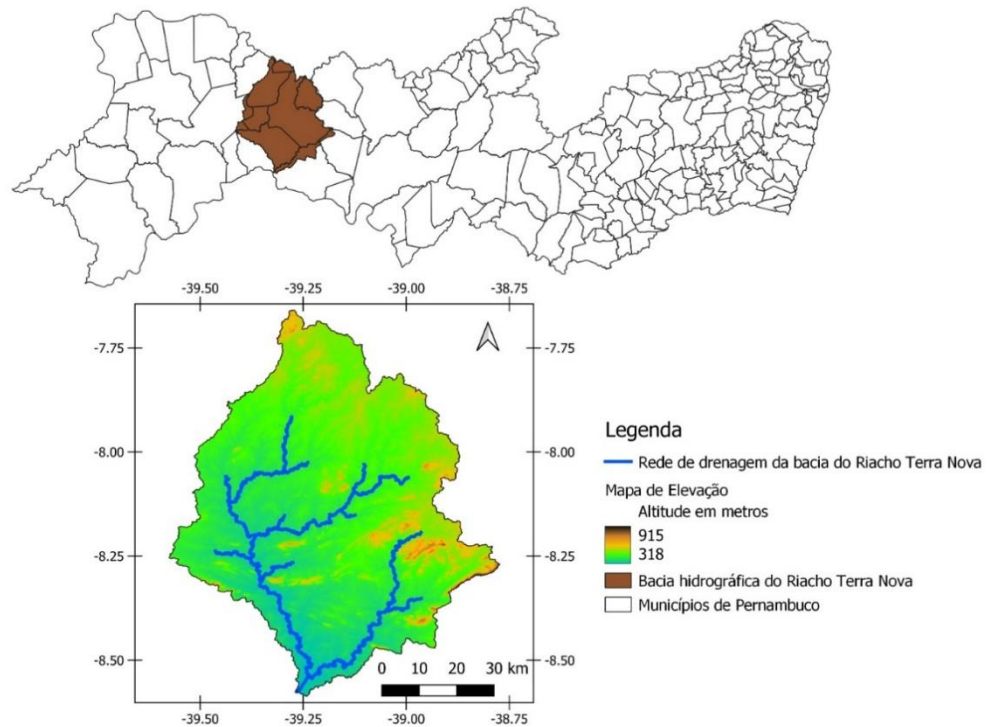
Diante disso, considerando a escassez de estudos voltados para os aspectos das mudanças climáticas e o impacto desses eventos na bacia do rio Terra Nova, é necessário investigar quais os efeitos que as mudanças climáticas podem causar na disponibilidade hídrica no semiárido nordestino. Logo, esta pesquisa busca compreender os impactos climáticos, especialmente em áreas naturalmente sujeitas as variações nas precipitações, e que ao longo do tempo têm enfrentado períodos prolongados de escassez hídrica, contribuindo assim para uma gestão mais efetiva dos recursos hídricos. Sendo assim, o objetivo desse estudo é analisar os eventos pluviométricos em período anual na Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova (Pernambuco), utilizando séries históricas de precipitação para o período de 1960 a 2022.

4. METODOLOGIA

4.1. Localização da área de estudo

A área da pesquisa corresponde à bacia hidrográfica do rio Terra Nova, inserida no Sertão de Pernambuco, apresentada pela Figura 1. Está localizada, entre as coordenadas geográficas de 7° 40' 20" e 8° 36' 57" latitude sul, e 38° 47' 04" e 39° 35' 58" de Longitude oeste. A bacia Terra Nova faz parte bacia do Rio São Francisco, apresentando uma área de 4.887,71 km², que corresponde a 4,97% da área do Estado, possui uma área de drenagem que consiste em 12 municípios, distribuídos em três pontos, sendo esses três inseridos na bacia, compreendendo a Cedro, Salgueiro e Terra Nova; dois possuem sede na bacia, Serrita e Verdejante; e 7 estão parcialmente inseridos, Belém do São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Mirandiba, Orocó, São José do Belmonte e Parnamirim (APAC, 2023)

Figura 1: Localização das estações pluviométricas da Bacia Hidrográfica de Terra Nova, Pernambuco - Brasil.



Fonte: Autor (2023).

4.2. Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos foram obtidos através da Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC). Foi realizado o levantamento dos dados de precipitação pluviométrica anuais de (1960-2022) para os 12 municípios inseridos total ou parcialmente na bacia.

Após a seleção dos postos pluviométricos foram construídos gráficos das séries temporais de 1960 a 2022 para avaliar a distribuição das chuvas na bacia. Foi utilizado como critério de escolha a disponibilidade de séries históricas com maior quantidade de dados. Alguns municípios possuem dados históricos diferentes com dados insuficiência ou ausência de dados. -Terra Nova (59 anos), Verdejante (59 anos), Cabrobó (61 anos), Salgueiro (59 anos), Cedro (59 anos), Parnamirim (59 anos), Belém de São Francisco (59 anos), Serrita (59 anos) e Mirandiba (59 anos) - APAC.

Para conseguir analisar a possível influência do ENOS sobre o regime pluviométrico. Foram adquiridos dados relacionados ao fenômeno El niño Oscilação-Sul (ENOS), por meio do Climate Prediction Center (CCP - Centro de Previsão Climática) (NOAA, 2023). Considerando o período de 1960 a 2022. A classificação e estratificação dos eventos ENOS conforme a sua intensidade (baseada no ION) teve como base os critérios apresentados pelo Golden Gate Service (2012), apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos eventos ENOS de acordo com o ION

Classificação	El Niño	La Niña
Forte	$\geq 1,5$	$\leq -1,5$
Moderado	1 a 1,4	-1 a -1,4
Fraco	0,5 a 0,9	-0,5 a -0,9
Neutro	-0,4 a 0,4	-

Fonte: Adaptado de Golden Gate Service (2012).

4.3. Índice de Anomalia de Chuva – IAC

Para caracterização dos anos secos e chuvosos da bacia hidrográfica do rio Terra Nova, foi utilizado o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), que analisa a frequência que ocorrem anos secos e anos chuvosos e a intensidade do evento. Seguindo a metodologia de Van- Rooy (1965). Para classificar as magnitudes de anomalias de precipitação positivas e negativas de acordo como Equações (1) e (2).

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

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

Sendo:

N = precipitação anual (mm);

N= precipitação média anual da série histórica (mm);

M= média das 10 maiores precipitações
anuais da série histórica (mm);

X= média das 10 menores precipitações anuais da série histórica (mm).

As anomalias positivas são valores acima da média e as negativas, abaixo da média, e sua classificação pode ser avaliado conforme a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Intervalos e categorias de intensidade dos anos secos e chuvosos extremos, conforme Índice de Anomalia de Chuva (IAC) por Van- Rooy (1965).

AIC	Categorias de intensidade
≥ 3	Extremamente úmido
2.00 a 2.99	Muito úmido
1.00 a 1.99	Moderadamente úmido
0.50 a 0.99	Ligeiramente úmido
-0.49 a 0.49	Normal
-0.99 a -0.50	Ligeiramente seco
-1.99 a -1.00	Moderadamente seco
-2.99 a -2.00	Muito seco
≤ -3.00	Extremamente seco

Fonte: Van- Rooy (1965).

Utilizou-se a metodologia acima para realizar o cálculo do IAC nos dados obtidos das estações da BHTR e depois classificou de acordo como a Tabela 2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização da precipitação

Com base na série histórica de dados (1960 a 2022) de precipitação pluviométrica anual para curso da Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova. É possível observar na Tabela 3 os municípios das estações pluviométricas utilizadas no estudo, bem como o número total de ocorrência de eventos de chuva e o valor médio anual observado em cada série histórica.

Percebe-se que a estação Cedro indicou a maior precipitação média anual no período adotado (682,1 mm), onde se destacou a estação de Mirandiba com médias anuais de (613,7 mm). Enquanto as estações de Parnamirim (483,6 mm) e Belém de São Francisco (467,0 mm) indicaram menores médias, devido à ausência e a insuficiência de dados de alguns municípios não foi possível fazer uma análise do comportamento das chuvas da Bacia. Além disso, foi possível perceber que existe um padrão de precipitação em relação as outras estações, mantendo-se abaixo da média de chuva da bacia.

Tabela 3. Precipitação média anual da área de estudo

Código do posto	Cidade	Total de Eventos	Média anual (mm)	Coefficiente de Variação (%)
257	Belém de São Francisco	59	467,0	43,1
333	Cabrobó	61	517,5	43,2
82	Cedro	59	682,1	41,5
54	Mirandiba	59	613,7	36,3
470	Parnamirim	59	483,6	50,0
8	Salgueiro	59	573,4	33,7
331	Serrita	59	581,2	39,5
330	Terra Nova	59	597,7	41,2
181	Verdejante	59	532,0	58,1

Fonte: Autor (2024)

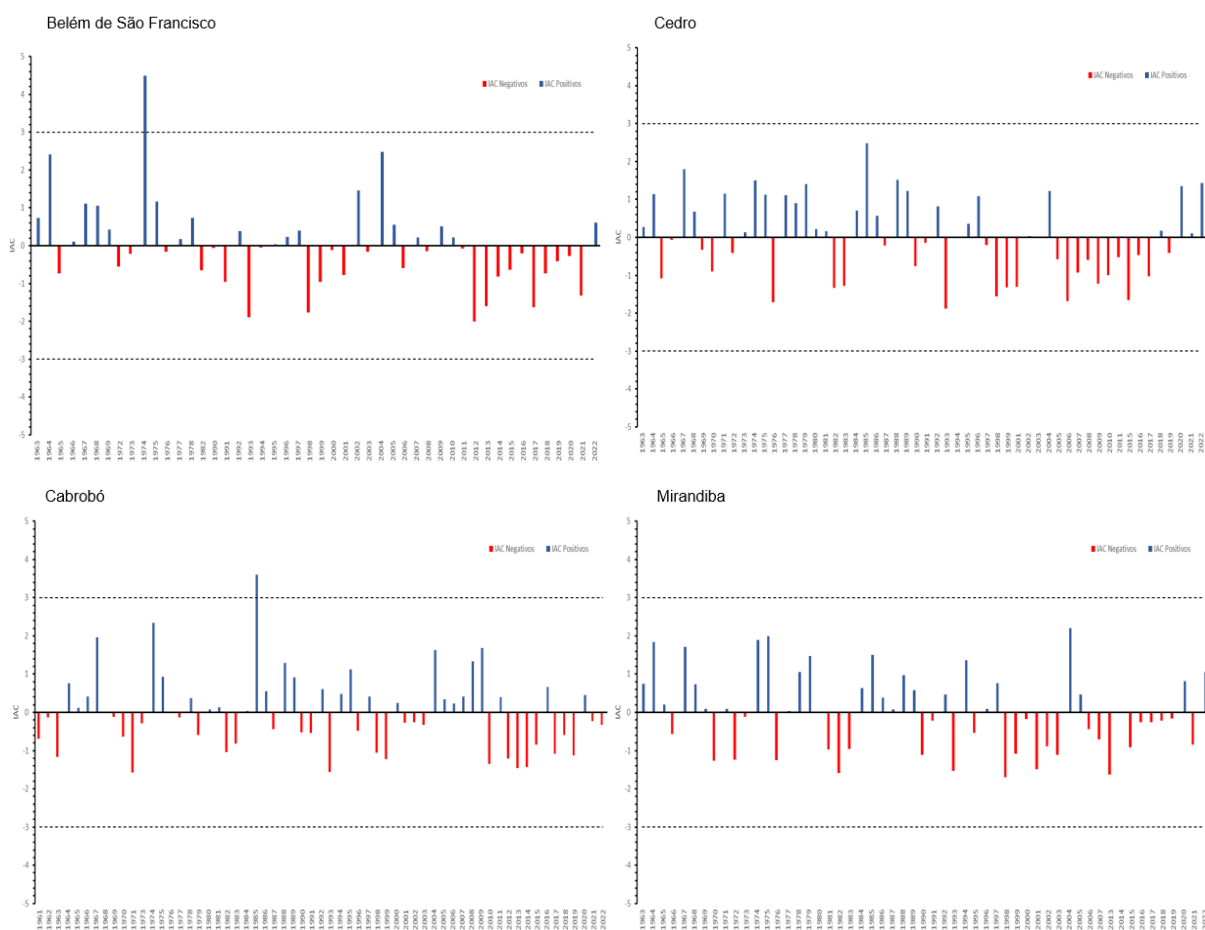
Diante da sua localização geográfica, a região apresenta características físicas intrínsecas que a tornam propensa a tais eventos, agravadas pelas ações antrópicas que têm exacerbado essas ocorrências. Isso, por sua vez, tem gerado impactos significativos nos aspectos socioeconômicos, políticos e ambientais (SILVA et al., 2023)

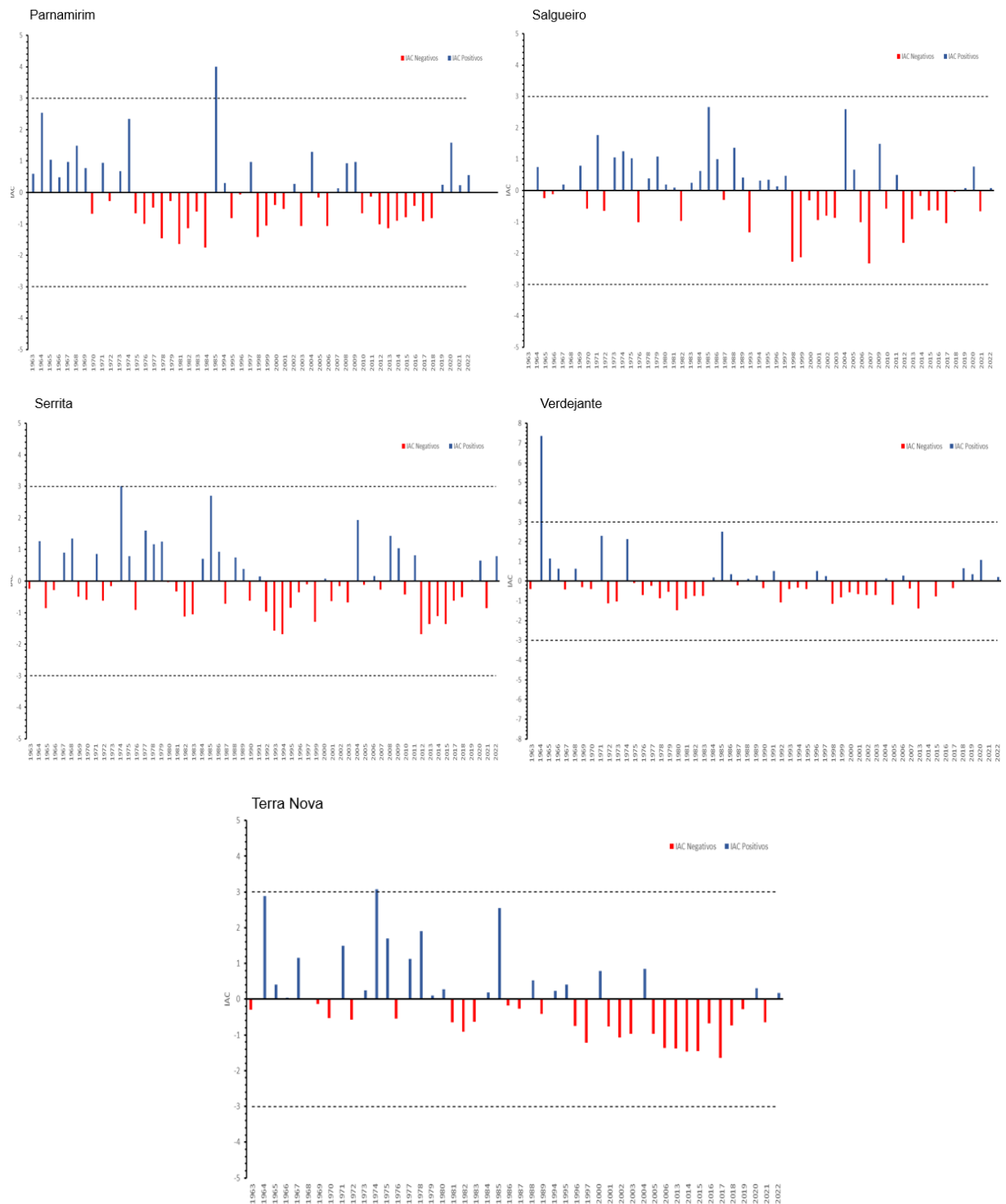
Nisso, as precipitações representam um dos elementos fundamentais nas regiões tropicais, exercendo influência direta e indireta sobre as atividades humanas, a economia e o meio ambiente (SILVA et al., 2022). Vale ressaltar também que, o entendimento das características dessa variável é crucial para o planejamento e monitoramento dos impactos decorrentes tanto do excesso quanto da escassez de chuvas (SPECIAN et al., 2014; NUNES et al., 2016)

5.2 Índice de anomalia da chuva da Bacia do Rio Terra Nova

As estações pluviométricas selecionadas para o presente estudo são caracterizadas por sequências de anos com ocorrência de anomalias negativas e sequências de anos com ocorrência de anomalias positivas (Figura 2). Verificou-se que durante o período estudado, nenhum dos municípios apresentaram extremos secos, ou seja, valores de IAC inferiores a -3, respectivamente. Percebeu-se que os postos apresentaram uma certa semelhança entre anos secos.

Figura 2. Índice de Anomalia de Chuva da bacia do rio Terra Nova - Pernambuco.





Fonte: Autor (2023).

Em relação às anomalias anuais de chuva, estudos constataram a presença de eventos anuais extremos ao analisarem dados pluviométricos de 14 estações localizadas na sub-bacia hidrográfica do rio Piracuruca, situada entre os estados do Ceará e do Piauí (SANTOS et al., 2020). Em contraste a esses dados, ao analisarem bacias semiáridas, não identificaram a

presença de anos excepcionalmente úmidos ou secos entre 1962 e 2015 na bacia hidrográfica de Piranhas-Açu, abrangendo os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, Brasil (MUTTI et al. 2020).

O índice de Anomalia de Chuva (IAC) da bacia do rio Terra Nova tem algumas peculiaridades no decorrer do tempo, pois nas décadas de 60 a 80 os valores positivos eram em maior número, mas com alternância com os valores negativos. Nota-se que os anos de maior anomalia foram 1964, 1974 e 1985 nos municípios estudados. Verificou-se que durante o período estudado da análise da precipitação no Submédio da bacia do rio São Francisco, utilizando o Índice de Anomalia de Chuva, revelaram uma tendência consistente de redução nos totais pluviométricos, fenômeno que se intensificou a partir da década de 1980 (ASSIS et al., 2015).

Contudo, observou-se uma diminuição dos anos classificados como chuvosos e aumento dos anos de seca, caracterizada pelas anomalias negativas, entre os anos de 2012 e 2017. No município de Belém de São Francisco (Figura 2), os anos secos foram mais frequentes que os anos chuvosos ou anos de variabilidade normal, destacando-se 2012 como muito seco e 2013 a 2021 como seca moderada, o ano de 1974 como extremamente úmido e os anos de 1964 e 2005 como muito úmido.

Para Cabrobó, Parnamirim, Verdejante, Serrita e Terra nova (Figura 2), os anos 1964 e 1985 se destacaram, pois indicaram os picos positivos de destaque no IAC maiores +3, sendo classificados como extremamente úmidos. Além disso, nota-se que houve predomínio de anomalias negativas sobre positivas nestes municípios.

Em Cedro, Mirandiba e Salgueiro (Figura 2), observa-se que nenhum ano foi classificado como extremamente úmido e extremamente seco. Os valores do IAC oscilaram anos de seca moderada, com variabilidade normal ou úmido, ou pouco úmido.

Nesse sentido, diversos elementos como a variabilidade espacial da precipitação, vinculada a fenômenos de mesoescala e fatores topoclimáticos, podem fornecer explicações para a manifestação de eventos extremos ou sua ausência em diferentes pontos em uma mesma região de clima semiárido (COSTA et al., 2021)

5.3 Comparação entre IAC e ENOS

Verifica-se a comparação entre o IAC e os eventos ENOS (Tabela 4), que no ano de maior valor IAC (1964), não houve os eventos ENOS. Para os anos de 1974 e 1985 considerado extremamente úmido e para esses mesmos anos ocorreu o La Niña fraco e forte, observa-se que

os anos com IAC superior a 3,0, apresentaram influência do fenômeno La niña ou são neutros, podendo ser relacionados ao dipolo do atlântico, pois valores situados na referida classe possuem dipolo negativo, sendo favorável às chuvas. Os anos com IAC abaixo de -3,0, classificados como muito secos ou extremamente secos, ocorreram em sua maioria com influência de fenômenos El niño. Tal fato mostra que há influência do referido fenômeno e relaciona-se com a fase positiva do dipolo do atlântico, que é desfavorável às chuvas.

Essa variabilidade anual da precipitação, principalmente no estado de Pernambuco, é resultado de uma interação complexa entre vários fatores, incluindo a geografia local e a influência de fenômenos atmosféricos e oceânicos (SILVA et al., 2022). Além disso, a maioria dos anos com chuvas abaixo da média em Pernambuco, foram associados ao fenômeno El Niño e/ou à fase positiva do Gradiente de Anomalia da TSM no Atlântico Tropical (COSTA et al., 2021).

Tabela 4–Relação IAC e o evento ENOS

Ano	IAC	El Niño	Dipolo	La Niña	Dipolo
1964	Extremamente úmido	-	Neutro	-	-
1974	Extremamente úmido	-	-	Forte	Negativo
1985	Extremamente úmido	-	-	Fraco	Negativo
2012	Seca moderada	-	-	Fraco	Positivo
2013	Seca moderada	-	-	-	-
2014	Seca moderada	Fraco	Negativo	-	-
2015	Pouco seco	Fraco	Positivo	-	-
2016	Pouco seco	Forte	Positivo	Fraco	Positivo
2017	Pouco seco	-	-	Fraco	Positivo

Fonte: Autor (2023)

Quando se verifica as anomalias positivas, é possível verificar que do período analisado, ocorreram concomitantemente La Niña e fase negativa do dipolo. Contrariamente, diversos estudos apontam para uma associação entre a incidência de períodos de seca no Nordeste do Brasil e a presença do fenômeno El Niño (fases positivas do Pacífico) (KANE, 1989; RODRIGUES et al., 2017). Durante o intervalo entre 1997 e 1998, quando o El Niño foi classificado como o mais intenso do século passado (SANTOS; MENDES, 2020), isso culminou em anomalias de precipitação extremamente desfavoráveis em algumas áreas do Sertão de Pernambuco. (SILVA et al., 2017). Com isso, a utilização do IAC possibilitou avaliar e classificar o grau de severidade dos períodos secos e chuvosos na Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova.

6. CONCLUSÃO

Por meio do presente estudo foi possível constatar que as precipitações da Bacia Hidrográfica do Rio Terra Nova são concentradas e possuem alta variabilidade, considerando a série histórica entre 1960 e 2022.

A análise pluviométrica via IAC, para o período de 1960 a 2022, permitiu inferir que houve predomínio de anos secos, enquanto os anos de 1964, 1974 e 1985 foram extremamente chuvosos dos anos analisados. Essa dinâmica das precipitações está associada à ocorrência dos fenômenos de ENOS, bem como das fases positivas e negativas do Dipolo do Atlântico.

Destaca-se, por fim, que as informações aqui expostas sublinham a importância de estudos mais abrangentes e interdisciplinares na área da Bacia do Rio Terra Nova. Tais estudos visam compreender tanto o impacto quanto as consequências da dinâmica pluviométrica sobre os sistemas ambientais e, por conseguinte, sobre as atividades humanas.

8. REFERÊNCIAS

ADIB, A.; HAIDARI, B.; LOTFIRAD, M.; SASANI, H. Evaluating climatic change effects on EC and runoff in the near future (2020–2059) and far future (2060–2099) in arid and semi-arid watersheds. **Applied Water Science**, v. 13, n. 6, p. 122, 2023. <https://doi.org/10.1007/s13201-023-01926-1>

Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC. Monitoramento Pluviométrico. Disponível em < <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php> >. Acesso em 25 de abri. de 2023.

Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. Bacias Hidrográficas – Rio Terra Nova. Disponível em: < <http://200.238.107.184/bacias-hidrograficas/40-bacias-hidrograficas/207-bacia-do-rio-terra-nova>>. Acesso em: 24 de mai. de 2023.

ASSIS, J. M. O. D. **Variabilidade do clima e cenários futuros de mudanças climáticas no trecho submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. 2016. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2016.

ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. M. Análise climática da precipitação no submédio da bacia do Rio São Francisco com base no índice de anomalia de chuva. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB)**, s/v, n. 36, p. 115-127, 2015.

BALME, M.; VISCHER, T.; LEBEL, T.; PEUGEOT, C.; GALLE, S. Assessing the water balance in the Sahel: Impact of small scale rainfall variability on runoff: Part 1: Rainfall variability analysis. **Journal of Hydrology**, v. 331,s/n, p. 336-348, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.05.020>

COSTA, S. A. T.; BEZERRA, A. C.; DE ARAÚJO, A. M. Q.; DA SILVA, M. F.; NETO, J. F. D. C.; ALVES, R. M.; SOUZA, L. S. B. Dinâmica espaço-temporal das anomalias de precipitação em uma região semiárida, Nordeste do Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 18, n. 14, p. 1-15, 2021.

DONOHUE, R. J.; RODERICK, M. L.; MCVICAR, T. R. Roots, storms and soil pores: Incorporating key ecohydrological processes into Budyko's hydrological model. **Journal of Hydrology**, v. 436, s/n, p. 35-50, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.033>

DU, C.; SUN, F.; YU, J.; LIU, X.; CHEN, Y. New interpretation of the role of water balance in an extended Budyko hypothesis in arid regions. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 20, n. 1, p. 393-409, 2016. <https://doi.org/10.5194/hess-20-393-2016>

FATHI, M. M.; AWADALLAH, A. G.; ABDELBAKI, A. M.; HAGGAG, M. A new Budyko framework extension using time series SARIMAX model. **Journal of hydrology**, v. 570, s/n, p. 827-838, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.01.037>

FERREIRA, L. C. V.; BATISTA, G. R.; SOUZA COSTA, C. E. A.; DE MIRANDA, S. B. D. A.; MORAIS DIAS, G. F. Os índices de anomalia de chuva e sua relação com o El Niño oscilação sul na bacia hidrográfica do rio Tapajós. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e169111738004-e169111738004, 2022.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. ENSO Years based on Oceanic Niño Index (ONI),(2012). <https://ggweather.com/enso/oni.htm>

HUANG, J; LI, Y.; FU, C.; CHEN, F.; FU, Q.; DAI, A.; WANG, G. Dryland climate change: Recent progress and challenges. **Reviews of Geophysics**, v. 55, n. 3, p. 719-778, 2017.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis** Cambridge: IPCC, 18 p., 2007. <https://doi.org/10.1002/2016RG000550>

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** CORE WRITING TEAM, PACHAURI, R.K.; MEYER, L.A. (eds.). Geneva: IPCC, 151 p., 2014

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability 2022** Geneva: IPCC, 3670 p., 2022.

KANE, R. P. Relationship between the southern oscillation/El Niño and rainfall in some tropical and midlatitude regions. **Proceedings of the Indiana Academy of Sciences**, v.98,n.3, p. 223-235, 1989 <http://dx.doi.org/10.1007/BF02881825>

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V.; FERREIRA DE SOUZA, R. A. Relations between ENSO and the South Atlantic SST modes and their effects on the South American rainfall. **International Journal of Climatology**, v. 33, n. 8, p. 2008-2023, 2013.

KENDALL, M. G. *Métodos de correlação de classificação*, 4ª ed.; Charles Griffin & Company Ltd.: Londres, Reino Unido, 1975.

KOCH, H.; SILVA, A. L. C.; LIERSCH, S.; DE AZEVEDO, J. R. G.; HATTERMANN, F. F. Effects of model calibration on hydrological and water resources management simulations under climate change in a semi-arid watershed. **Climatic Change**, v. 163, s/n, p. 1247-1266, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02917-w>

KOLLING NETO, A.; PAIVA, R. C. D. D.; COLLISCHONN, W.; RIBEIRO, L. D. C.; MIRANDA, P. T.; FAGUNDES, H. D. O.; ... SOUZA, S. A. D. Sensibilidade de vazões às mudanças climáticas do regime de precipitação na América do Sul. **Encontro Nacional de Desastres. Eventos extremos e sociedade sob a perspectiva das mudanças climáticas. Porto Alegre: ABRHidro**, v. 3, s/n, p. 1-4. 2023.

KUCHARSKI, F.; POLZIN, D.; HASTENRATH, S. Teleconnection mechanisms of Northeast Brazil droughts: modeling and empirical evidence. **Revista brasileira de Meteorologia**, v. 23, s/n, p. 115-125, 2008.

LEI, H.; YANG, D.; HUANG, M. Impacts of climate change and vegetation dynamics on runoff in the mountainous region of the Haihe River basin in the past five decades. **Journal of Hydrology**, v. 511, s/n, p. 786-799, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.02.029>

MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica: Journal of the econometric society**, p. 245-259, 1945.

MARENGO, J. A.; WILLIAMS, E. R.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R.; RODRIGUEZ, D. A. Extreme seasonal climate variations in the Amazon Basin: droughts and floods. **Interactions between biosphere, atmosphere and human land use in the Amazon Basin**, v. 227 s/n, p. 55-76, 2016.

MOURA, M. S. B.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA, T.G.F.; SOUZA, W.M. Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro. In: Luciano Feijão Ximenes, Maria Sonia Lopes da Silva, Luiza Teixeira de Lima Brito. (Org.). **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. 1ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, v.1, p. 85-104. 2019.

MUTTI, P.R.; ABREU, L. P.; ANDRADE, L. M. B.; SPYRIDES, M. H. C.; LIMA, C. K.; OLIVEIRA, C. P.; DUBREUIL, V.; BEZERRA, B. G. Uma estrutura detalhada para a caracterização da climatologia das chuvas em bacias semiáridas. **Theoretical and Applied Climatology**, V.1, S/N, P.109-125, 2020.

NING, T; ZHOU, S.; CHANG, F.; SHEN, H.; LI, Z.; LIU, W. Interaction of vegetation, climate and topography on evapotranspiration modelling at different time scales within the Budyko framework. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 275, s/n, p. 59-68, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.05.001>

NOAA -National Oceanic and Atmospheric Administration. **Oceanic Niño Index (ONI)**. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php < Acesso em 22 de Nov. de 2023.

NUNES, M. C. M.; DA SILVA, S. M. A.; NEVES, R. J.; NERY, J. T. Comportamento da precipitação pluvial do município de Cáceres Pantanal Mato-Grossense no período de 1971 a 2011. **Científica**, v. 44, n. 3, p. 271-278, 2016.

PADILHA, J. A.; ZANGHETIN, M. F. L.; ORTEGA, E. O uso da água nas micro-bacias hidrográficas do semi-árido do nordeste brasileiro e o conceito base zero. In: **Proceedings of IV Biennial International Workshop “Advances in Energy Studies”**. Unicamp, Campinas, SP, Brazil. p. 65-72, 2004.

PIAO, S.; YIN, G.; TAN, J.; CHENG, L.; HUANG, M.; LI, Y.; WANG, Y. Detection and attribution of vegetation greening trend in China over the last 30 years. **Global change biology**, v. 21, n. 4, p. 1601-1609, 2015. <https://doi.org/10.1111/gcb.12795>

QUEVEDO, C. P.; JIMÉNEZ-MILLÁN, J.; CIFUENTES, G. R.; JIMÉNEZ-ESPINOSA, R. Clay mineral transformations in anthropic organic matter-rich sediments under saline water environment. Effect on the detrital mineral assemblages in the upper Chicamocha river basin, Colombia. **Applied Clay Science**, v. 196, s/n, p. 105776, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105776>

RAJASEKHAR, M.; RAJU, G. S.; RAJU, R. S. Morphometric analysis of the Jilledubanderu river basin, Anantapur District, Andhra Pradesh, India, using geospatial

technologies. **Groundwater for Sustainable Development**, v. 11 ,s/n, p. 100434, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100434>

RODRIGUES, L. O.; SOUZA, W. M.; OLIVEIRA, C. V. S.; PEREIRA, M. L. T. Influência dos eventos de El Niño e La Niña no regime de precipitação do Agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.6, p. 1995-2009, 2017.

SANTANA, T. C.; GUISELINI, C.; CAVALCANTI, S. D. L.; DA SILVA, M. V.; VIGODERIS, R. B.; JÚNIOR, J. A. S.; JARDIM, A. M. D. R. F. Quality of rainwater drained by a green roof in the metropolitan region of Recife, Brazil. **Journal of Water Process Engineering**, v. 49, s/n, p. 102953, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102953>

SANTOS, F. A.; MENDES, L. M. S.; BRITO DA CRUZ, M. L. Avaliação de ocorrências de eventos climáticos extremos na sub-bacia hidrográfica do rio Piracuruca. **GEOgrafias**, v.28 n.1, p.43-6, 2020

SANTOS, L. S.; MENDES, L. A. Influência da oscilação da temperatura do oceano pacífico equatorial no regime de precipitação da região hidrográfica do Atlântico Leste. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n. 4, p.1502-1518, 2020

SEN, P. K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. **Journal of the American statistical association**,. 1379-1389, 1968.

SHI, X.; MAO, J.; THORNTON, P.E.; HOFFMAN, F.M.; POST, W.M. The impact of climate, CO₂, nitrogen deposition and land use change on simulated contemporary global river flow. **Geophys. Res. Lett.** v. 38, n.8, p. 6, 2013.

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

SILVA, N. G.; DE ALMEIDA, F. F. A.; SALES FILHO, R. L. M.; DE SOUZA, W. M.; GALVÍNCIO, J. D. Vulnerabilidade ambiental e socioeconômica aos eventos extremos de precipitação relacionados a seca no semiárido nordestino—Estudo de caso da Bacia Hidrográfica de Terra Nova—Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 3, p. 1490-1510, 2023.

SILVA, S. D. A. **Análise das interações entre variabilidade climática e cobertura da terra no regime hidrológico da Bacia Hidrográfica Interestadual do Rio Mundaú (Pernambuco/Alagoas)**. 2020. 153f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Recife, 2020

SILVA, T. R. B. F.; SANTOS, C. A. C. D.; SILVA, D. J. F.; SANTOS, C. A. G.; DA SILVA, R. M.; DE BRITO, J. I. B. Climate indices-based analysis of rainfall spatiotemporal variability in Pernambuco State, Brazil. **Water**, v. 14, n. 14, p. 2190, 2022.

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

VAN-ROOY, M.P. **A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space**, Notes, 14, 43, 1965.

WHEATER, H.; AL-WESHAH, A. **Hydrology of Wadi Systems: IHP Regional Network on Wadi Hydrology in the Arab Region, in Cooperation with the Arab League Educational, Cultural and Scientific Organization (ALESCO) and the Arab Centre ACSAD**. Unesco, v.55, s/n, p. 5-23, 2002.

YAKIR, H; MORIN, E. Hydrologic response of a semi-arid watershed to spatial and temporal characteristics of convective rain cells. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 1, p. 393-404, 2011. <https://doi.org/10.5194/hess-15-393-2011>

ZHANG, S.; YANG, H.; YANG, D.; JAYAWARDENA, A.W. Quantifying the effect of vegetation change on the regional water balance within the Budyko Framework. **Geophys. Res. Lett.** v. 43, s/n, p.9, 2015