

Precipitação pluviométrica no Submédio São Francisco: levantamento bibliográfico das bacias hidrográficas de Pernambuco

Nara Tôrres Silveira^{1*}, Mariana Aragão da Silva², Gabriel Antonio Silva Soares³, Raphaela Karinne dos Santos Bello⁴, Verissimo Ribeiro Pinheiro Neto⁵, Josicleida Domiciano Galvêncio⁶

¹Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. (*Autor correspondente: naarasilveira@gmail.com).

²Gestora Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Brasil.

³Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

^{4,5}Graduanda(o) em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

⁶Professora Titular do Departamento de Ciências Geográficas e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Histórico do Artigo: Submetido em: 08/05/2024 – Revisado em: 07/08/2024 – Aceito em: 24/09/2024

RESUMO

A precipitação determina as principais características do clima e se apresenta como a principal fonte de entrada de água para o sistema hidrológico no Semiárido Nordeste. Investigações acerca da precipitação podem quantificar a disponibilidade temporal e espacial dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, consideradas unidades de planejamento e gestão ambiental. Este artigo teve o objetivo desenvolver um levantamento bibliográfico sobre os dados de precipitação das bacias hidrográficas do submédio São Francisco, com enfoque para o estado de Pernambuco. Para esta pesquisa, o portfólio bibliográfico foi composto por 45 trabalhos. O levantamento possibilitou identificar uma tendência na diminuição dos índices de precipitação das bacias de Garças, Moxotó, Terra Nova, Pontal e Pajeú. Foi possível evidenciar que houve um aumento progressivo no número de publicações sobre o tema a partir do ano de 2010. O desenvolvimento de um novo banco de dados e informações das bacias hidrográficas, poderá contribuir para a tomada de decisões mais efetivas e maior conhecimento climático em escala local, além de incentivar a realização de novas pesquisas e políticas de mitigação que atendam às necessidades humanas, à conservação do recurso e o desenvolvimento socioeconômico.

Palavras-Chaves: Semiárido, rio São Francisco, Revisão bibliográfica.

Pluviometric precipitation in Submedium São Francisco: bibliographic survey on watersheds in Pernambuco

ABSTRACT

Precipitation determines the main characteristics of the climate and serves as the primary source of water input for the hydrological system in the Northeastern Semi-Arid region of Brazil. Investigations into precipitation can quantify the temporal and spatial availability of water resources within a watershed, which are considered units for environmental planning and management. This article aimed to conduct a literature review on precipitation data from the sub-middle São Francisco River basins, with a focus on the state of Pernambuco. For this research, the bibliographic portfolio comprised 45 studies. The review identified a trend of decreasing precipitation rates in the Garças, Moxotó, Terra Nova, Pontal, and Pajeú basins. It also highlighted a progressive increase in the number of publications on the topic since 2010. The development of a new database and information system for the river basins could contribute to more effective decision-making and enhanced climatic understanding at the local level, in addition to encouraging further research and mitigation policies that address human needs, resource conservation, and socioeconomic development.

Keywords: Semiarid, São Francisco river, Literature review.

Tôrres Silveira, N., Silva, M. A., Soares, G. A. S., Bello, R. K. dos S., Pinheiro-Neto, V. R. & Galvêncio, J. D. (2024). Precipitação pluviométrica no Submédio São Francisco: levantamento bibliográfico das bacias hidrográficas de Pernambuco. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.5, n.3, p.79-95.



1. Introdução

Os efeitos das mudanças climáticas são amplamente discutidos, além de serem considerados obstáculos para o planejamento e gerenciamento dos ecossistemas das cidades. Possuem uma influência significativa sobre as atividades humanas, interferindo em variáveis como a temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos como: secas e chuvas intensas, causando impactos nos ecossistemas, na agricultura, nos recursos hídricos, em escala global, regional e local (Assis, Sobral & Souza, 2012; Assis et al., 2013).

O relatório do IPCC (2007) aponta as regiões semiáridas como as mais suscetíveis aos impactos das alterações do clima, uma vez que são áreas carentes em recursos hídricos, por apresentarem um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas (Fechine & Galvínio, 2009). Ademais, em situações de aumento na temperatura e mudanças na precipitação podem se transformar em regiões áridas, implicando diretamente no desenvolvimento socioeconômico e na subsistência da população.

O clima do Nordeste do Brasil é marcado por uma variabilidade da precipitação em diversas escalas. Segundo o Relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013), até o ano de 2040, é provável que o semiárido nordestino tenha uma redução de até 20% na precipitação. Este relatório aponta que todo o Brasil deverá ficar ao menos 3°C mais quente até o fim do século e as precipitações podem diminuir em até 40% nas regiões Norte e Nordeste (Assis, 2016).

Anjos, Wanderley e Nóbrega (2020) apontam a precipitação como uma variável essencial para estudos climáticos e ambientais. No estado de Pernambuco é considerada uma das variáveis mais importantes, já que a sua alteração espacial e temporal é determinante para caracterizar o clima local, além de possuir impacto direto no ciclo hidrológico e nos recursos hídricos (Ferreira & Souza, 2020).

Assis, Sobral e Souza (2012) afirmam que o estudo do clima é essencial para o planejamento e gestão do uso da água. Nesse contexto, a bacia hidrográfica se apresenta como peça chave de uma projeção dinâmica de inter-relações para a análise ambiental, possibilitando avaliar de modo integrado os problemas decorrentes das mudanças do clima e seus possíveis impactos e, então sugerir ações de adaptação e mitigação (Peruzzo et al., 2019) No Semiárido, as bacias hidrográficas são fundamentais para o desenvolvimento das atividades econômicas e de abastecimento humano, visto que proporcionam diferentes formas de uso e ocupação (Viana et al., 2018; Da Silva, 2012).

No que se refere a região do Submédio São Francisco (SMSF), grande parte dos rios da região é intermitente, ou seja, não apresenta águas em um período do ano, pois o fluxo é interrompido nos períodos mais severos de estiagem. Além de ser afetada pelas variações da precipitação e os impactos relacionados ao projeto de transposição das águas do rio, um dos grandes desafios é o gerenciamento dos seus reservatórios. Com o aumento da população e crescimento da agricultura irrigada e mecanizada, essa região é considerada extremamente seca e nos últimos anos vêm sofrendo com a diminuição no volume de água (Moura et al., 2006; Sobral et al., 2018; Milhorange et al., 2019). Diante do exposto, esse trabalho almeja apresentar um levantamento bibliográfico de trabalhos que investiguem sobre a interferência da precipitação pluviométrica em bacias hidrográficas localizadas no Submédio São Francisco no estado de Pernambuco.

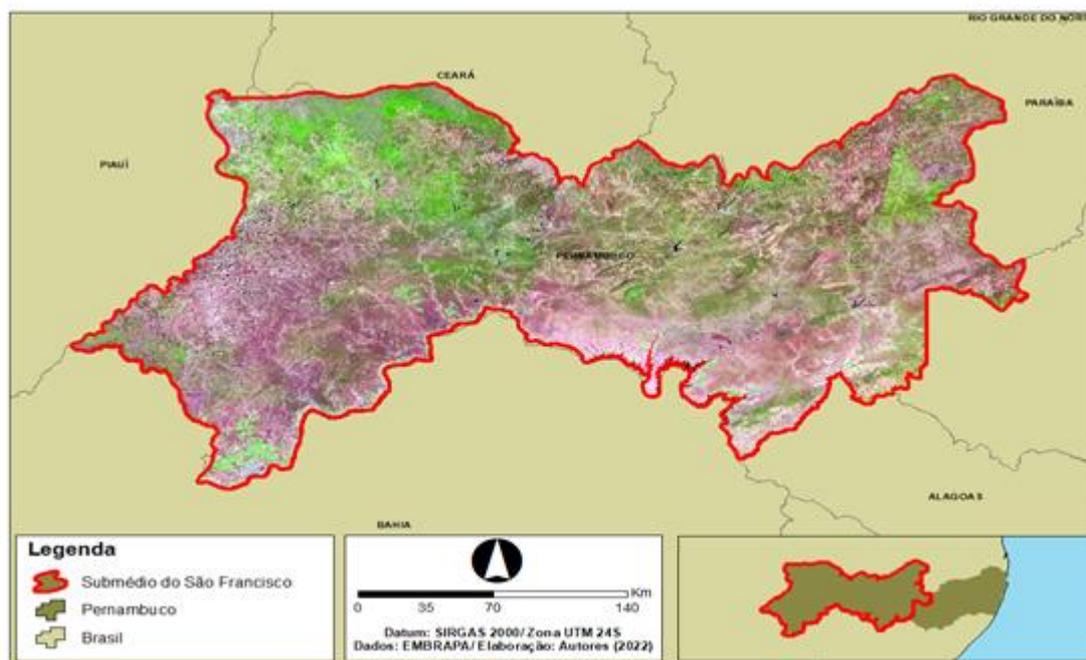
O artigo buscou levantar os principais estudos sobre as bacias hidrográficas que compõe o submédio do São Francisco na porção de Pernambuco, essas informações atreladas à gestão participativa das bacias tendem a otimizar os recursos financeiros e as tomadas de decisões, com isso, vale destacar que este artigo almeja contribuir com o indicador 13 dos objetivos do desenvolvendo sustentável (ODS) que diz: “13.3 - Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima” (UN, 2015).

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

O Submédio São Francisco (Figura 1) possui uma área de 155.637 Km², que corresponde a 17% do território da bacia do São Francisco. Abrange toda a mesorregião do Sertão de Pernambuco e está localizado na porção semiárida do Nordeste brasileiro, no oeste do estado de Pernambuco e norte do estado da Bahia, entre os meridianos 43°W e 37°W e paralelos 7°S e 12°S. Abrange mais de 50% do estado de Pernambuco, incluindo as sub-bacias dos rios Pontal, Garças, Brígida, Terra Nova, Pajeú e Moxotó e 59 municípios do estado (IPCC, 2014; CBHSF, 2015).

Figura 1 – Localização do Submédio São Francisco
Figure 1 – Location of the Submedium São Francisco



Fonte: Os autores (2023).
Source: The authors (2023)

Destaca-se que mais da metade do estado de Pernambuco está localizado no Sertão, o clima é semiárido, devido à retenção de parte das precipitações pluviais no Planalto da Borborema e às correntes de ar seco provenientes do sul da África. No semiárido é frequente a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa que, dependendo da intensidade e da duração, provocam impactos nas culturas. O semiárido inclui diversos microclimas com características próprias, com alternância de anos secos, muitos secos e chuvosos. Destacam-se as secas de: 1710-11, 1723-27, 1736-57, 1744-45, 1777-78, 1808-09, 1824-25, 1835-37, 1844-45, 1877-79, 1982-83, 1997-98 e as chuvas intensas de 1924, 1974, 2004 e 2009 (Marengo et al., 2010).

A região está inteiramente inserida no bioma Caatinga, sendo predominante o clima semiárido em aproximadamente 80% do espaço geográfico do estado pernambucano. A precipitação do clima semiárido se constitui em torno de 800 mm por ano (Sena, 2011). A área do Submédio São Francisco é caracterizada pela grande irregularidade das precipitações pluviométricas e apresenta como principal período chuvoso os meses de janeiro a abril. Os totais pluviométricos anuais oscilam, em média, entre 300 e 1200 mm, com maiores

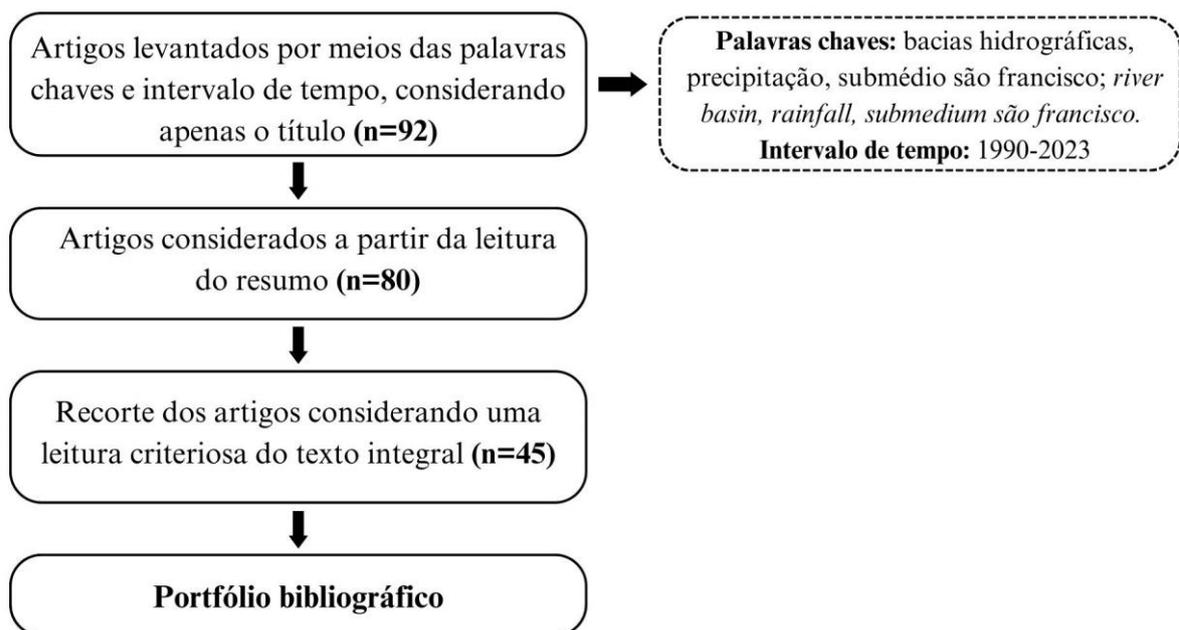
valores observados no Alto Sertão pernambucano com valores acima de 600 mm, e os menores no Sertão de São Francisco de Pernambuco com totais entre 300 e 600 mm, em média (Lacerda, 2015; Sobral et al., 2018).

2.2 Procedimentos metodológicos

O artigo foi desenvolvido com base em uma pesquisa exploratória e revisões bibliográficas acerca das principais informações sobre precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas de Pernambuco que compõem o submédio São Francisco. Segundo Silva e Menezes (2001), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema a fim de torná-lo explícito ou construir hipóteses. Para o levantamento da literatura prevista, a maioria dos artigos publicados em periódicos e anais de renome foram selecionados e analisados objetivando a inclusão apenas daqueles com relação direta a temática principal.

O material foi extraído das plataformas científicas Periódico Capes, Web of Science e Google Scholar usando critérios de busca. O primeiro critério foi o ano de publicação dos artigos. De acordo com a Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2018), o período clássico para a determinação do clima é de 30 anos, por este motivo e levando em consideração que este estudo se correlaciona com a busca em entender os principais efeitos das precipitações em bacias hidrográficas, sendo este um fator climático importantíssimo foi estabelecido um intervalo de tempo de 1990 até 2023. O segundo critério foi a aplicação das seguintes palavras chaves para ambas as plataformas: em português (bacias hidrográficas, precipitação e submédio são francisco); e, em inglês (river basin, rainfall e submedium são francisco). Os passos metodológicos estão descritos na figura 2, a seguir:

Figura 2 – Fluxograma representativo do processo de seleção dos artigos para revisão de literatura.
Figure 2 - Flowchart representative of the selection process of articles for literature review.



Fonte: Os autores (2023).
Source: The authors (2023)

3. Resultados e Discussão

Como resultado temos que na primeira busca de 2.593 foram identificados 92 artigos, partindo apenas da leitura do título. Já no segundo momento foram retirados 12 artigos da listagem a partir da leitura do resumo, pois não abordavam a temática diretamente. Com os 80 que restaram, uma leitura mais criteriosa de todo o conteúdo foi realizada e finalmente, foram selecionados 45 artigos para a construção do portfólio bibliográfico.

Foram enquadrados 45 artigos para compor o portfólio bibliográfico, destes, 40 são da língua portuguesa e 5 (cinco) da língua inglesa. Os artigos em inglês foram traduzidos para a língua portuguesa. No que se refere ao ano de publicação dos artigos selecionados, percebe-se um aumento considerável a partir do ano de 2015, conforme a Tabela 1. O referencial utilizado parte dos anos 2000 a 2023. O intervalo de anos com maior número de publicações foi de 2016 a 2019 com 29 artigos, seguido do intervalo de 2019 a 2023 com 21 artigos, correspondendo a 36,25% e 26,25% do total, nesta ordem.

Tabela 1 – Quantitativo de publicações por intervalo de anos
Table 1 – Quantity of publications by year interval

ANOS	Nº de artigos	%
2000 – 2003	03	3,75
2004 – 2006	04	5,00
2007 – 2009	06	7,50
2010 – 2012	09	11,25
2013 – 2015	08	10,00
2016 – 2019	29	36,25
2019 – 2021	18	22,50
2022 – 2023	03	3,75
TOTAL	80	100

Fonte: Os autores (2023).
Source: The authors (2023)

As produções incluídas nessa revisão estão detalhadas no Tabela 2, apresentando os(as) autores(as), o título completo do trabalho e classificadas de forma crescente. Para esta pesquisa, os trabalhos descritos foram os que contemplaram a abordagem temática sobre precipitação pluviométrica no submédio São Francisco com enfoque nas bacias hidrográficas de Pernambuco.

Tabela 2 – Detalhamento do levantamento bibliográfico
Table 2 – Details of the bibliographic survey

AUTORES (AS)	ANO	TÍTULO
GALVÍNCIO	2000	Impactos dos eventos El Niño na precipitação da bacia do rio São Francisco.
PEREIRA et al.	2003	Distribuição Espacial das Variáveis Hidrológicas na Bacia do Rio São Francisco

MOURA, SILVA & BORGES	2005	Análise da precipitação e do número de dias de chuva no município de Petrolina - PE.
MOURA et al.	2006	Variação espacial da precipitação e temperatura do ar no submédio São Francisco
GALVÍNCIO et al.	2007	Determinação das características físicas, climáticas e da paisagem da bacia hidrográfica do rio Brígida com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto
FECHINE & GALVÍNCIO	2008	Análise das precipitações mensais da bacia hidrográfica do rio Brígida no semiárido pernambucano, usando o método de Wards.
TEIXEIRA	2010	<i>Determining Regional Actual Evapotranspiration of Irrigated Crops and Natural Vegetation in the São Francisco River Basin (Brazil) Using Remote Sensing and Penman-Monteith Equation</i>
ASSIS, SOBRAL & SOUZA	2012	Análise de Detecção de Variabilidades Climáticas com Base na Precipitação nas Bacias Hidrográficas do Sertão de Pernambuco
RAMOS	2012	Variabilidade espacial e temporal de fatores edafoclimáticos na Bacia do Rio Pontal, Pernambuco
DA SILVA	2013	Influência Interdecadal (ODP e OMA) nas Cotas do Rio São Francisco
LOPES	2014	Detecção de mudança hidroclimática na bacia hidrográfica do rio São Francisco
OLIVEIRA et al.	2014	Variabilidade espaço temporal da Evaporação Potencial no submédio do rio São Francisco utilizando a análise fatorial em componentes principais
ASSIS, SOUZA & SOBRAL	2015	Análise climática da precipitação no Submédio da bacia do Rio São Francisco com base no índice de anomalia de chuva
SOUZA, ALMEIDA & CORREA	2015	Caracterização e espacialização da precipitação em bacia hidrográfica com relevo complexo: Sertão Central Pernambucano – bacia do Riacho do Saco
ALVES	2016	Variabilidade pluvial no semiárido brasileiro: impactos e vulnerabilidades na paisagem da bacia hidrográfica do rio Moxotó
ASSIS	2016	Variabilidade do clima e cenários futuros de mudanças climáticas no trecho Submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco

MENDONÇA	2016	Análise da precipitação nas mesorregiões do estado de Pernambuco
RIBEIRO	2016	Mudanças ambientais e desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú
SILVA	2016	<i>Influence of land use change on sediment yield: A case study of the sub-middle of the São Francisco river basin</i>
DIAZ	2017	Precipitação e produtividade agrícola na bacia hidrográfica do Rio Pajeú-PE: variabilidade anual e interanual.
FERREIRA et al.	2017	Avaliação da tendência espaço-temporal da precipitação pluviométrica em uma região semiárida do estado de Pernambuco
SANTOS et al	2017	<i>Estimation of evapotranspiration for different land covers in a Brazilian semi-arid region: A case study of the Brígida River basin, Brazil</i>
SILVA, MONTENEGRO & SOUZA	2017	Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco
ASSIS et al.	2018	Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais sobre os Índices Climáticos da Precipitação na Bacia do Submédio São Francisco
GOMES	2018	Detecção e atribuição de mudanças estruturais em séries temporais de precipitação: um contraste entre as Bacias do São Francisco e do Paraná.
OLIVEIRA	2018	Extremos de precipitação e vazão associados às características naturais e antrópicas das regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná.
SILVA et al.	2018	Análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica interanual e intraanual no semiárido pernambucano
SOARES et al.	2018	Indicadores Climáticos de desertificação na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, Pernambuco.
SOBRAL et al.	2018	Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos no submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco – Brasil
BERGSON; SILVA	2019	<i>Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin, Brazil from 1947 to 2012</i>

CARVALHO	2019	Estimativa do balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Pajeú utilizando o modelo Soil And Water Assessment Tool (SWAT)
COSTA	2019	Análise espaço-temporal da precipitação pluviométrica por Índice de Anomalia de Chuva (IAC) no Sertão de Pernambuco
MELO et al.	2019	Análise do balanço hídrico climatológico para a bacia hidrográfica do rio São Francisco
OLIVEIRA	2019	Modelagem espaço-temporal e análise de cenários do uso da água para irrigação no trecho submédio da bacia hidrográfica
SANTOS et al.	2019	<i>Application of Markov chains to Standardized Precipitation Index (SPI) in São Francisco River Basin</i>
ARAÚJO et al.	2020	Espacialização da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Brígida no semiárido de Pernambuco
PINHEIRO et al.	2020	Impacto da precipitação e do uso e ocupação do solo na cobertura vegetal na Caatinga
SILVA	2020	Análise da dinâmica climática em bacias semiáridas no eixo norte do projeto de transposição do rio São Francisco: contribuições para o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
CABRAL JÚNIOR et al.	2021	Análise estatística da precipitação e temperatura do ar em ambientes semiáridos
CÂMARA et al.	2021	Albedo e índice espectral de água no reservatório poço da cruz-PE e seu entorno utilizando imagens orbitais
ROSSITER et al.	2021	Transposição do Rio São Francisco: avaliação da influência do Rio Pajeú na qualidade da água da captação do eixo leste.
SILVA	2021	Tendências e extremos da pluviosidade na região hidrográfica do Rio São Francisco
ROCHA et al.	2022	Homogeneidade, Eventos Extremos e suas Causas Climáticas: Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
FRANÇA; SILVA	2023	Similaridades de eventos extremos nas sub-bacias do rio São Francisco
SILVA et al.	2023	Zoneamento e avaliação da severidade das estiagens entre os anos de 1961 até 2019 na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco com base em valores do Índice de Precipitação Padronizado

Fonte: Organizado pelos autores (2023).
Source: Organized by the authors (2023)

A bacia do rio São Francisco abrange vários estados brasileiros com uma extensão de 636.920 km² e está dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto São Francisco (ASF), Médio São Francisco (MSF), Submédio São Francisco (SMSF) e Baixo São Francisco (BSF) (Silva, 2012). O Submédio São Francisco compreende áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco, correspondendo a 17% da área total da bacia. No recorte Pernambucano, a região é composta pelas sub-bacias dos rios Pontal, Garças, Brígida, Pajeú, Moxotó e Terra Nova (Assis, 2016).

O clima predominante da região é o semiárido, com temperatura média anual de 27 °C, classificado como BSw_h, segundo Köppen-Geiger, que se refere a um clima muito quente, com estação chuvosa no verão que se atrasa para o outono, podendo não ocorrer. A precipitação anual é normalmente inferior a 750 mm (Silva et al., 2010). Segundo o último relatório do IPCC (2007), as regiões semiáridas e áridas são as mais vulneráveis aos impactos das mudanças do clima, uma vez que, a área já carente em recursos hídricos, tende para uma diminuição do regime de chuvas, ocasionando um aumento no número de dias consecutivos secos e possibilidade de ocorrência de secas mais intensas e prolongadas.

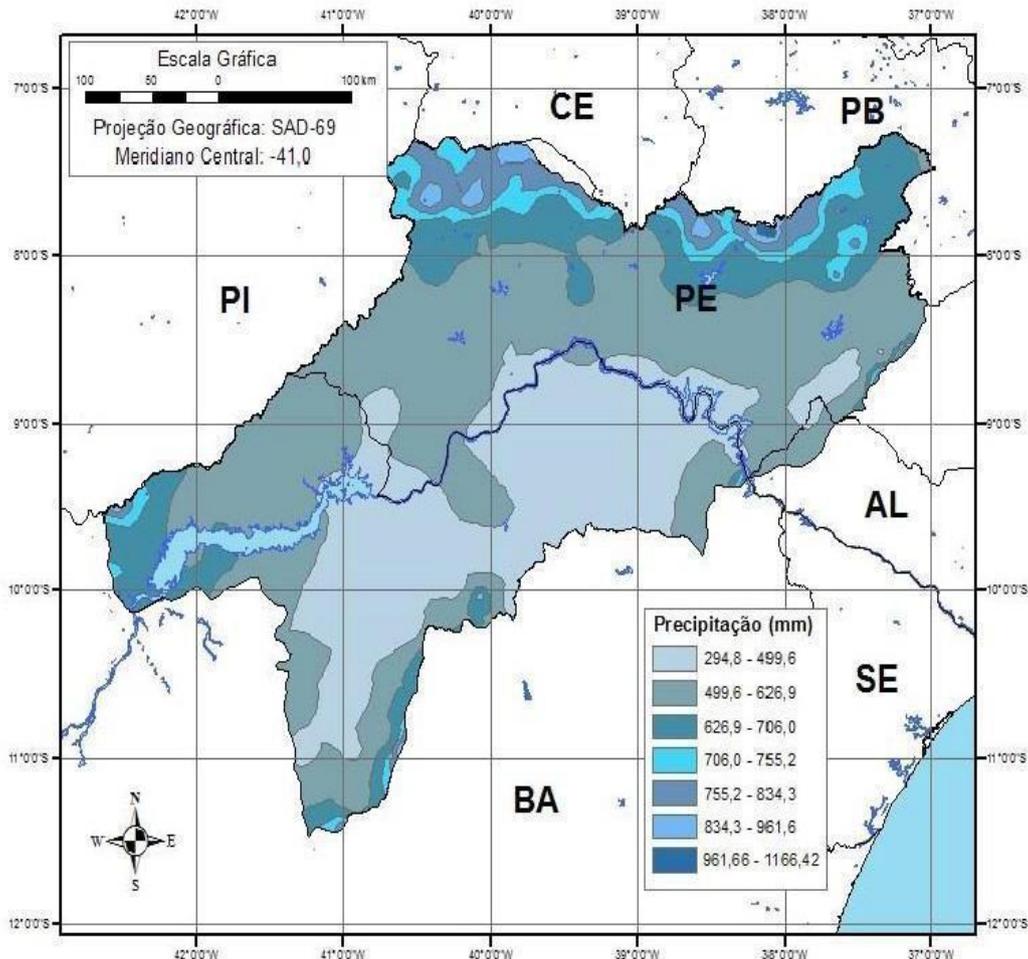
A precipitação é considerada uma das variáveis climatológicas mais relevantes para qualquer estudo que lide diretamente, ou indiretamente com o ciclo hidrológico (Souza et al., 2015). Coelho Neto (1998) afirma que “a precipitação é um importante fator-controle do ciclo hidrológico e, portanto, da regulação das condições ecológicas e geográficas, de uma determinada região”. De acordo com Souza et al. (2015) a irregularidade na sua distribuição e a presença de eventos extremos têm se mostrado como fatores limitantes ao desenvolvimento das atividades humanas, principalmente aquelas ligadas ao uso da água.

A área do SMSF é caracterizada pela grande irregularidade das precipitações pluviométricas e apresenta como principal período chuvoso os meses de janeiro a abril. A pluviosidade média anual da bacia do São Francisco é em média 950 mm, havendo uma variação expressiva dessa quantidade ao longo das sub-bacias (Silva, 2021). Silva (2021), em seu estudo, identificou que a chuva anual pode variar desde menos de 550 mm (no semiárido nordestino), até mais de 1.400 mm, nas nascentes localizadas no ASF, no estado de Minas Gerais. Para a região do semiárido nordestino, Assis (2016) descreveu uma variação de 300 a 1200 mm para os totais pluviométricos anuais, com maiores valores observados no Alto Sertão pernambucano (600 mm), e os menores no Sertão do São Francisco Pernambucano (entre 300 e 600 mm).

Rocha et al. (2022), buscaram identificar áreas homogêneas na bacia do rio São Francisco, analisando as quatro regiões fisiográficas que a compõem. Os autores observaram que as precipitações do SMSF e do BSF apresentam semelhanças. Apesar de não se adequar nas categorias de “seca extrema” ou “seca severa”, o SMSF se destaca por registrar o menor índice de “chuva extrema” e maior índice na categoria de “seca leve”. Silva e Pereira (2023) constataram que entre os anos de 2011 e 2019, pode-se observar uma década com maiores variações da precipitação e eventos de seca no submédio São Francisco, principalmente secas severas.

Diversos autores afirmam que a estação chuvosa do SMSF é de janeiro a abril com maior precipitação em março. No que tange o período seco, observa-se menor precipitação entre os meses de maio a outubro, com precipitações mínimas nos meses de agosto e setembro (Lopes, 2014; Oliveira, 2019; França & Silva, 2023; Melo, 2023). Melo (2023) destaca que a precipitação média anual é significativamente baixa, apresentando valores próximos a 44 mm, com precipitação anual de 530,5 mm. Para Moura et al. (2006), com base em mapas com os valores médios da precipitação mensal do Submédio São Francisco, perceberam que o período mais chuvoso vai de novembro a abril, enquanto o período mais seco é de junho a agosto. Observa-se que os totais anuais variam de 294,8 mm a 961,6 mm, no entanto, como visto no mapa (Figura 3), a grande maioria (45,8%) apresenta precipitação variando entre 499,65 e 626,94 mm.

Figura 3 – Espacialização da precipitação pluviométrica anual sobre o Submédio do São Francisco
 Figure 3 - Spatialization of annual rainfall over the Submedium São Francisco



Fonte: Moura et al. (2023).
 Source: Moura et al. (2023)

O SMSF compreende as mesorregiões climáticas do Sertão de Pernambuco e do São Francisco Pernambucano. A mesorregião do Sertão de Pernambuco (MSF) é composta por Araripina, Moxotó, Salgueiro e Pajeú; já a mesorregião do São Francisco Pernambucano (MSP) é composta pelas microrregiões de Itaparica e Petrolina (Mendonça, 2016). Segundo Galvêncio (2007), a precipitação dentro da bacia do Rio São Francisco está dividida em quatro faixas de volume precipitado, variando de 624,94 a 961,67 mm com maior precipitação na região da chapada do Araripe, que abrange as bacias de Brígida, Terra Nova e Pajeú.

A região da bacia do Pajeú apresenta grande variabilidade pluviométrica regional, devido a existência de brejos de altitude e a depressão sertaneja que aumentam a diferença entre as regiões de maior e menor pluviosidade (Diaz, 2017). Mendonça (2016) e Ribeiro (2016), demonstraram que a “quadra chuvosa” para a bacia do Pajeú estende-se de janeiro a abril. Com a análise da precipitação da série histórica da bacia hidrográfica do rio Pajeú, detectou-se a grande variabilidade interanual entre os anos secos e chuvosos, com predominância de anos secos. Costa (2019), em seu estudo nos municípios de Afogados da Ingazeira, Flores e

Serra Talhada situados na microrregião do Pajeú ratifica o estabelecimento da quadra chuvosa para os meses supracitados.

No que se refere às informações levantadas sobre os municípios que compõem o submédio, Souza, Almeida e Correa (2015), apresentaram para os municípios de Serra Talhada e Santa Cruz da Baixa Verde, uma média de precipitação que varia de 971 mm até 140,1 mm e 1.129,7 mm e 314,4 mm, respectivamente. Já Assis (2016) destaca que o município de Triunfo, localizado no Sertão do Pajeú de Pernambuco, é o único que apresenta totais anuais superiores a 900 mm, chegando aos 1200 mm, que é explicado pela altitude, considerado o ponto mais alto de Pernambuco. Ribeiro (2016), através de uma variação espacial também destacou o município de Triunfo como sendo uma região muito chuvosa, por se localizar em uma área de brejo de altitude, característica geográfica que influencia na precipitação. Cabral Júnior e Lucena (2021), analisaram a variabilidade da precipitação na cidade de Petrolina, entre os anos de 1977 e 2014. Os autores puderam constatar que houve um aumento médio de precipitação, de forma sucessiva, do quinquênio de 1990-1994 ao de 2000-2004, apresentando, a partir deste último, uma redução sequencial da média de chuva, atingindo 311,2 mm entre 2010-2014.

Fechine e Galvêncio (2008) identificaram grupos pluviometricamente homogêneos, por meio de uma análise de agrupamento. Os municípios de Moreilândia, Serrita, Parnamirim, Araripina e Bodocó possuem características climáticas mais homogêneas. Sendo que, Parnamirim também se assemelha às características climáticas desses municípios, mas não tão fortemente como os supracitados. Ainda no estudo de Fechine e Galvêncio (2008), os municípios de Exu e Trindade não se assemelham às variações climáticas destes municípios da bacia hidrográfica do rio Brígida. Exu e Trindade se destacam com as maiores precipitações da bacia, indicando assim o seu potencial de contribuição para o escoamento superficial da bacia hidrográfica do rio Brígida.

Assis, Sobral e Souza (2012) verificaram que na bacia do Brígida, no período estudado (1964 a 2004) houve uma diminuição em torno de 442 mm, por consequência houve um aumento em torno de 38,4 consecutivos sem chuva para as bacias do rio Brígida, consecutivamente, nos 40 anos estudados. Na esfera municipal, a precipitação em Araripina, localizada na Bacia do Rio Brígida, apresenta-se com um maior índice de chuvas nos meses de janeiro a abril (Ferreira et al., 2017). Celso (2017) neste mesmo ano em seu trabalho, identificou uma estação chuvosa bem definida entre dezembro e abril, com dados precipitação anual variando de 500 a 800 mm, com uma média de 650 mm (média de 30 anos).

Outro trabalho envolvendo o rio Brígida foi desenvolvido por Silva, Montenegro e Souza (2017), e observaram uma tendência da diminuição da precipitação total anual, da intensidade diária média de precipitação e redução de eventos com chuvas diárias maiores que 10 e 50 mm na bacia. A bacia do Brígida, que se encontra totalmente inserida no semiárido pernambucano e apresenta clima semiárido, associada às tendências de menor precipitação e rios intermitentes, pode ter seu processo de aridez acelerado e maior escassez de água (Silva, Montenegro & Souza, 2017).

Outra microrregião abordada foi a do Moxotó no estudo de Costa (2019), nele foi evidenciado que o regime pluviométrico anual de Arcoverde difere dos regimes de Sertânia e Inajá. A distribuição da precipitação anual em Arcoverde apresentou-se menos irregular ao longo do ano, onde percebeu-se um período chuvoso abrangendo sete meses (janeiro a julho), contudo os meses de maior volume para o município compreendem março a julho, que representa 63,8% no total anual. Já para Sertânia e Inajá a quadra chuvosa compreende os meses de janeiro a abril, com contribuição de 58,85% e 50,73% no total anual, respectivamente.

Câmara et al. (2021) em seu estudo de distribuição de precipitação para os anos de 2010, 2015 e 2018 apurou dados pluviométricos dos municípios de Ibimirim, Sertânia e Custódia que estão inseridos na microrregião de Moxotó, onde Ibimirim nos anos de 2010, 2015 e 2018 totalizaram 682,1 mm, 238,5 mm e 470,9mm, respectivamente, sendo que em 2018 foi analisada a ocorrência de chuva até o mês de outubro. Para o município de Sertânia em 2010 ocorreu maior precipitação acumulada e o mês de abril tendo o maior índice

pluviométrico sendo 64,4 mm. Para o município de Custódia os maiores índices pluviométricos indicaram no ano de 2018 sendo o mês de janeiro com maior valor sendo 623,6 mm em Custódia.

Alves (2016), descreveu uma média de precipitações de 453 mm para a bacia do Rio Moxotó. O resultado das precipitações apresenta concentração temporal das chuvas nos meses de março, abril, maio, junho e julho, somando 66% do total das precipitações. Os meses de agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro apresentam 34% das precipitações. Silva, Montenegro e Souza (2017), para a mesma região, apresentou um aumento dos dias consecutivos com chuva e diminuição do índice simples de intensidade diária, ou seja, é muito provável que tenha ocorrido um aumento no número de dias úmidos na bacia.

Já para a bacia do Pontal, Ramos (2012) observou que a concentração da precipitação pluvial é marcante ao longo do ano, com um período chuvoso que se concentra entre os meses de novembro a abril, com os meses de janeiro a março apresentando os de maior volume de chuva. O estudo de Moura et al. (2005) analisou os dados de precipitação pluviométrica de (1987 - 2004) para o município de Petrolina (Bacia do Rio Pontal), obtendo uma média de 520 mm anuais, dos 18 anos analisados, 11 anos apresentaram precipitação média igual a 410 mm, enquanto que nos outros 7 anos a precipitação média foi igual a 683 mm. Um ponto importante a ser destacado no estudo de Moura et al. (2005) que em anos cuja precipitação foi abaixo da média (520mm), ocorreu uma melhor distribuição temporal das chuvas, ao contrário de quando choveu acima da média, que a precipitação foi mais concentrada no tempo

Outra área de estudo abordada foi o Rio Pajeú, Rossiter et al. (2021), através dos estudos da qualidade da água do Rio Pajeú no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), verificaram que a pluviosidade média mensal da região variou entre 0 mm e 96 mm, apresentando uma mediana decrescente entre os anos de 2011 e 2014. Soares et al. (2018) acrescentam que, através da aplicação do teste de Mann-Kendall em séries históricas de pluviometria do período de 1965 a 2014, de 12 localidades da Bacia do Rio Pajeú, pode-se verificar que os volumes anuais de precipitação estão diminuindo e os episódios de seca estão se tornando mais severos, apresentando uma tendência de mudança de categoria do clima semiárido.

O estudo que apresentou informações sobre a bacia de Garças foi desenvolvido por Silva, Montenegro e Souza (2017), indicando uma tendência de diminuição da precipitação total anual, aumento no número de dias secos consecutivos e a diminuição de eventos consecutivos úmidos. Ainda no mesmo estudo foi indicado uma tendência de diminuição das chuvas moderadas e fortes na bacia, porém observa-se que, mesmo com a diminuição dos dias consecutivos com chuva, houve um aumento dos eventos máximos de precipitação em um e em cinco dias, além de aumento da quantidade de dias mais úmidos e da ocorrência de eventos com chuvas diárias maiores que 50 mm, apontando para maior ocorrência de eventos extremos de chuva.

Silva, Montenegro e Souza (2017), para a bacia Terra Nova, verificaram uma diminuição no número de dias com precipitação superior a 10 mm. Silva (2020), corroborou com o estudo anterior, demonstrando que tem havido uma tendência de diminuição da precipitação pluviométrica na Bacia Terra Nova, tanto em termos de volume quanto de ocorrência dos episódios de chuva. As séries mensais, trimestrais e anuais da precipitação, mostraram que a ocorrência de dias com chuvas acima de 1, 10 e 20mm tiveram diminuição na maioria dos postos analisados, bem como diminuição também no volume de precipitação acima de 5, 10, 20 e 30 mm.

4. Conclusão

Por meio do levantamento bibliográfico realizado foi identificado uma tendência de diminuição da precipitação nas bacias hidrográficas do submédio do São Francisco, situadas no estado de Pernambuco. Pôde-se perceber o aumento progressivo no número de publicações voltadas à temática, com destaque para o período de 2010 a 2023 que apresentou 67 trabalhos, diferentemente do período de 2000 até 2009 que apresentou apenas 13. O aumento da quantidade de pesquisas sobre o tema demonstra uma preocupação maior com os

efeitos da precipitação nos recursos hídricos. Essa variável é um fator climático extremamente importante para o planejamento estratégico das águas, visto que muitas dessas bacias são de usos múltiplos.

Foi possível evidenciar uma baixa quantidade de produções para as bacias hidrográficas de Garças (1), Terra Nova (2), Moxotó (2) e Pontal (2), no que se refere a precipitação pluviométrica. Por este motivo, é sugerido a realização de novos trabalhos nas bacias supracitadas. O desenvolvimento de um novo banco de dados e informações das bacias hidrográficas, poderão contribuir para a tomada de decisões mais efetivas, maior conhecimento climático em escala local e que estimulem o desenvolvimento de novas pesquisas e políticas de mitigação que atendam às necessidades humanas, à conservação do recurso e o desenvolvimento socioeconômico.

5. Agradecimentos

Ao Grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas concedidas ao primeiro e terceiro autores.

6. Referências

Alves, K. M. A. da S. (2016). **Variabilidade pluvial no semiárido brasileiro: impactos e vulnerabilidades na paisagem da bacia hidrográfica do rio Moxotó**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Anjos, R. S., de Albuquerque Wanderley, L. S., & Nóbrega, R. S. (2020). Análise espacial da precipitação e possíveis fatores que contribuem para sua espacialização em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 13(1), 018-034.

Aragão, M. S. (2020). **Análise da implementação dos telhados verdes como estratégia para cidades sustentáveis: Um estudo da cidade do Recife, Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife, Recife, PE, Brasil.

Araújo, H. L., de Assunção Montenegro, A. A., & Lopes, I. (2020). Espacialização da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Brígida no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 13(01), 391-405.

Assis, J. M. O., Sobral, M. D. C. M., & Souza, W. M. (2012). Análise de detecção de variabilidades climáticas com base na precipitação nas bacias hidrográficas do Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 3, 630-645.

Assis, J. M. O., da Silva, R. F., de Sousa, W. S., Irmão, R. A., & Correia, A. M. (2013). Tendências Climáticas Observadas no Período Chuvoso no Sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 6(02), 211-222.

Assis, J. M. O. D., Souza, W. M. D. S., Koch, H., & Sobral, M. D. C. M. (2018). Influência dos oceanos Pacífico e Atlântico tropicais sobre os índices climáticos da precipitação na bacia do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Climatologia**, 23, 411-433.

Assis, J. M. O. de. (2016). **Variabilidade do Clima e Cenários Futuros de Mudanças Climáticas no Trecho Submédio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Bezerra, B. G., Silva, L. L., Santos e Silva, C. M., & de Carvalho, G. G. (2019). Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin, Brazil from 1947 to 2012. **Theoretical and Applied Climatology**, 135, 565-576.

Cabral Júnior, J. B., & Lucena, R. L. (2021). Análises estatísticas da precipitação e temperatura do ar em ambientes semiáridos. **ENTRE-LUGAR**, 12(24), 170-191.

Camara, C. P. S., Almeida, D. N. O., Malinconico, S., de Souza Filho, P. B. P., dos Santos, M. B., Silva, W. F., dos Santos, S. M., & de Oliveira, L. (2021, novembro). Albedo e índice espectral de água no reservatório poço da cruz- PE e seu entorno utilizando imagens orbitais. **Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, MG, Brasil, 24.

Carvalho, W. A. (2019). **Estimativa do balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Pajeú utilizando o modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil.

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. (2015). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025**. RP2 – Diagnóstico consolidado da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Relatório de diagnóstico.

Costa, S. A. T. da. (2019). **Análise espaço-temporal da precipitação pluviométrica por Índice de Anomalia de Chuva (IAC) no Sertão de Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil.

Diaz, C. C. F. (2017). **Precipitação e produtividade agrícola na bacia hidrográfica do Rio Pajeú-PE: variabilidade anual e interanual**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Fechine, J. A. L. & Galvêncio, J. D. (2008). Análise das precipitações mensais da bacia hidrográfica do rio Brígida no semiárido pernambucano, usando o método de Wards. **Boletim Goiano de Geografia**, 28(2), 75-88.

Ferreira, P. S. dos, & de Souza, W. M. (2020). Modelagem hidroclimática e demográfica para estimativa da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Brígida. **Revista Brasileira de Climatologia**, 27, 181-196.

França, I. L. N., & da Silva, D. F. (2023). Similaridades de eventos extremos nas sub-bacias do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Climatologia**, 32, 607-633.

Galvêncio, J. D. (2000). **Impactos dos eventos El Niño na precipitação da bacia do rio São Francisco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil.

GALVÊNCIO, J. D., SÁ, I. I. S., de MOURA, M. S. B., & RIBEIRO, J. G. (2008). Determinação das características físicas, climáticas e da paisagem da bacia hidrográfica do rio Brígida com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Revista de Geografia**, 24(2), 293-306.

Gomes, O. M. (2018). **Deteção e atribuição de mudanças estruturais em séries temporais de precipitação: um contraste entre as Bacias do São Francisco e do Paraná**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). **Climate Change. The Physical Science**

Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University. Press, Cambridge.

Lacerda, F. F. (2015). **Tendências de Temperatura e precipitação e cenários de mudanças climáticas de longo prazo no nordeste do Brasil e em ilhas oceânicas.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Lopes, F. B., Barbosa, C. C., Novo, E. M. D. M., Andrade, E. M. D., & Chaves, L. C. (2014). Modelagem da qualidade das águas a partir de sensoriamento remoto hiperespectral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18, 13-19.

Marengo, J. A., Chou, S. C., Betts, R., Kay, G., Alves, L. M., Torres, R. & Santos, D. (2010). Development of regional climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: Part 1. Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins, **Climate Dynamics**, 38, 1829-1848.

Melo, M. H. B. (2022). **Análise do balanço hídrico climatológico para a bacia hidrográfica do rio São Francisco.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, Brasil.

Mendonça, E. A. (2016). **Análise da precipitação nas mesorregiões do Estado de Pernambuco.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, PB, Brasil.

Milhorance, C., Mendes, P., Mesquita, P., Morimura, M., Reis, R., Rodrigues Filho, S., & Bursztyn, M. (2019). O desafio da integração de políticas públicas para a adaptação às mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, 24, 175-195.

Moura, M. S. B., de SILVA, T. G. F., & Borges, C. J. R. (2005, julho). Análise da precipitação e do número de dias de chuva no município de Petrolina-PE. **Anais do Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**, Teresina, PI, Brasil, 5.

Oliveira, N. F., Silva, M. T., dos Santos Gonçalves, Á. A., & de Souza Araújo, R. M. (2014). Variabilidade espaço temporal da Evaporação Potencial no submédio do rio São Francisco utilizando a análise fatorial em componentes principais. **Ciência e Natura**, 36, 462-473.

Oliveira, D. H. M. C. (2018). **Extremos de precipitação e vazão associados às características naturais e antrópicas das regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

Oliveira, C. R. (2019). **Modelagem espaço-temporal e análise de cenários do uso da água para irrigação no trecho submédio da bacia hidrográfica do Rio São Francisco.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

OMM - Organización Meteorológica Mundial. (2018). **Guía de prácticas climatológicas.** Geneva.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. (2013). Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao **Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.** Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil.

Pereira, S. B., Pruski, F. F., de Novaes, L. F., Silva, D. D. da, Ramos, M. M. (2003). Distribuição Espacial das Variáveis Hidrológicas na Bacia do Rio São Francisco. **Revista Engenharia na Agricultura**, 11(1), 32-42.

Peruzzo, J. S., dos Santos Pereira, M. C., da Silva, L. D. R., de Oliveira, B. S., & da Silva Silvino, G. (2019). Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento ambiental da bacia do Alto Piranhas, Semiárido Nordeste (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 7(3), 28-37.

Ramos, C. M. C. (2012). **Variabilidade espacial e temporal de fatores edafoclimáticos na Bacia do Rio Pontal, Pernambuco**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP, Brasil.

Ribeiro, E. P. (2016). **Mudanças ambientais e desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Rocha, L. H. D. S., Silva, D. F. D., Kayano, M. T., & Bonfim, O. E. T. (2022). Homogeneidade, Eventos Extremos e suas Causas Climáticas: Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 37, 199-212.

Rossiter, K., Marques, É. A. T., Sobral, M. D. C. M., & de Vasconcelos, I. E. (2021). Transposição do Rio São Francisco: avaliação da influência do Rio Pajeú na qualidade da água da captação do eixo leste. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 18(2021), 1-15.

Santos, C. A. G., da Silva, R. M., Silva, A. M., & Neto, R. M. B. (2017). Estimation of evapotranspiration for different land covers in a Brazilian semi-arid region: a case study of the Brígida River basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 74, 54-66.

Santos, E. A. B. D., Stosic, T., Barreto, I. D. D. C., Campos, L., & Silva, A. S. A. D. (2019). Application of Markov chains to Standardized Precipitation Index (SPI) in São Francisco River Basin. **Revista Ambiente & Água**, 14(3), e2311.

SENA, L. M. (2011). **Conheça e Conserve a Caatinga—O Bioma Caatinga** (1ª ed.). Fortaleza: Associação Caatinga, 1.

Silva, D. F. (2012). Influência Interdecadal (ODP e OMA) nas Cotas do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 6(06), 1529-1538.

Silva, V. D. P., Silva, M. T., & Souza, E. P. D. (2016). Influence of land use change on sediment yield: a case study of the sub-middle of the São Francisco river basin. **Engenharia Agrícola**, 36, 1005-1015.

Silva, R. O. B. D., Montenegro, S. M. G. L., & Souza, W. M. D. (2017). Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 22(03), 579-589.

Silva, E. R. A. C. (2020). **Análise da Dinâmica Climática em Bacias Semiáridas no Eixo Norte do Projeto de Transposição do Rio São Francisco: contribuições para o cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Silva, M. M. (2021). **Tendências e extremos da pluviosidade na região hidrográfica do Rio São Francisco**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

Silva, A. C., & Pereira, F. F. (2023). Zoneamento e avaliação da severidade das estiagens entre os anos de 1961 até 2019 na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco com base em valores do Índice de Precipitação Padronizado. **Revista de Geociências do Nordeste**, 9(2), 56-68.

Soares, D. B., Nóbrega, R. S., & Galvíncio, J. D. (2018). Indicadores climáticos de desertificação na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, 22, 363-380.

Sobral, M. D. C. M., de Assis, J. M. O., de Oliveira, C. R., da Silva, G. M. N., Morais, M., & Carvalho, R. M. C. (2018). Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos no submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco–Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, 12(03), 95-106.

Souza, J. O. P., Almeida, J. D. M., & Correa, A. C. (2015). Caracterização e Espacialização da precipitação em bacia hidrográfica com relevo complexo: sertão central pernambucano–Bacia do Riacho do Saco. **Revista de geografia (UFPE)**, 32(2).

Teixeira, A. H. D. C. (2010). Determining regional actual evapotranspiration of irrigated crops and natural vegetation in the São Francisco River basin (Brazil) using remote sensing and Penman-Monteith equation. **Remote Sensing**, 2(5), 1287-1319.

UN - United Nations. (2015). **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. 2015. United Nations. Disponível em: <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>>. Acesso em: 04/07/2022.

Viana, J. F. S. de, Montenegro, S. M. G. L., da Silva, B. B., da Silva, R. M., & dos Santos Sousa, W. (2018). Modelagem hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama-PE utilizando o modelo SWAT. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, 155-172.