



**PROF. MOACYR CUNHA FILHO (ORG.)**



# OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS / PARAÍBA, BRASIL



## **Organizadores**

Moacyr Cunha Filho  
Manoel Vieira de França  
Marília Gabriela Medeiros Ordomo Lages  
Romildo Morant de Holanda  
Raimundo Mainar de Medeiros

# **OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL**

1ª Edição  
Recife - PE



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**Profa. Maria José de Sena**  
Reitora da UFRPE  
**Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira**  
Vice-Reitora



**EDITORA UNIVERSITÁRIA – EDUFRPE**

**Antônio Marcelo Freitas Athayde Cavalcanti**  
Diretor da Editora da UFRPE  
**José Abmael de Araújo**  
Coordenador Administrativo da Editora da UFRPE  
**Josuel Pereira de Souza**  
Chefe de Produção Gráfica da Editora da UFRPE

Projeto gráfico final e arte de capa  
**Janilson Lemos de Araújo Silva**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife – Pe, Brasil

O16 Oscilações e variabilidades climáticas no povoado Ribeira de Cabaceiras / Paraíba, Brasil / Moacyr Cunha Filho ... [et al.], org. – 1. ed. - Recife: EDUFRPE, 2024. 236 p.: il.

Inclui bibliografia.

ISBN (físico) 978-85-7946-426-3

ISBN (digital) 978-85-7946-425-6

1. Climatologia 2. Estatística agrícola 3. Mudanças climáticas 4. Processo decisório – Paraíba 5. Qualidade de vida I. Cunha Filho, Moacyr, org.

CDD 630

Bibliotecária Suely Manzi – CRB/4 - 809

# 2024

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b>	
Atlas climatológico do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	8
<b>Capítulo 2</b>	
Variações térmicas e pluviiais bianual máxima do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	31
<b>Capítulo 3</b>	
Balanço hídrico e suas mudanças no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	42
<b>Capítulo 4</b>	
Planejamento Agroclimatológico para Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, utilizando do método do balanço hídrico climatológico	57
<b>Capítulo 5</b>	
Ribeira de Cabaceiras e suas variações climáticas em desempenho ao armazenamento de água no solo	66
<b>Capítulo 6</b>	
Oscilações quinquenal do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	77
<b>Capítulo 7</b>	
Anomalias pluviiais do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010 – 2023	92
<b>Capítulo 8</b>	
Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil e suas oscilações no balanço hídrico sequencial	105
<b>Capítulo 9</b>	
O Povoado Ribeira de Cabaceiras e suas variabilidades em decorrência do aquecimento e/ou mudança climática global	116
<b>Capítulo 10</b>	
Classificação climática de Thornthwaite e Köppen para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil, utilizando do cálculo do balanço hídrico climatológicos	129
<b>Capítulo 11</b>	
Balanço hídrico e suas mudanças no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	140
<b>Capítulo 12</b>	
Sustentabilidade ambiental utilizando-se de subsídio do balanço hídrico do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	155
<b>Capítulo 13</b>	
Variabilidade interanual do balanço hídrico para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba entre 2010-2023	163
<b>Capítulo 14</b>	
Comparativos dos balanços hídricos 2010 - 2022 com o balanço de 2023 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	180

<b>Capítulo 15</b>	
Oscilação térmica média máxima quinquenal do período de 2008 a 2022 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	189
<b>Capítulo 16</b>	
O Povoado de Ribeira de Cabaceira e suas importâncias socioeconômicas na produção de artesanato de couro de bode e boi e ao turismo	198
<b>Capítulo 17</b>	
Variações bienal da evapotranspiração no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	204
<b>Capítulo 18</b>	
Variabilidade pluvial e suas classificações no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023	214
<b>Capítulo 19</b>	
Tendência pluvial no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil	223

## AGRADECIMENTOS

Os organizadores externam seus agradecimentos aos amigos e toda equipe que fizeram críticas construtivas e desconstrutivas, e em especial a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela edição e publicação.

## PREFÁCIO

O clima e os sistemas atmosféricos, seguidamente de suas oscilações e variabilidades temporais exercem grandes influências sobre a natureza e as pessoas, podendo criar diversos cenários. Nesse aspecto o livro intitulado: ***“Oscilações e variabilidades climáticas no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil”***, esclarece ao público em geral, aos pesquisadores, técnicos, comunidade científica e aos estudantes; assim como, ao poder que toma decisões, de como se comporta a atmosfera na área de estudo.

Dentre os vários sistemas ambientais, o atmosférico vem sendo um dos mais afetados neste últimos séculos, principalmente no que diz respeito ao seu estado de equilíbrio hídrico para a sobrevivência humana, geração de energia, represamento e armazenamento de água, sobrevivência humana, animal, vegetal e colaborando para a elevação térmica nas médias do planeta ocasionando maiores poderes evaporativos e evapotranspirativos, “a evaporação se reduz consideravelmente pela ausência de superfícies líquidas e de áreas verdes. A água, ao se evaporar, consome 600cal/g; ao nosso entender, isso significa que tal energia, deixando de ser utilizada, já que a evaporação é muito pequena, fica disponível no ambiente, aumentando a sensação de desconforto térmico e acentuando o efeito da ilha de calor”. Além de estar gerando inúmeros problemas com implicações socioambientais para o planeta, com destaque especial para as metrópoles.

O nosso trabalho trata de temáticas atuais e das inquietações futuras acerca de aspectos climáticos e socioambientais. Sendo uma coletânea de artigos que trata da produtividade de vários aspectos climáticos da área estudada, visando alcançar os setores competentes para tomadas de decisões em caso de eventos extremos (chuva, seca, desmoronamento, queimadas, irrigação, alagamentos, enchentes e futuras pandemias), além da visão em auxiliar os setores da agropecuária e também a parte socioeconômica.

Os organizadores oferecem aos estudiosos do tema e ao público em geral a oportunidade de conhecer as variabilidades climáticas do Povoado Ribeira de Cabaceiras, localizado na região semiárida paraibana. Essa temática está sempre sujeita às críticas, ainda mais quando a região de estudo já enfrenta problemas relacionados às mudanças climáticas.

É óbvio que um livro sobre determinado assunto deve conter ineditismo, sem os quais não abrange a sociedade, podendo, ainda, ser considerado plágio. Esta obra está distante desse pecado. Os autores souberam oferecer temas relevantes e interagir títulos.

Prof. Dr. Raimundo Mainar de Medeiros

## Capítulo 1

### ATLAS CLIMATOLÓGICO DO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Raimundo Mainar de Medeiros  
Moacyr Cunha Filho  
Romildo Morant de Holanda  
Manoel Vieira de França

#### RESUMO

As mudanças climáticas em relação as águas vêm ocasionando secas prolongadas e frequentes enchentes com morte, assim como o aumento da temperatura têm sido considerados os mais expressivos nas mudanças produtivas na agropecuária e socioeconômicas. Objetiva-se verificar e analisar as diferenças e os comportamentos espaciais e temporais das variáveis climáticas: precipitação, balanço hídrico climatológico, evaporação, evapotranspiração, e suas anomalias e tendência, para o período 2010-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Utilizaram-se dados mensais pluviais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos para o período de 2010-2023, calculou-se ainda, a anomalia pluvial e sua tendência. Os dados térmicos foram gerados para o mesmo período pluvial pelo software “Estima – T”. O cálculo do balanço hídrico com capacidade de campo de 100 mm, onde aplicou-se o método desenvolvido por Thornthwaite (1948), Thornthwaite et al. (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018). Após o cálculo do BH, onde gerou-se os dados climático de ETP e EVR, realizou-se seus estudos, seguidos das variações das anomalias e suas tendências. O estudo climatológico, usando e suas aplicações nas variabilidades climáticas, são ferramentas de suma importância, para preparo de projetos e planejamentos urbano/rural, que irão fornecer subsídios aos tomadores de decisões aos planejamentos socioeconômico, regional. As discussões nas oscilações e flutuações dos elementos climáticos em estudos apresentaram expressivas variabilidades interanual.

**Palavras-Chaves:** Elementos climáticos, climatologia, variações climáticas, clima, hidrologia.

### CLIMATOLOGICAL ATLAS OF THE POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS / PARAÍBA, BRAZIL

#### ABSTRACT

Climate changes in relation to water have been causing prolonged droughts and frequent floods with death, as well as the increase in temperature have been considered the most expressive in productive changes in agriculture and socioeconomics. The objective is to verify and analyze the differences and spatial and temporal behaviors of the climatic variables: precipitation, climatological water balance, evaporation, evapotranspiration, and their anomalies and trends, for the period 2010-2023 in the Ribeira de Cabaceiras Village/Paraíba. Monthly rainfall data (mm) interpolated by the Inverse Distance Squared Weighted Average method of the surrounding municipalities for the period 2010-2023 were used, and the rainfall anomaly and its trend were also calculated. The thermal data were generated for the same rainfall period by the Estima-T

system. The water balance was calculated with a field capacity of 100 mm, using the method developed by Thornthwaite (1948), Thornthwaite et al. (1955), and for this purpose, an electronic spreadsheet developed by Medeiros (2018) was used. After calculating the BH, which generated the ETP and EVR climatic data, their studies were carried out, followed by the variations of the anomalies and their trends. The climatological study, using and its applications in climatic variability, are extremely important tools for preparing urban/rural projects and planning, which will provide support to decision makers for socioeconomic and regional planning. The discussions on the oscillations and fluctuations of the climatic elements in the studies showed significant interannual variability.

**Keywords:** Climatic elements, climatology, climatic variations, climate, hydrology.

## INTRODUÇÃO

A climatologia é uma ciência fundamental para compreender os padrões climáticos de uma região e/ou área, e sua aplicação no contexto da meso e larga escala sendo de grande relevância para compreensão e atuações dos seus efeitos no globo.

O clima e suas variações temporais exercem grandes influências sobre a sociedade e a natureza, podendo ser positiva ou negativa. Sendo o ser humano e a sociedade vulnerável as variações climáticas, as atividades do homem são essencialmente voltadas para a agropecuária e o armazenamento de água e sua distribuição para a sobrevivência. A pergunta que fica atualmente é se o clima global é vulnerável ao homem.

Para Marengo et al. (2022) as ocorrências das mudanças climáticas no Brasil, podem ocasionar impactos significativos no setor da agricultura, ampliando a ocorrência de secas que venham a afetar a produção das lavouras e a segurança alimentar

Lacerda (2015) mostrou que os elementos climáticos podem vir a contribuir e explicar a elevada variabilidade das chuvas sobre a região Nordeste do Brasil (NEB), dentre eles a variabilidade dos valores da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Oceano Pacífico Tropical e do Atlântico são importantes para a incidência pluvial.

O NEB em decorrência a sua extensão territorial apresenta configurações heterogêneas quanto a geologia, geomorfologia, hidrográfica, vegetação e clima. Isto acarreta uma enorme diversidade paisagística e cultural, o que torna a região grande em potencialidades econômicas e turística.

Segundo Baltaci et al. (2022); BAL et al. (2022); Gobin et al. (2021); Oliveira et al. (2021); Marumbwa et al. (2019) os agropecuaristas confrontar-se com desafios ocasionadas pelas flutuações climáticas em regiões de características semiáridas.

A relação entre clima e vegetação é estreita e evidencia-se pela coincidência entre zonas climáticas e biomas. As variações climáticas são ocasionadas em grande medida pela variação da intensidade da radiação solar. Esta radiação altera o balanço de radiação das superfícies, que afeta as condições de temperatura, movimentação do ar e disponibilidade hídrica para as plantas. Há também uma íntima relação entre clima e solo, pois os processos de formação dos solos, como intemperismo da rocha matriz e transporte das partículas e nutrientes são em grande parte determinados pelo clima (Pillar, 1995).

Mendonça (2007) elucidou que o sistema climático é formado por um conjunto de elementos altamente dinâmicos que interagem com os fatores geográficos do clima, existindo assim uma permanente troca de energia e interdependência.

O desenvolvimento urbano nos municípios pode ocasionar problemas como enchentes e inundações causadas pelo escoamento superficial da água da chuva, resultante dos processos de impermeabilização de áreas naturais (Motta et al., 2023).

Para Silva et al. (2017) o acréscimo populacional, coligado à extensão dos setores agropecuário, industrial e energético, vem alterando o crescimento constante e considerável de demanda mundial por água, tornando este recurso mais escasso.

Nos dias atuais, a Climatologia tem à sua disposição várias formas de acompanhar a variação da atmosfera como: satélites, estações meteorológicas, radar, modelo entre outras técnicas e equipamentos, os quais auxiliam na compreensão das características climáticas da Terra. O desenvolvimento de novas tecnologias promoveu mudanças em diversas áreas e setores da sociedade, principalmente no acesso tecnológico a informação e comunicação, facilitando sobre tudo a difusão de dados meteorológicos, climatológicos e agro climatológicos. Essa disponibilidade de dados meteorológicos e climáticos, aproximadamente em tempo real, consente revisitar afazeres a redação com novas abordagens na busca de melhorar e enriquecer as ajudas a população rural e urbana, comercio, indústria, geração de energia, Recursos hídricos, agropecuária, pesca, navegação entre tantas outras áreas que utilizam as informações.

Já Santos (2020) em seus estudos climáticos urbanos comprovou, primordialmente, com à finalidade de constatar como o campo térmico e de umidade vem afetando às mudanças causadas pelos intensos processos do crescimento urbano desordenado, visando alertar a população dos eventos críticos de calor e umidade, ou como instrumento para o planejamento e projetos de cidades apontando garantia à qualidade ambiental e o bem-estar das pessoas.

Segundo Souza et al. (2012), as variabilidades climáticas exercem uma influência significativa sobre as atividades humanas, pois podem oscilar quanto à temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos, como secas e chuvas intensas, resultando em impactos na agricultura, nos recursos hídricos, na saúde e no meio ambiente, em escala local ou regional.

A precipitação e a temperatura são variáveis climáticas fundamentais para compreensão da dinâmica do meio físico dentro do ciclo hidrológico. A partir do entendimento de seu comportamento sazonal e suas tendências pode-se ter uma estratégia para o planejamento do meio ambiente, geração de energia e agricultura. Alterações nessas variáveis são consideradas como ameaças significativas à sobrevivência de vários ecossistemas, as quais já estão sendo detectadas. Mudanças nos elementos térmicos e pluviais terão consequências drásticas nos recursos hídricos, afetando o consumo de água doce, geração de energia, perda de fauna e flora, agropecuária, agronegócio, turismo, lazer e agricultura (Silva 2005).

Seneviratne et al. (2021) afirmaram que os acontecimentos de eventos extremos vêm alargando-se nas últimas décadas, estando interligados aos efeitos das mudanças climáticas ocasionadas às ampliações nas emissões e concentrações de gases de efeito estufa de origem antropogênica, para Ambrizzi (2014) mostram que em muitos locais esse padrão foi identificado do planeta, notadamente nas regiões tropicais e, especificamente, no Brasil.

Souza (2008) salienta que o desmatamento em excesso altera a capacidade natural dos solos em absorver a água, criando condições desfavoráveis à sua recolonização por parte de algumas espécies da caatinga, especificamente aquelas mais exigentes em recursos hídricos.

Costa et al (2020) trabalhando com modelagem, ressaltaram que no leste do Nordeste, onde seu período chuvoso atua de abril a julho, registraram redução pluviométrica entre 100 e 150 mm.

França (2021) estudou as variabilidades climáticas e suas oscilações nos elementos atmosféricos entre o período de 1963-2019 para o município de Amparo de São Francisco – SE, visando fornecer informações aos tomadores de decisões governamentais e a população em geral para ocorrências de fatores extremos na área de estudo, considera-se que os estudos climáticos, utilizando as aplicações dos índices de variabilidades, são ferramentas importantes na organização e no planejamento urbano/rural.

Com este intuito o trabalho tem como objetivo verificar e analisar as diferenças e os comportamentos espaciais e temporais das variáveis climáticas: precipitação, balanço hídrico

climatológico, evaporação, evapotranspiração, e suas anomalias e tendência, para o período 2010-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira localiza-se na Microrregião do Cariri Oriental (Figura 1) e na Mesorregião da Borborema, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2024). Situado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36'W de Greenwich, com altitude de 391 metros, e posicionado na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESAs, 2024).

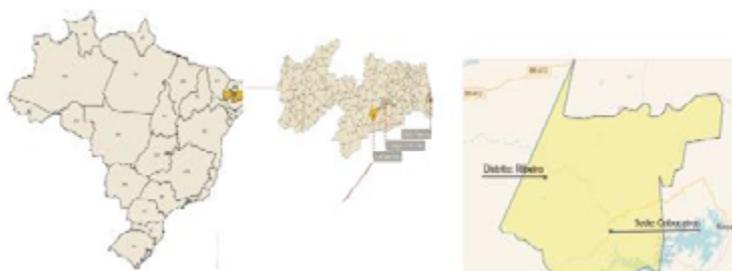


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

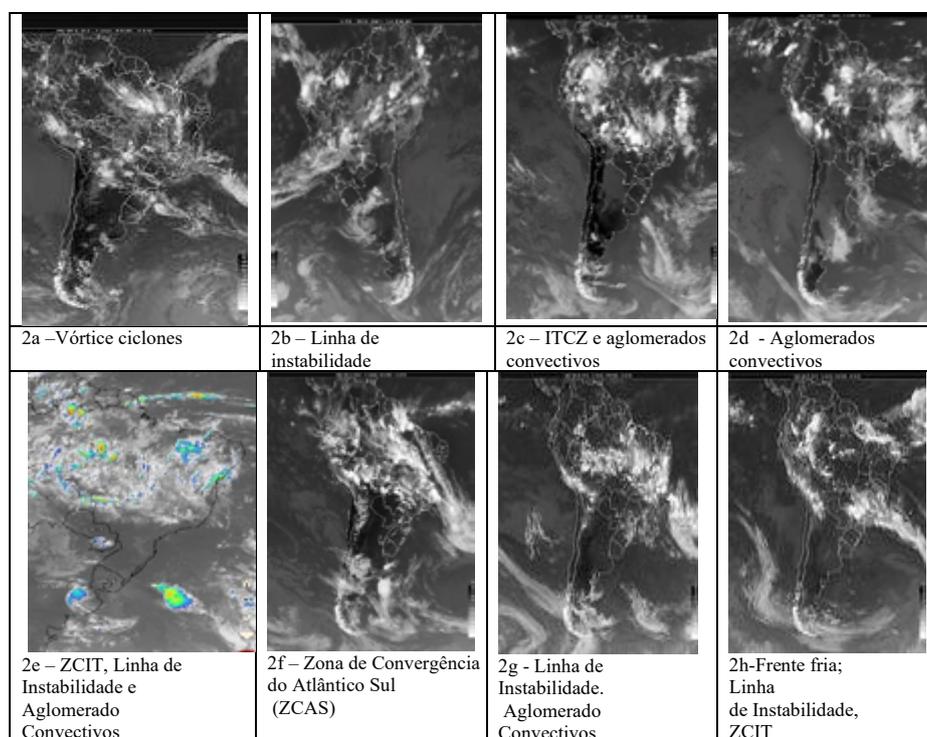
O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodão, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESAs, 2024).

As figuras a seguir são os elementos provocadores de chuvas na região do NEB, quando das suas atividades desenvolvidas pelos sistemas meteorológicos ativos.

Figuras 2 (a, b, c, d, e, f) fatores provocadores ou inibidores de chuvas no Povoado Ribeira de Cabaceiras. Os elementos causadores de chuva na área estudada, onde seu clima é ativado pela atividade da Zona de Convergência Intertropical, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor, as contribuições dos efeitos locais, cobertura de nuvens, umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas moderadas a fracas em quase todos os meses do ano (Medeiros, 2024).

Observam-se formações de linhas de instabilidade, aglomerados convectivos, atividades das Zona de convergência intertropical, Zona de convergência do Atlântico Sul, Vórtices ciclones entre outros fenômenos que aumentam as coberturas de nuvens e auxiliam no transporte de vapor e umidade.

Figuras 2a a 2h são os elementos provocadores ou formadores de chuvas na região de estudo.



Fonte: Grupo de imagens de satélites do Professor Nelson Ferreira. (2024).

A classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948) Thornthwaite et al. (1953) é do tipo  $C_1A'S_{1a}$  (clima seco subúmido, megatérmico com 2,9% da ETP com acentuado excesso no inverno), é do tipo BSH (clima quente de estrepe, temperatura elevada, chuvas esparsas no inverno, temperatura 22°C) pelo método de Köppen (1928); Köppen et al. (1931), o estudo Alvares et al (2014) reconfirma o tipo da classificação para a área estudada.

Utilizaram-se dados mensais pluviométricos (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos para o período de 2010-2023, calculou-se ainda, a anomalia pluviométrica e sua tendência. Os dados térmicos (°C) para o mesmo período pluviométrico foram gerados pelo software “Estima – T”. o cálculo do balanço hídrico com capacidade de campo de 100 mm, onde aplicou-se o método desenvolvido por Thornthwaite (1948), Thornthwaite et al. (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018).

Após o cálculo do BH, onde gerou-se os dados climático de ETP e EVR, realizou-se seus estudos, seguidos das variações das anomalias e suas tendências.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição da precipitação e sua variabilidade na América do Sul são relevantes em compreender as circulações locais, regionais e em grande escala que são movidas por fontes de calor latente no continente.

Os índices pluviométricos anuais sobre a superfície global é cerca de 110.000 km<sup>3</sup>, onde 40% são retribuídos à porção precipitada, que alimenta os cursos de água e abastece as recargas dos aquíferos profundos (Molden 2007). A água, é um recurso vital de extrema importância para diversos fatores de produção e de atividades diversificadas, é uma fonte essencial para o

desenvolvimento socioeconômico e tecnológico do Globo. As águas pluviais vêm sendo utilizadas nos estados do Nordeste, visando em suprir a escassez dos recursos hídricos, logo as águas captadas, são usadas como fonte de suprimento (Carvalho 2010).

Silva et al. (2016) mostraram que ao passar do tempo são observadas variabilidades climáticas, as quais podem causar alterações contínuas ou mesmo ciclos dos elementos climatológicos, a exemplo da temperatura e precipitação.

A precipitação média tem seus picos de máximos e mínimos registrados nos meses de fevereiro e março respectivamente (Figura 3). Os meses de menores índices pluviais corresponde a setembro, outubro e novembro e os de altos valores pluviais março, abril e maio, ocasionados pelos sistemas provocadores e/ou inibidores de chuvas na região de estudo, esta variabilidade vem a corroborar com o estudo de Marengo et al. (2022) e IPCC (2021).

Os mínimos pluviais oscilaram de 0,0 mm a 7,5 mm, estes índices são ocasionados por eventos isolados de baixa magnitudes e intensidades quando ocorrem transporte de vapor e umidade e a atmosfera tem condições térmicas para condensa-los registrando chuvas finas e isoladas.

Os índices pluviais máximos oscilaram de 25,0 mm (setembro) a 325,0 mm (março) estas variabilidades foram ocasionadas por chuvas moderadas a forte a quais provocaram eventos extremos em curtos intervalos de tempo. Estas variabilidades corroboram com os resultados de França et al. (2021).

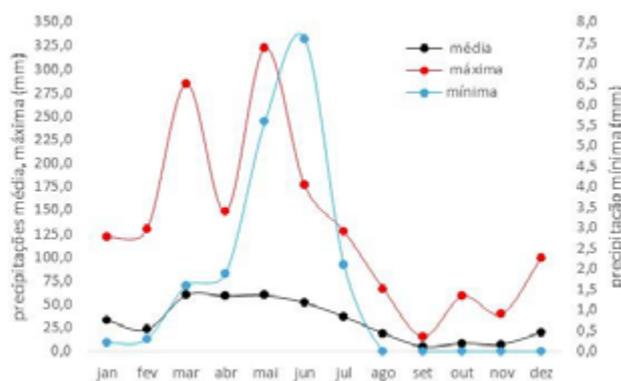


Figura 3 – Precipitações máxima, média e mínima mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A distribuição pluvial mensal histórica e seu percentual em relação ao total anual das chuvas do povoado Ribeira de Cabaceiras está representada na Figura 4. Com chuvas irregulares e má distribuídas observam-se que as menores incidências se registram nos meses de setembro a novembro e suas maiores flutuações estão centradas entre março a junho fluindo de 52,1 mm a 60 mm. Nos demais meses registra-se precipitações aleatórias e irregulares ocasionadas pelos eventos extremos e suas contribuições dos efeitos locais e regionais onde as atividades dos movimentos verticais ascendentes atuaram com média variabilidade. Nos meses mais chuvosos registra-se total de 72% de ocorrências das chuvas anuais, nos demais meses ocorrem 28% dos índices pluviais (Medeiros 2024).

Estas oscilações têm similaridade com os estudos de Marengo et al (2011); Marengo et al (2022); IPCC (2022).

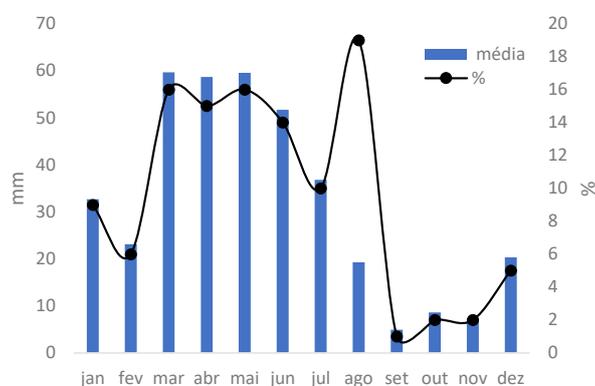


Figura 4 – Precipitação climatológica e seus percentuais mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Silva et al. (2020) afirmaram que no decorrer da última década, as problemáticas encaradas nas áreas da região do NEB, com a escassez hídrica vem se tornando mais frequentes e ativas em decorrência aos períodos de seca, eventos extremos e enchentes. Sendo assim, o monitoramento climático nesta região torna-se essenciais para o gerenciamento dos recursos hídricos.

A Figura 5 representa a variabilidade pluvial anual e sua climatologia no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2010-2023. Com precipitação climatológica de 382,9 mm em 14 anos de observações. Os anos 2012, 2015, 2020, 2022 e 2023 registraram chuvas acima da climatologia. Nos anos de 2013, 2014, 2016 a 2019 os índices pluviais foram abaixo da climatologia. Com chuvas entre a normalidade ocorreram para os anos de 2010, 2011 e 2021. O estudo de Marengo et al (2008); IPCC (2021) e Medeiros et al (2022) corroboram com os resultados discutidos.

Estas distribuições pluviais inter anos foram ocasionadas pelas más formações dos elementos provocadores de chuvas na área de estudo, os sistemas de bloqueios e a falta de transporte de umidade e vapor sobre parte da região do NEB.

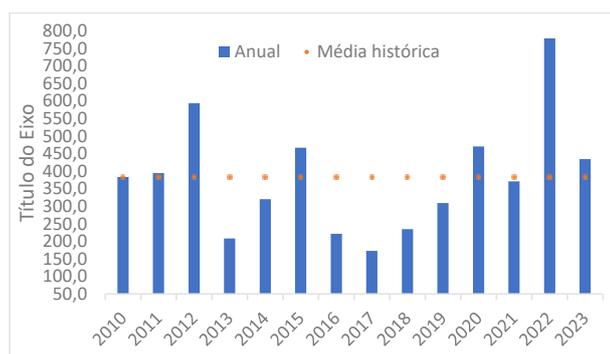


Figura 5 – Precipitação anual e sua climatologia para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023.

Fonte: Medeiros (2024).

Medeiros et al. (2022) caracterizaram e analisaram a anomalia pluvial entre Alagoa Nova e Lagoa Seca (PB) tentando entender as variações anômala climática, como sendo a provável influência e ocorrência dos episódios El Niño e La Niña, nos setores das citriculturas e hortifrúti. O que pode ter contribuído também para as variabilidades das anomalias estudadas.

Na Figura 6 tem-se as distribuições das anomalias pluviiais anuais do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Destaca-se os anos de menores anomalias anuais 2011 com anomalias positivas (cor verde) e 2021 com anomalias negativa (cor vermelha), as maiores anomalias (negativas e positivas) registram-se nos anos de 2012, 2022, 2013, 2017.

As flutuações oscilaram de 400 mm (2022) a 187,2 mm (2017), estas variabilidades foram decorrentes dos sistemas atmosféricos regional e local acoplado aos sistemas pluviiais com má distribuição conforme demonstrados na figura 5. Estas oscilações vêm a corroborar com os estudos de Marengo et al. (2022); Medeiros et al. (2024).

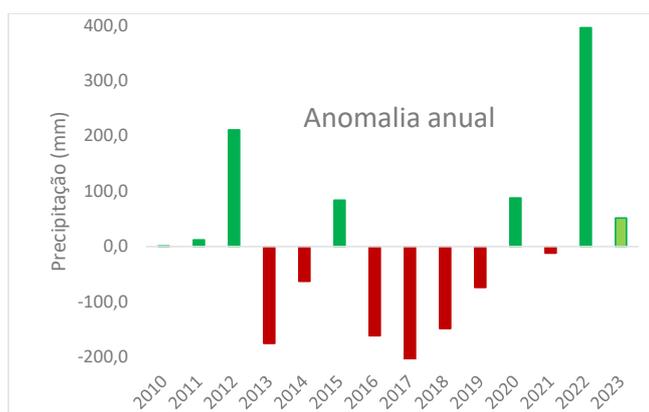


Figura 6. Anomalia pluviial anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

Para Junqueira et al. (2022) as consequências das concentrações das chuvas no período seco colaboram como agravante para seca prolongadas, visto que a maior concentração da água de chuva anual se concentra em um curto período, atrapalhando o seu acervo e, consequentemente, o fornecimento de água nos períodos de estiagem.

A reta de tendência (Figura 7) tem coeficiente angular positivo e  $R^2$  baixo mostrando que no futuro próximo poderá ocorrer incremento pluviial muito pequeno ou inferior a 1 mm/ano, salienta-se que são esperados eventos extremos provocadores de chuvas fortes a intensas e de magnitudes e intensidades diferencias em curtos intervalos de tempo.

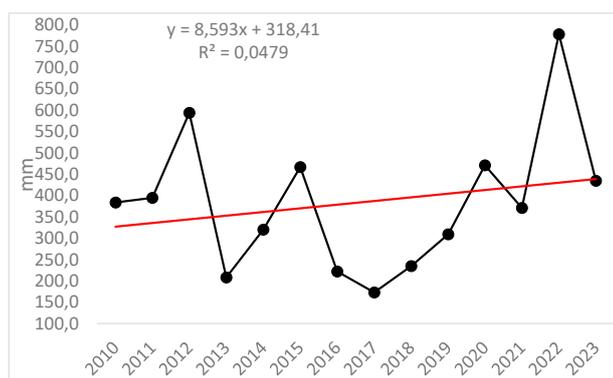


Figura 7. Tendência pluviial anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

O balanço hídrico (BH) é de fundamental importância nos estudos que envolvem a classificação climática de um local, bem como o excedente ou déficit de água de uma região, o tipo de cultura agrícola ou pecuária que possa ser implementado (Freitas 2009). Diferentes autores definem balanço hídrico como sendo a contabilidade hídrica do solo, ou seja, o cômputo de todos os ganhos e perdas de água, juntamente com o seu armazenamento, que ocorre no solo ou em uma bacia hidrográfica em uma área por determinado período de tempo.

A CAD de 100 mm (Tabela 1) foram insuficientes para ocasionar excedentes hídricos, e reduzir os poderes evaporativos e evapotranspirativos, estudos similares como o de França et al, (2022) confirmam os resultados. Deste modo, o amplo espectro das variações, ocorreram no espaço das (meso e microescala, local, regional, continental e global) e nas escalas de tempo, diária, semanal, mensal, anual, decadal e secular, são características intrínsecas e marcantes do clima.

As oscilações térmicas flue de 23,4°C (julho) a 27,0°C (dezembro) com valor anual de 25,6°C, de setembro a maio registra-se os maiores índices térmicos e seus menores índices ocorre entre junho e agosto, estas flutuações afetarão os valores evapotranspirativos e evaporativos e ocasionar deficiências hídricas e excasses.

Irregularidade e má distribuição na pluviometria registra as menores incidências de setembro a novembro e suas maiores flutuações centradas de março a junho fluindo de 52,1 mm a 60 mm. Nos demais meses registram-se precipitações aleatórias e irregulares ocasionadas pelos eventos extremos e suas contribuições dos efeitos locais e regionais onde as atividades dos movimentos verticais ascendentes atuaram com média variabilidade. A precipitação anual totaliza 382,9 mm.

Não foram registradas excedente hídricos no período de estudo da respective área, as deficiências hídricas totalizaram 1090,8 mm e suas flutuações interanuais fluindo de 42,3 mm (junho) a 136,5 mm (novembro), resultados similares podem ser revisto no estudo de França et al. (2021).

Os índices evaporativos foram iguais aos pluviais, ou seja, tudo que chove evapora na mesma hora, as variabilidades da ETP mensais oscilam de 88,6 mm (julho) a 154,9 (dezembro), totalizando 1473,7 mm annual. As similaridades estão previstas no estudo de Marengo et al. (2011).

Tabela 1 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 100 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,6	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,0	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,9	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,5	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,2	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,5	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,4	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,1	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,1	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,9	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Com chuvas abaixo da normalidade e má distribuída para a CAD 100mm no Povoado Ribeira de cabaceira (Figura 8) destaca-se a predominância das deficiências hídricas em todos os meses, ocasionada pela má distribuição pluvial que não superou as necessidades do solo. Resultados similares foram encontrados por Silva et al. (2017).

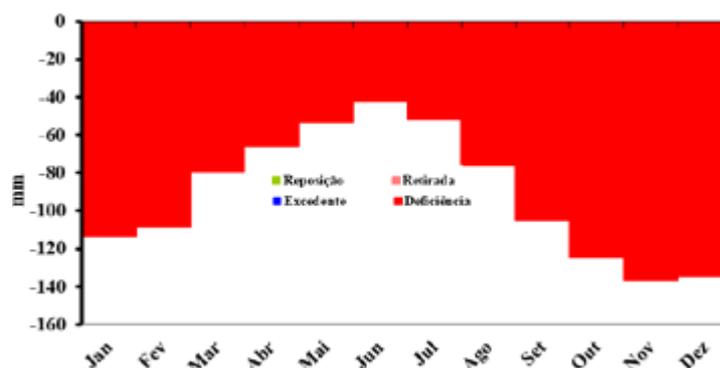


Figura 8 – Representação gráfica do balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 100 mm) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A água retornar para a atmosfera por dois processos naturais, que são a evaporação e a transpiração. Portanto, a transferência de água para a atmosfera pela evaporação ou pela transpiração forma importante elo do ciclo hidrológico da natureza.

Para Aquino (2010) a Evapotranspiração (ETP) contenta à quantidade d'água imprescindível para manter a vegetação sempre verde em função de uma adequada temperatura. Ainda conforme o autor a ETP retribui à quantidade de água estabelecida para sustentar a vegetação em função do elemento temperatura.

Neves et al. (2022) afirmaram que a ETP corresponde à transferência de água para atmosfera, através das associações hídricas, do solo e vegetação.

Segundo Lima et al. (2019) a evapotranspiração potencial (ETP) é um fator agrometeorológico ativo para concretizar o planejamento e manejo de irrigação adequado na região de interesse.

Souza et al. (2011) mostraram que o elemento ETP é de utilidade na climatologia, classificações climáticas e na quantificação das disponibilidades hídricas regionais para o dimensionamento de sistemas e manejo da água de irrigação, requerendo estudos, avaliações e ajustes para sua correta utilização.

A evapotranspiração (ETP) é afetada por diferentes fatores climáticos como a temperatura, luz solar, umidade atmosférica, vento, albedo da superfície e umidade do solo, bem como das propriedades do solo e das plantas. Portanto, a sua estimativa é uma tarefa muito complicada e desafiadora.

A ETP média (Figura 9) oscila de 92,5 mm (julho) a 158,8 mm (dezembro), os pontos de mínimas ETP posiciona em fevereiro (132,5 mm) e em julho (92,5 mm), os pontos de máximas foram registrados em dezembro e janeiro. O alto período de maiores ETP ocorrem de outubro a janeiro e os menores valores de ETP centra-se de junho a agosto.

A ETP máxima flui de 95,5 mm (julho) a 178,9 mm (dezembro) os menores valores de ETP registra-se em junho a agosto e os maiores de outubro a janeiro. Seus pontos de mínimos ocorrem em fevereiro e julho e os de março novembro e dezembro. As variabilidades das flutuações seguem os mesmos caminhos ou flutuações da ETP média/máxima

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

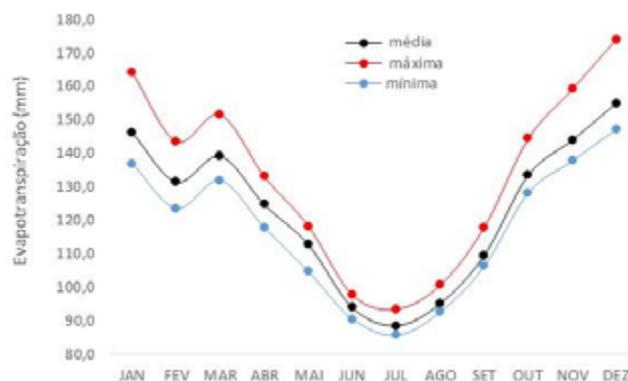


Figura 9 – Evapotranspiração máxima, média e mínima mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

A Figura 10 representa as flutuações inter mensais da evapotranspiração climatológica e seus percentuais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras, os meses de junho a setembro representa 25% do total anual evapotranspiradas e entre os meses de outubro a maio tem-se 75%. As influências das temperaturas, radiação e vento contribuem para o aumento da ETP. Neste intervalo tem-se que cuidar das águas armazenadas e em seus lençóis pois sua evapotranspiração é altíssima, no estudo de França et al. (2021) estes resultados vêm corroborar.

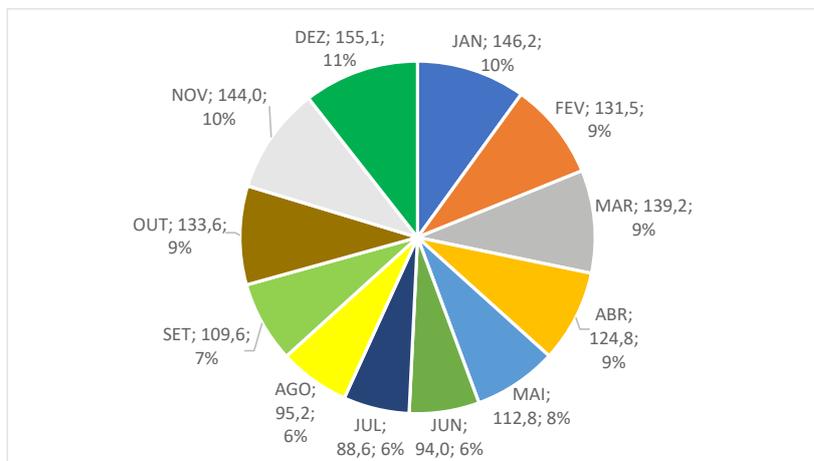


Figura 10– Evapotranspiração climatológica e seus percentuais mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

A ETP anual (Figura 11) oscila de 1420 mm (2011) a 1560 mm (2015) mm que corresponde também aos seus picos de mínimos e máximos evapotranspiradas. Destaca-se os anos de 2010, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2020 com ETP superior à média, os anos 2011, 2012, 2013, 2019, 2021 e 2022 com flutuações abaixo da média e os anos 2018 e 2023 igual a média resultados com corroboração de resultados e discussões pode ser visto em Neves et al (2022).

A ETP registra média climatológica de 1472 mm, salienta-se que as flutuações inter anos são decorrentes dos aquecimentos ou resfriamentos térmicos, velocidade vento acima dos

padrões normais e as irregularidades pluviiais ocasionado chuvas localizadas e de magnitudes diferenciadas.

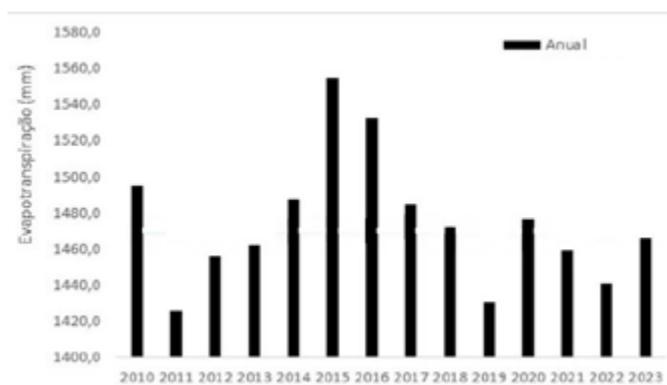


Figura 11 – Evapotranspiração anual e sua climatologia para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As anomalias evapotranspirativas anuais do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023 estão representadas na Figura 12. Com flutuações de -40 mm (2011) a 80 mm (2015). As anomalias negativas (cor azul) mostram que os referidos anos de ocorrências sofreram reduções e as anomalias positivas (cor vermelha) registram acréscimos e os resultados vem a corroborar com os estudos de Souza et al. (2011); Neves et al. (2022).

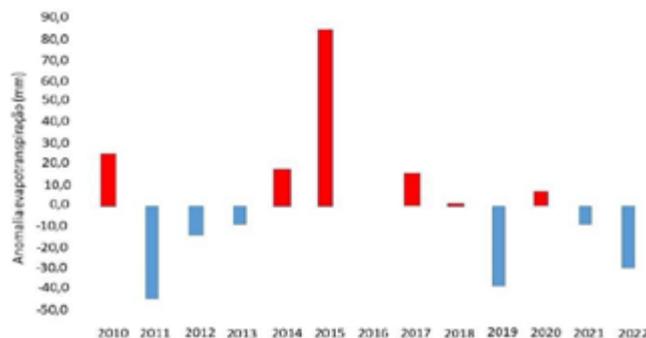


Figura 12. Anomalia evapotranspirativos anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 13 tem a tendência da reta de ETP com representação do coeficiente angular negativo e  $R^2$  baixo onde poderá ocorrer redução do índice em discussão, salienta-se que as retiradas das arvores, solo nu, alta incidência de radiação, queimadas, poderá proporcionar aumento significativos neste elemento, conforme afirmação de França et al. (2021).

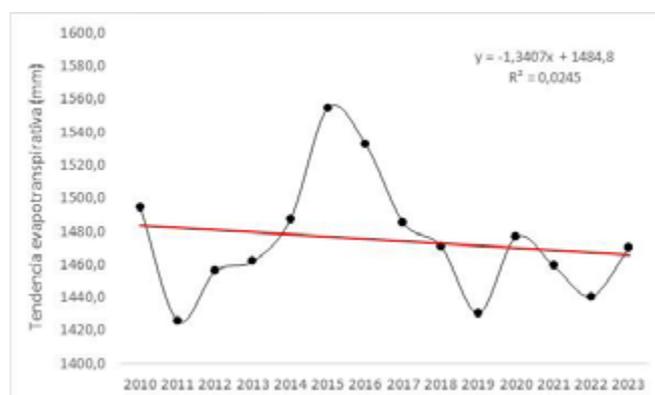


Figura 13. Tendência evapotranspirativos anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Tucci (2005) demonstrou que os elementos evaporação (EVR) e evapotranspiração representam a soma das perdas d'água marcantes para a região semiáridas do Brasil, sendo de fundamental seriedade à identificação destes fatores que afetam o balanço hídrico regional.

Medeiros et al. (2021) especializaram pelo método da krigagem os elementos precipitação, evapotranspiração e evaporação prováveis ao nível de 75% de probabilidade para 187 municípios foi levada nas estações verão e outono. Conforme os autores, a estação primavera e a estação inverno, onde as contribuições pluviais foram decorrentes dos efeitos locais, orografia e sistemas de escala local ocasionando chuvas fracas a moderadas em curto intervalo de tempo. Na ausência destes dados meteorológicos necessários para determinar a ETP e EVR, a equação de Thornthwaite pode ser utilizada com razoável precisão para estimativa da evapotranspiração e evaporação estudada.

A EVR média (Figura 14) flutua de 10,2 mm (setembro e novembro) 60 mm (abril), seus picos de mínimos ocorrem nos meses de fevereiro, setembro e novembro e em abril registra-se o pico de máximo com 62,2 mm tais variabilidades vem a corroborar com o estudo de França et al (2021).

A evaporação máxima registra pico de máximo valor em março e pico de mínimo valor novembro, suas oscilações mensais oscilam de 49,8 mm (novembro) a 141,5 mm (março) nos meses de abril a novembro registra-se reduções e de dezembro a março ocorrem os acréscimos da EVR.

A EVR mínima tem os meses de abril a julho elevados e os restantes dos meses reduzidos, ocasionados pela ausência de chuvas e sua má distribuição, tal afirmação corroboram com as discussões de Marengo et al. (2022) para a região do semiárido brasileiro. Salienta-se que nessa área é comum, registrar índices pluviais igual ao evaporados.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

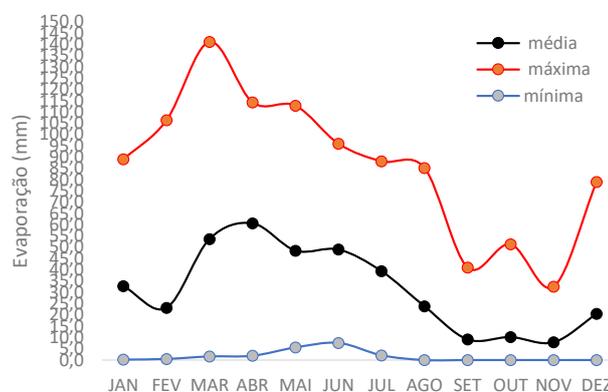


Figura 14 – Evaporação máxima, média e mínima mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2010-2023.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 15 tem-se a distribuição da EVR climatológica e seus percentuais mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2010-2023. O mês de novembro representa 2% do total anual evaporado e o mês de abril 16%. Os maiores meses de poder evaporativo são de março a julho e os menores meses de poder evaporativos são setembro e novembro, estas variabilidades são dependentes dos sistemas atmosféricos transientes e dos efeitos locais e regional, similaridades podem ser vistas no estudo de Medeiros (2018).

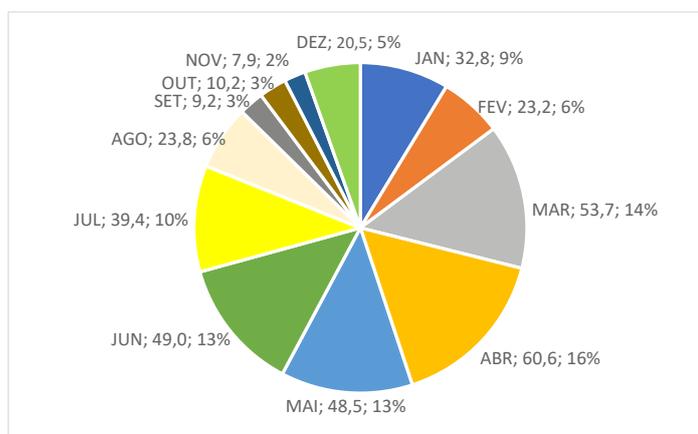


Figura 15 – Evaporação climatológica e seus percentuais mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023.

FONTE: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A distribuição da evaporação anual e sua climatologia está representada na Figura 16, a EVR climatológica é de 382,9 mm, destaca-se os anos de 2013, 2014, 2016 a 2019 com índices evaporativos menores que a climatologia, os anos 2010 e 2021 com EVR igual a climatologia e com anos superando a climatologia registra-se 2012, 2015, 2020, 2022 e 2023, o estudo de França (2021), Marengo et al. (2022) e Medeiros (2018), corroboram.

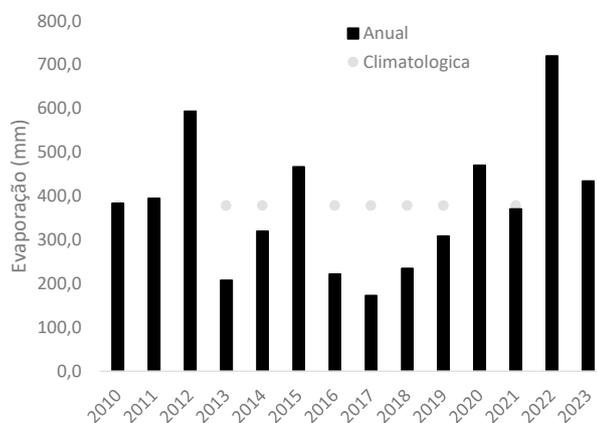


Figura 16 – Evaporação anual e sua climatologia para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/ Paraíba, Brasil entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As flutuações anômalas evaporativas de 2010-2023 estão representadas na Figura 17. Registrou-se sete anos de anomalias positivas fluindo de 8,9 mm (2010) a 308,9 mm (2022), observam-se as flutuações irregulares e má distribuídas inter anos, ocasionados pela intensidade do vento, radiação solar, cobertura de nuvem e do solo, além da irregularidade nos índices pluviais, conforme afirmação de Medeiros (2028).

As anomalias negativas registaram-se com maiores intensidades que a normalidade, entre os anos de 2013, 2014, 2016, 2017 (maior intensidade), 2018 e 2019 (menor intensidade), tais variabilidades foram ocasionadas pelos sistemas de bloqueios atmosféricos que influencio na distribuição pluvial, nos sistemas de microescala, nos efeitos regional e local, França et al (2022) e Marengo et al. (2022).

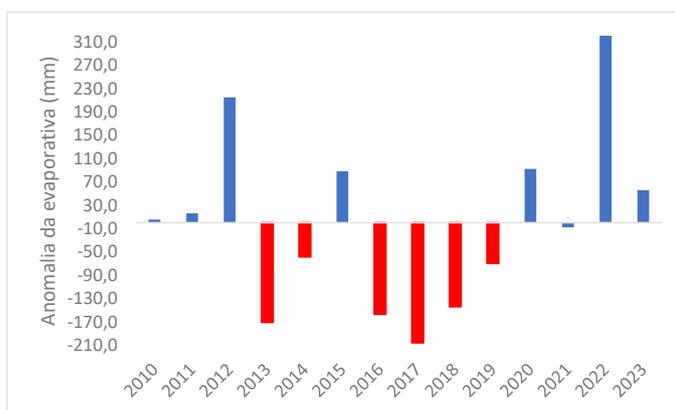


Figura 17. Anomalia evaporativa anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Estudos conexos a tendências climáticas vem sendo intensificados em consequência ao acréscimo da inquietação com o clima futuro e de como essas mudanças dissimularão determinadas localidades (Brito et al., 2022; Ferreira et al., 2023; Santos et al., 2023).

A tendência evaporativa (Figura 18) é positiva e crescente, e com baixa significância, demonstrando elevações evaporativas maiores nos anos futuros, estas oscilações evaporimetricas

estão condicionadas as limitações e ou desempenho dos sistemas provocadores de chuvas na área de estudo, o estudo de Marengo et al. (2022) vem a corroborar com as discussões.

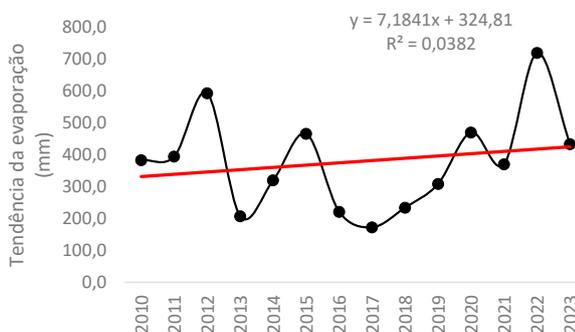


Figura 18 - Tendência da evaporação anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

As oscilações térmicas em escala local evidenciam aquecimento significativo no século XX, mencionando as tendências igualmente altas para os períodos atuais e para maiores oscilações nas variabilidades da temperatura mínima.

As informações das tendências e das variabilidades do clima são de grandes estima o seu conhecimento dos eventos extremos, os quais impactam no ambiente e nas questões socioeconômicas. Desta forma, é conexo analisar as flutuações na frequência e/ou intensidade das condições meteorológicas extremas, as quais são elementos úteis no contexto do desenvolvimento sustentável. Visto que contribuirá a entender os padrões e sua ocorrência e intensidades no clima presente e futuro (Afuecheta et al., 2021).

As variabilidades térmicas máxima, média, mínima e amplitude térmica do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023, estão representadas na Figura 19.

As oscilações das amplitudes térmicas fluem de 9,5°C (maio) a 12,4°C (novembro), estas fluvariabilidades estão diretamente interligadas as oscilações térmicas da temperatura máximas e mínimas que sofrem aumento ou reduções temporais, (IPCC 2014); (IPCC 2022) e Marengo et al. (2022).

As flutuações térmicas mensais médias registram seu pico de máxima oscilação no mês de dezembro e seu pico de mínima em julho, entre agosto e novembro observam-se acréscimos gradativos e de janeiro a junho reduções. Salienta-se que as oscilações médias, são decorrentes das flutuações máxima e mínimas registradas, conforme afirma Marengo et al. (2022) e Medeiros et al. (2028).

Entre dezembro a junho destacam-se o decaimento térmico gradual na variável temperatura máxima, e de agosto a novembro registra-se aumentos significativos nesta variável, seu pico de máxima posiciona-se no mês de novembro e o de mínima em julho.

A temperatura mínima registra redução entre maio a agosto, e pequena redução entre janeiro e fevereiro, aumento gradual térmico de setembro a dezembro, deixando o amanhecer mais quente que a normalidade, as condições térmicas detectadas neste estudo têm similaridades com os estudos do IPCC (2014); Marengo et al. (2008); Marengo et al. (2015) e França et al. (2022).

Os incrementos térmicos máximos foram bem inferiores quando checada aos acréscimos registrados na temperatura mínima. Isto indica que o impacto de El Niño: La Niña sobre a temperatura mínima é superior ao das temperaturas máximas, resultados inversos foram registrados no estado do Rio Grande.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

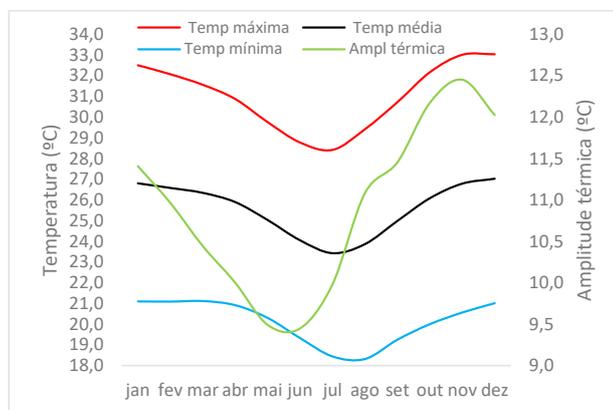


Figura 19 – Variabilidades térmicas máxima, média, mínima e amplitude térmica do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As anomalias térmicas máximas positivas (Figura 20) registraram-se nos anos de 2011; 2014 a 2017, com flutuações de 0,7°C a 4,8°C, superiores as previstas no (IPCC 2019; IPCC 2021 e IPCC 2023). As predominâncias das anomalias negativas com variabilidade entre 0,0°C a -0,3°C e suas intensidades diferenciadas, demonstram que as temperaturas máximas ora aumentam e ora reduz suas intensidades, ocasionando desconforto térmicos a população, estresse hídricos as culturas e aumento dos poderes evaporativos e evapotranspirativos dos lagos, lagoas, represas e dos recursos naturais. Similaridades podem ser vista no (IPCC 2019 e IPCC 2022).

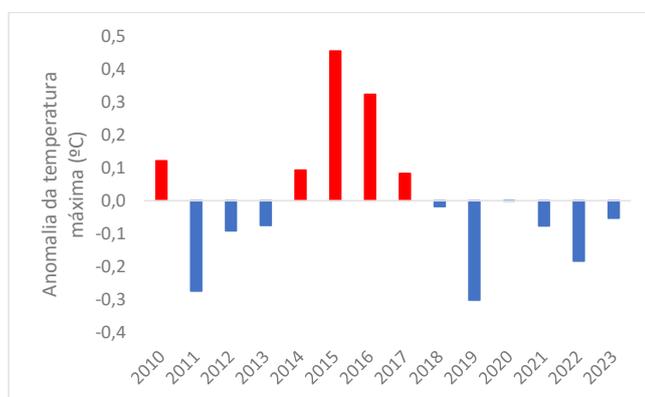


Figura 20 – Variabilidade da anomalia térmica máxima do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com oscilações térmicas mínimas anuais positivas, totalizando sete anos, com flutuações de 0,06°C a 0,48°C, tais variabilidades vêm a corroborar nas discussões dos trabalhos de Marengo et al. (2022) Marengo et al. (2016).

As anomalias térmicas mínimas negativas, registraram sete anos com diferenças anômalas, e suas flutuações fluíram de -0,01°C a -0,29°C, demonstrando que entre os anos estas flutuações foram com maiores intensificações, afetando os seres vivos com maior significância, principalmente no período do amanhecer, onde estão mais quentes.

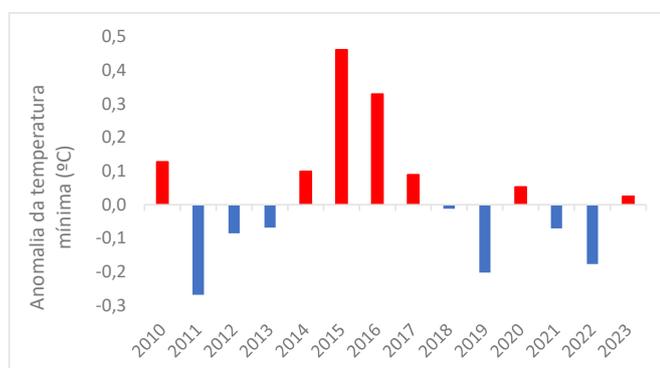


Figura 21 – Variabilidade da anomalia térmica anual mínima do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A tendência térmica máxima anual (Figura 22), do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023, registra tendencia negativa e de baixa insignificância, principalmente no início e no final de sua série, onde se registras as maiores flutuações.

Os trabalhos dos autores Medeiros (2017); Medeiros (2018); IPCC (2014); Rossato (2011); Horokoshi et al. (2007); Marengo et al. (2008) e Nobre et al. (2005) apresentaram que os índices térmicos têm semelhanças com os descritos neste artigo.

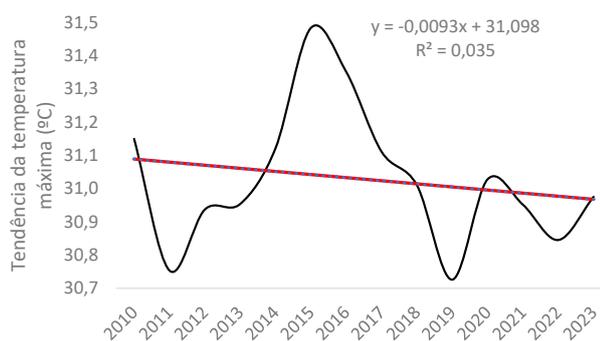


Figura 22 - Tendência térmica máxima anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.

Observando-se a curva de tendência da temperatura mínima, tem declinação negativa de baixa insignificância, salienta-se que as maiores flutuabilidades desta variável ocorrem no início e final de sua série. Destaca-se ainda que na variável térmica mínima em sua série ver-se claramente as oscilações de acréscimo e decréscimo deste elemento.

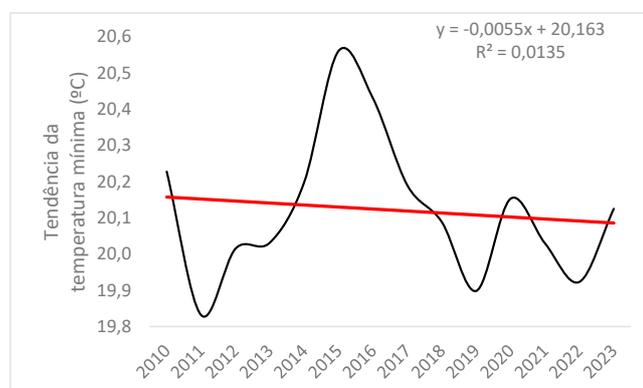


Figura 23 - Tendência térmica mínima anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.

## CONCLUSÃO

O estudo climatológico, usando e suas aplicações nas variabilidades climáticas, são ferramentas de suma importância, para preparo de projetos e planejamentos urbano/rural, que irão fornecer subsídios aos tomadores de decisões aos planejamentos socioeconômico, regional.

As discussões nas oscilações e flutuações dos elementos climáticos em estudos apresentaram expressivas variabilidades interanual.

As oscilações pluviais estão sendo motivadas por fatores de grande escala, como Zona de Convergência Intertropical, eventos climáticos extremos como movimentos convectivos, linhas de instabilidades, flutuação da microescala, locais e o crescimento urbano desordenado.

A população deverá recorrer ao armazenamento de água de chuva cotidianamente, no setor agrícola deverá plantar com sementes supre precoce resistente a baixos índices pluviais.

Com o acréscimo térmico e a redução pluvial, as deficiências hídricas serão ampliadas e ocasionara desastres maiores, seguidos de desgastes nos níveis de represas, açudes, lagoas e rios, agronegócios, agropecuária, socioeconômicos e entre tantas outras áreas.

Os subsídios térmicos vêm assessora nas tomadas de decisões para o meio agropecuário, ambiental, rural e urbano, ao bem esta habitacional e ao socioeconômico em várias áreas do conhecimento.

As variabilidades positivas e negativas nas anomalias da tendência linear da temperatura máxima da área estudada apresentaram consistência espacial idêntica à da temperatura mínima, exatamente pela forte tendência nesta variável, inter anos.

Os parâmetros precipitação e evaporação registraram tendências de acréscimo, a evapotranspiração, temperatura máxima e temperatura mínima apresentaram tendência de redução, todas elas com insignificante estatística

Aconselhar, assim, uma análise mais potente e concentrada no elemento temperatura mínima, devido as mudanças acentuadas observadas na sua série.

## REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2023.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Viena -AT, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- AFUECHETA, E.; OMAR, M.M.H. Characterization of variability and trends in daily precipitation and temperature extremes in the Horn of Africa, *Climate Risk Management*, v. 32, 2021. DOI: 10.1016/j.crm.2021.100295.
- AMBRIZZI, T. Variabilidade e mudança no clima: passado, presente e futuro. In: CORTESE, T.T.P.; NATALINI, G. (org.). *Mudanças climáticas: do global ao local*. Barueri: Manole, 2014. p. 1-38.
- AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B. 2013. Emprego do Método de Thornthwaite & Mather (1955) para cálculo do balanço hídrico climatológico do núcleo de degradação de São Raimundo Nonato - Piauí. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6, 01, 079-090. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v06.1.p079-090>.
- BAL, S.K.; SANDEEP, V.M.; KUMAR, P.V.; RAO, A.V.M.S.; PRAMOD, V.P.; ANIKANDAN, N.; RAO, C.S.; SINGH, N.P.; BHASKAR, S. Assessing impact of dry spells on the principal rainfed crops in major dryland regions of India. *Agricultural and Forest Meteorology*, [S.l.], v. 313, p. 108768, 2022.
- BALTACI, H.; ARSLAN, H. Seasonal and regional variability of wet and dry spell characteristics over Turkey. *Atmospheric Research*, [S.l.], v. 270, p. 106083, 2022.
- BRITO, A.P.; SILVA, N.C.; TOMASELLA, J.; FERREIRA, S.J.F.; MONTEIRO, M.T.F. (2022). Análise do Índice de Anomalia de Chuva e tendência de precipitação para estações pluviométricas na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 37 (1), 19-30. <https://doi.org/10.1590/0102-778637014521>.
- CARVALHO, R.S. 2010. Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais: análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina. 53f. (Especialização em Construção de Obras Públicas). Universidade Federal do Paraná. Apucarana.
- COSTA, R.L.; GOMES, H.B.; SILVA, F.D.S.; BAPTISTA, G.M.M.; DA ROCHA JÚNIOR, R.L.; HERDIES, D.L.; SILVA, V.P.R. Cenários de Mudanças Climáticas para a Região Nordeste do Brasil por meio da Técnica de Downscaling Estatístico. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 35, n. Especial, p. 785-801, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863550006>.
- FERREIRA, N.S.; LIMA, A.M.M.; GOMES, D.J.C. (2023). Vulnerabilidade das áreas úmidas e influência sazonal pluviométrica Geofronter, na da Amazônia 9, precipitação Oriental. 1-23. <https://doi.org/10.61389/geofronter.v9i1.7366>.
- FRANÇA, M.V.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; SOUZA, F.A.S. Tendência da temperatura mínima e sua reta de regressão para Amparo de São Francisco – Sergipe, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, e14311225633, 2022. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25633>
- FRANÇA, M.V.; MEDEIROS, R.M.; ARAÚJO, W.R.; HOLANDA, R.M. Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, 2020. eXX, (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409.
- FRANÇA, M.V. Climatologia do município de Amparo de São Francisco (se) entre 1963-2019. *Revista Mirante, Anápolis (GO)*, v. 14, n. 1, jun. 2021. ISSN 1981-4089
- FREITAS, J.C. Análise de agrupamentos na identificação de regiões homogêneas de índices climáticos no Estado da Paraíba. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2009, 75p. KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. p.388.

- JUNQUEIRA, H.S.; ALMEIDA, L.M.F. SOUZA, T.S. NASCIMENTO, P.S. Análise da Variação Sazonal e de Tendências na Precipitação Pluviométrica no Município de Juazeiro-BA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 6, p. 2641-2649, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2641-2649>.
- HORIKOSHI, A.S.; FISCH, G. (2007). Balanço Hídrico Atual e Simulações para Cenários Climáticos Futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água. An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 2(2).
- KÖPPEN, W, GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível: GS. 2014.
- IPCC - Intergovernmental Painel on Climate Change. *Climate Change 2023. Synthesis Report*. Disponível em <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>>.
- IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Painel on Climate Change*. PÖRTNER, H.O. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 3056p. 2022.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Painel on Climate Change*. Masson-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2391 p. 2021
- KÖPPEN, W, GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- 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.
- LIMA, E.F.; MORAES, R.G.S.; FONSECA, B.L.A.S.; OLIVEIRA, P.L.S.; SILVA, C.M. 2019. Desempenho de equações bioclimáticas para estimativa da evapotranspiração de referência em Conceição do Araguaia/PA. *Revista Sustinere*, 7, 1, 96-105. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2019.43416>
- MARENGO, J.A.; GALDOS, M.V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A.P.; MARIN, F.R.; VIANNA, M.S.; ALVALA, R.C.S.; ALVES, L.M.; MORAES, O.L.; BENDER, F. (2022). Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. *Climate Resilience and Sustainability*, McLeod, A. (2022). *\_Kendall: Kendall Rank Correlation and Mann-Kendall Trend Test R package version 2.2.1*.
- MARENGO, J.A. (2008). Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, v. 13, n. 27, p. 149-11589-1609, 2009. 76.
- MARENGO, J.A. et al. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v.1, Campina Grande, PB: INSA, p.383- 416.
- MARENGO, J. A. (2015). *Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil*. Recuperado de [http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS\\_MudancasClimaticas.pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf)
- MEDEIROS, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANCA, M.V.; HOLANDA, R.M.; CUNHA FILHO, M.; ARAUJO, W.R. Impactos das anomalias pluviiais nas atividades agrícolas em Alagoa Nova e Lagoa Seca - Paraíba, Brasil. *Research, Society And Development*. v.11, p.e32311326608 - 2022.
- MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; ROLIM NETO, F.C.; ARAÚJO, W.P.; FRANÇA, M.V. (2021). Espacialização pelo método da Krigagem nas variabilidades pluvial, evapotranspiração e evaporação no Estado do Pernambuco – Brasil. *Research, Society*

- and Development, 10, n. 2, e51010212758, 2021 (CC BY 4.0). ISSN 2552-3409 <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12758>
- MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológicos para o Estado da Paraíba. P.150, 2018.
- MEDEIROS, R.M. (2017). Amplitudes térmicas e sua oscilação mensal na grande metrópole Recife-PE, Brasil. *Revista Paisagens & Geografias*. 2(1): 31-45.
- MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I.M.D. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2007.
- MOLDEN, D. 2007. *Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture*. London: Earthscan: International Water Management Institute.
- MOTTA, P.C.; FERREIRA, P.S.F.; SOUZA, W.H.S.; ARAÚJO, B.M.; SANTOS, A.S.P.; OHNUMA JÚNIOR, A.A. (2023). Aproveitamento de Águas Pluviais em Sistemas de Refrigeração do Centro Cultural Justiça Federal do Rio de Janeiro. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(8), p. 1-20.
- NEVES, E.; GUTIERRES, M.I.A.; SILVA, P.F.; SANTOS, T.M. 2022. Determination of hydric demand through the use of evaporimeters tanks. *Research, Society and Development*, [S. l.], 11, 1, 1-10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24578>.
- NOBRE, CA, ASSAD, ED. (2005). *O aquecimento global e o impacto na Amazônia e na agricultura brasileira*. INPE e Print, São José dos Campos, v. 1.
- Rossato, MS. (2011). *Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia*. 240f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS-BR.
- SANTOS, J.G.R. Variação higrótérmica urbana de Goiânia/GO em um mês de calor intenso. *Revista Brasileira de Climatologia*. Ano 16 –Vol. 27– JUL / DEZ 2020.
- SANTOS, T.O.; ANDRADE FILHO, V.S.; FRANÇA, R.S. (2023). Variabilidade e tendência climática nos municípios de Manaus (AM) e São Gabriel da Cachoeira (AM): uma avaliação a partir dos dados de precipitação e temperatura. *Revista Geonorte*. 14 (43), 149-171. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.V.14.N.43.149.171>.
- SENEVIRATNE, S.I. et al. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. *In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. MASSON-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, p. 1513-1766, 2021.
- SILVA, J.L.B.; MOURA, G.B.A.; SILVA, M.V.; GUEDES, R.V.S.; LOPES, P.M.O.; SILVA, E.F.F.; VASCONCELOS, R.S.; FRANCILINO, A.H. Inferência Exploratória de Dados Espaço-Temporal da Precipitação Pluviométrica no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 5, p. 2019-2036, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2019-2036>.
- SILVA, S.N.; LOPES, F.G.; ANDRADE, F.E.; FERREIRA, C.B.; DANTAS, M.C.A.M.; SIQUEIRA, E.C. (2017). Efeitos da escassez hídrica na economia do perímetro irrigado de São Gonçalo, Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*.
- SILVA, F.B.; SANTOS, J.R.N.; FEITOSA, F.E.C.S.; SILVA, I.D.C.; ARAÚJO, M.L.S.; GUTERRES, C.E.; SANTOS, J.S.; RIBEIRO, C.V.; BEZERRA, D.S.; NERES, R.L. (2016). Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-cerrado no estado do maranhão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(3), p. 330 – 336.
- SILVA, J. B.; LLOPART, M.P.; BOIASKI, N. (2005). Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - Tabelas de probabilidades em escalas de tempo pentadal. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(2), 267-276.
- SOUZA, W.M.; AZEVEDO, P.V. (2012). Índice de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2, p.320- 331.

- SOUZA L.P.; FARIAS O.S.; MOREIRA J.G.V.; GOMES F.A; JUNIOR E.F.F. Comparação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Cruzeiro do Sul – Acre. Enciclopédia biosfera, v.7, n.12, p.1-8, 2011
- SOUZA, B.I. Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFRGS), Porto Alegre. 2008.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1953. 311p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).
- TUCCI, C.E.M. (2005). Modelos hidrológicos- (2a ed.), Editora da UFRGS, 669p.

Capítulo 2

**VARIAÇÕES TÉRMICAS E PLUVIAIS BIANUAL MÁXIMA NO POVOADO  
RIBEIRA DE CABACEIRA/PARAÍBA, BRASIL**

Raimundo Mainar de Medeiros  
Moacyr Cunha Filho  
Romildo Morant de Holanda  
Manoel Vieira de França  
Marília Gabriela Medeiros Ordomo Lages

**RESUMO**

Mudanças climáticas estão anexas a diversos fatores, como as transformações de energia, pela produção antropogênica de calor, e pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies que são construídas em diversificadas áreas terrestres. Objetiva-se estimar as variações térmicas máximas e pluviais de dois em dois anos no povoado Ribeira de Cabaceira – Paraíba, Brasil compreendido em 2010-2023. Os dados térmicos foram gerados pelo software “Estima – T” correspondente ao período 2010-2023. Os dados pluviais foram interpolados dos municípios circunvizinho, após passarem por sistemas de consistência e homogeneização. A disponibilidade hídrica reflete em todas as atividades humanas e animal sendo indispensável às suas sobrevivências, para a convivência das situações motivadas por eventos climáticos extremos oriundos das suas variabilidades as quais tornam-se indispensável o conhecimento detalhado do comportamento climático da precipitação, aliado a recursos técnicos e naturais que deem subsídio ao desenvolvimento da área estudada. As ocorrências das flutuações de reduções e acréscimos nos parâmetros térmicos estão em conformidade com o deslocamento do período chuvoso e as atuações e/ou contribuições dos efeitos regionais e locais.

**Palavras-chave:** Variações climáticas, mudanças climáticas, meio ambiente.

**MAXIMUM BIANUAL THERMAL AND RAINFALL VARIATIONS IN THE  
POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRA – PARAÍBA, BRAZIL**

**ABSTRACT**

Climate change is linked to several factors, such as energy transformations, anthropogenic heat production, and the thermal properties of surface materials that are built in diverse terrestrial areas. The objective is to estimate the maximum thermal and rainfall variations every two years in the Ribeira de Cabaceira village – Paraíba, Brazil between 2010-2023. The thermal data were generated by the “Estima–T” program corresponding to the period 2010-2023. Rainfall data were interpolated from surrounding municipalities, after going through consistency and homogenization systems. Water availability is reflected in all human and animal activities and is essential for their survival, for the coexistence of situations caused by extreme climatic events arising from their variability, which makes detailed knowledge of the climatic behavior of precipitation, combined with technical resources, essential and natural resources that support the development of the studied area. The occurrences of fluctuations in reductions and increases in thermal parameters are in accordance with the displacement of the rainy season and the actions and/or contributions of regional and local effects.

**Keywords:** Climate variations, climate change, environment.

**INTRODUÇÃO**

Raimundo et al. (2022) mostraram que as oscilações nos elementos climáticos fazer referência as mudanças no proceder dos anos nas variáveis que determina o clima, em

determinada área, região e no Globo. Estas variabilidades ocorrem em benefício as diferentes causas, as quais incluem influências naturais, atividades humanas e climáticas, originando sugestões de forma intensa na sociedade, meio ambiente e socioeconômicas. Existindo a necessidade de se realizar o monitoramento, e estudos que abarquem a região, propendendo o presente e futuro da população e meio ambiente.

As oscilações de temperatura e umidade do ar é uma provável caracterização de mudança que vem afetando o mundo, especialmente nas regiões onde o clima seco, quente e úmido predomina, ocasionando consequências irreversíveis para o meio ambiente e seres vivos (Raimundo et al., 2022).

Para Albuquerque (2007) as diversificadas atuações do homem ao meio ambiente e natureza, vem ocasionado percebíveis alterações ao meio ambiente, ocasionado pelo seu uso em abundância e desmedida, visando preencher as precisões de sobrevivência da humanidade. Ultimamente, é palpável que sua relação nunca foi tão crítica, e que venham ocasionado inúmeras consequências negativas relacionadas diretamente ao uso irresponsável dos recursos naturais, aumento das áreas urbanas, desmatamentos, no desenvolvimento da agricultura e no crescimento das frotas automotivas que emitem CO<sub>2</sub> o que vem causando variações climáticas, como a temperatura, precipitação e umidade relativa do ar. Dessa forma, não dando tempo suficiente para a natureza se reestabelecer.

Ayoade (2002) relatou que as flutuações das temperaturas estão relacionadas ao movimento das moléculas, que ao agitarem-se, maiores serão as temperaturas (Medeiros et al., 2013). “A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra. O calor desloca-se de um corpo que tem uma temperatura mais elevada para um com temperatura mais baixa”.

Para Medeiros et al. (2013) a umidade do ar desempenha diversos papéis extraordinárias na sociedade e em muitas áreas do Globo, como mudança na agricultura, clima, qualidade do ar, umidade térmica, e na saúde da população. Dessa forma, se houver uma mudança de temperatura, consequentemente haverá mudanças na umidade relativa, já que ambas são inversamente proporcionais.

Os efeitos devastadores dos eventos climáticos sobre a população da zona urbana ou mesmo rural, proporcionados pelas enchentes, alagamento, cheias, desmoronamento de ribanceiras, ocorrem devido ao pouco ou a não existência de planejamento, associada ao uso inadequado das áreas (Brito et al., 2015),

Silva et al. (2013) demonstraram que Estado do Piauí tem condições climáticas diferenciadas, com oscilação nos índices pluviométricos cuja origem é bastante individualizada, apresentando também temperaturas médias anuais relativamente variáveis. As precipitações pluviométricas apresentam grande variabilidade espacial e temporal, mostrando dois regimes chuvosos: no sul do Estado chove de novembro a março; no centro e norte, a estação chuvosa tem início em dezembro, prolongando-se até maio.

Medeiros et al. (2020a) avaliaram as tendências térmicas climáticas anuais das temperaturas máxima e mínima em Bom Jesus Piauí de 1960-2018, e reviram suas possíveis causas. Nas séries dos dados calcularam as médias mensais, anuais e estacionais para às estações do ano: verão, outono, inverno e primavera. Os resultados possibilitaram a delimitação de um período quente e/ou frio, o qual servem de alerta as autoridades e aos tomadores de decisões, para um melhor planejamento agropecuário e dos agronegócios. As flutuações das temperaturas decorrem dos sistemas sinóticos atuantes do período chuvoso e seco tal como dos impactos no meio ambiente e das atuações dos sistemas sinóticos transientes de larga escala e das escalas local e regional.

Medeiros et al. (2020b) analisaram a variabilidade das temperaturas médias do ar e seu comportamento espaço temporal para a área de Mata Pernambucana composta por 44 municípios do período 1950-2017. Verificaram que a série temporal apresentou tendência de redução e um

componente sazonal com periodicidade de 0,7 a 1,4 meses. Os autores obtivemos um bom ajuste para os modelos das séries das médias móveis para 5 e 10 anos, com valores esperados dentro do intervalo de confiança, resultado satisfatório, considerando as incertezas do erro padrão e o clima que podem alterar os resultados esperados. Na parte agrícola, os riscos de maiores tensões são apresentados com o aumento da evapotranspiração e evaporação, a recorrência do uso d'água irrigada não é descartada. Altitude e latitude são as variáveis fisiográficas que melhor explicam a variação da temperatura média do ar na área estudada.

Medeiros et al. (2018) realizaram a análise da variabilidade espaço temporal da temperatura média do ar do Estado do Pernambuco distribuída pelas regiões homogêneas. Os resultados demonstraram que as flutuações térmicas estão relacionadas com a elevação e a latitude, sendo uma das variáveis fisiográficas que explicam melhor a variação da temperatura mensal e anual na área de estudo. As flutuações da temperatura média decorrem dos sistemas sinóticos atuantes na época dos períodos chuvosos e secos tal como dos impactos no meio ambiente. Ocorreram reduções de temperatura em conformidade com o deslocamento do período chuvoso e as atuações e/ou contribuições dos efeitos regionais e locais.

O acréscimo térmico que vem ocorrendo na temperatura extremas (máxima/mínima) e na do ar global está alongando-se e tornando-se ameaça aos sistemas naturais e humanos e pondo em risco a condição de vida dos habitantes, vegetal e animal. Conforme a avaliação do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC 2021), a combustão excessiva de combustíveis fósseis ligada às atividades antrópicas como sendo a causa principal das mudanças climáticas. Desde o início da era industrial, a temperatura global média já aumentou 1,1 °C. Para limitar o aumento da temperatura a menos de 1,5°C, conforme o Acordo de Paris (2015), é essencial reduzir imediatamente as emissões de Gases de Efeito Estufa causados pelo homem.

Objetiva-se estimar as variações térmicas máximas e pluviiais de dois em dois anos no povoado Ribeira de Cabaceira – Paraíba, Brasil compreendido em 2010-2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira localiza-se nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' W, e altitude de 391 metros, (AESA 2024) (Figura 1).

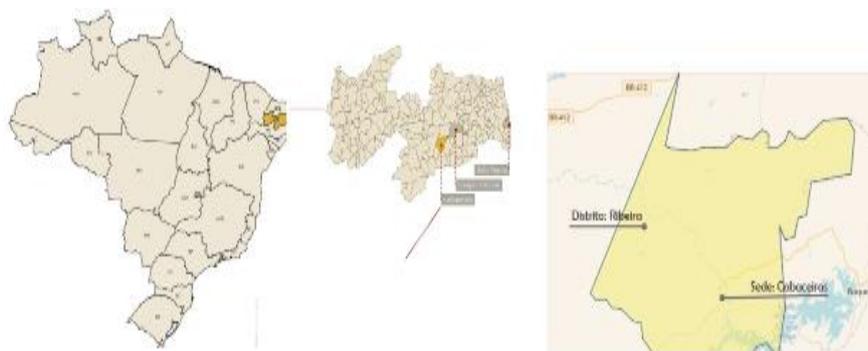


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados

convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano (Medeiros 2024). Segundo a classificação climática de Köppen (1928) e Köppen et al, (1931) o clima é do tipo BSH, o estudo de Alvares et al, (2014) corroboram com os resultados discutidos.

Os dados térmicos foram gerados pelo software “Estima – T” correspondente ao período 2010=2023, (Cavalcanti, 2006; Cavalcanti, 1994). Os dados pluviométricos foram interpolados dos municípios circunvizinho, após passarem por sistemas de consistência e homogeneização (AES A 2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices pluviométricos e térmicos são elementos climáticos essenciais para concepção da dinâmica do meio físico incluso ao ciclo hidrológico. O entrosamento do comportamento sazonal e suas tendências pluviométricas e térmicas são de grandes estratégias para idealização de projetos do meio ambiente, geração de energia e agricultura. Mudanças nestas variantes vem sendo considerada como ameaças significativas à sobrevivência de diversos ecossistemas, que já vem sendo detectadas. Mudanças térmicas e pluviométricas causarão consequências drásticas nos recursos hídricos, comprometendo o consumo de água doce e seus armazenamentos e abastecimentos, geração de energia e agricultura (Silva, 2005).

As flutuações inter mensais da pluviosidade e térmicas em Ribeira de Cabaceiras está representada na Figura 2, com oscilações pluviométricas irregulares inter meses e com variável amplitudes variando de 7,5 mm (maio e setembro) a 120 mm (junho), estas variabilidades pluviométricas estão interligadas aos sistemas provocadores de chuvas local e regional e as contribuições dos sistemas de larga e microescala como formações de linhas de instabilidades, aglomerados convectivos, movimentos verticais ascendente que juntos ocasionam chuvas moderada em tempos variado de ocorrências, resultados similares foram detectados por Marengo et al. (2021) na região Nordeste.

As flutuações térmicas oscilam de 28,7°C (julho) a 32,8°C (novembro), seus picos de mínimos e máximos estão relacionados aos índices pluviométricos e as variações locais e regionais, entre agosto a novembro registra-se acréscimo significativos térmicos e de dezembro a junho suas reduções ocasionadas pelas ocorrências das variações pluviométricas e auxiliadas pelos efeitos da microescala. Os fatores desmatamento da caatinga e arborização nativa, queimadas e derrubada das arborizações, assim como a predominância da invasão das algarobas contribuem para os acréscimos térmicos.

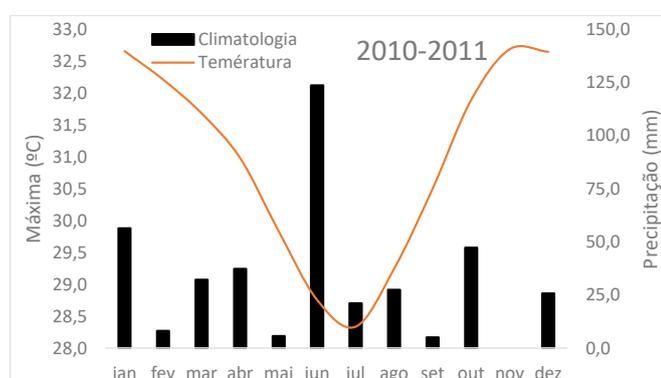


Figura 2 – Variabilidade pluviométrica e térmica máxima dos anos 2010-2011 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Com chuvas má distribuídas, irregulares e com intensidade e magnitude variadas inter meses nos anos 2012-2013 onde foram ocasionadas pelas formações das linhas de instabilidades, aglomerados convectivos contribuições dos efeitos locais e regionais que deixaram os meses de setembro a dezembro com baixos índices pluviométricos e entre os meses de janeiro a agosto os índices pluviométricos fluíram de 20 mm (agosto) a 80 mm (maio) (Figura 3).

Tais mudanças têm causado preocupações para a sociedade, economia e consequências irreversíveis para o meio ambiente, causadas por atividades humanas, na emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, que causam aumento da temperatura, e aquecimento global.

Estas variabilidades vêm a corroborar com os resultados dos estudos de Medeiros et al (2013); Marengo et al. (2021).

Os dados térmicos inter meses dos anos 2012-2013, fluíram de 28,3°C (julho) correspondente ao seu ponto de mínimo térmico a 33,3°C (novembro) com seu ponto de máximo térmico. Julho a novembro registra-se acréscimos térmicos máximos ocasionados por falta de chuva, solo nu e seco, incidência de queimadas ocasionadas pelo preparo da terra e pelo homem, de janeiro a junho percebe-se temperatura máxima em declínio acarretadas pelas incidências pluviométricas, solo com umidade, vegetação rasteira e nativa revigorada, além dos escoamentos das águas dos lugares altos para os baixos, ocasionando armazenamento em pequenos lagos ou barreiros.

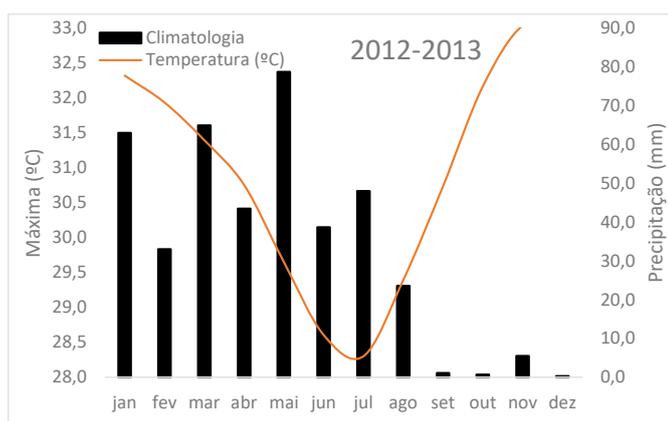


Figura 3 – Variabilidade pluviométrica e térmica máxima dos anos 2012-2013 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Para Ortolani et al. (1987) às atividades produtivas, a agricultura é a mais condicionada às variabilidades climáticas de tal forma que estas são responsáveis por até 70% da variabilidade final da produção.

As distribuições pluviométricas registradas nos anos de 2014-2015 no Povoado Ribeira de Cabaceiras foram irregulares e má distribuídas com magnitude e intensidade diferenciadas e com moderados índices pluviométricos, fluindo de 2,1 mm (janeiro) a 71,1 mm (abril), lembrando que eventos de chuvas moderadas também foram registradas entre novembro e dezembro ocasionado pela redução térmica, formação de linha de instabilidade e aglomerados convectivos, auxiliados pelos efeitos locais e regionais como orografia e vento de sudeste.

As flutuações térmicas máximas dos anos 2014-2015 (Figura 4) tem oscilações máximas e mínimas registradas nos meses de julho (28,8°C) e novembro (33,6°C), entre agosto e novembro registra-se acréscimo térmico crescente e contínuo fluindo de 29,8°C a 33,6°C, entre dezembro e junho as variações térmicas sofrem reduções e suas oscilações fluem entre 33,5°C a 28,8°C. Estas variabilidades nas oscilações térmicas decorrem dos efeitos locais e regionais e das atuações dos

sistemas de meso e microescala predominantes nos anos estudados. O IPCC (2014) e Marengo et al. (2016) tem similaridades com o estudo.

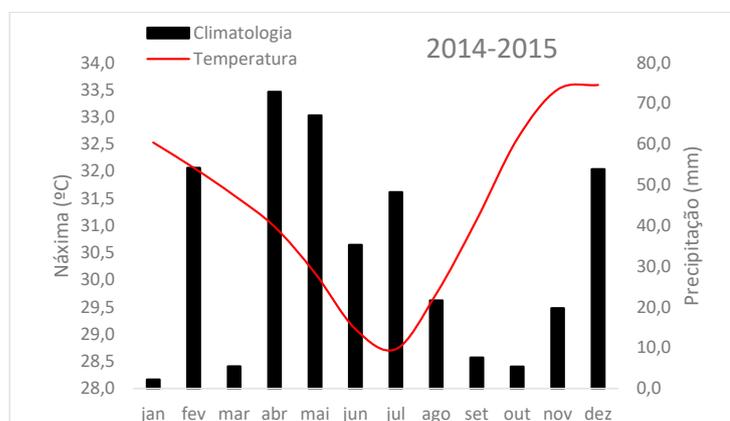


Figura 4 – Variabilidade pluvial e térmica máxima dos anos 2014-2015 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Segundo Guimarães et al. (2016) o panorama das mudanças climática para a região nordeste do Brasil, onde está alocado o povoado em estudo. É um povoado pequeno onde seu clima é o semiárido, passa por alguns anos por ter clima seco e calor intenso, ocasionado pela deficiência pluvial da região a longo período, prejudicando o meio ambiente e contribuindo com as alterações climáticas, como a temperatura e umidade. Todavia, as influências antrópicas sobre o clima, vem evidenciando as vulnerabilidades dos sistemas naturais e humanos. Desse modo, esboços de impactos e riscos são fundamentais para conscientização as mudanças climáticas.

Na Figura 5 tem-se as variabilidades pluviais e térmicas máximas dos anos 2016-2017 no Povoado Ribeira de Cabaceiras, as flutuações térmicas na área estudada foram ocasionadas pelos abrandamentos dos ventos, incidências de queimadas, troca de calor latente por sensível e vice-versa, falta de vegetação nativa e rasteira, índices pluviais irregulares ocasionando temperatura em elevações com oscilações fluindo de 28,7°C (julho) a 33,3°C (novembro).

As flutuações pluviais oscilaram de 0,2 mm (novembro) a 60,6 mm (abril), ocasionado chuvas de magnitudes e intensidades diferentes, as irregularidades pluviais foram causadas pelas más distribuições pluviais, as baixas formações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos onde se registrou chuvas moderadas a fraca e em curto intervalo de tempo.

Similaridades nos estudos de Marengo et al (2021) corroboram com os resultados, assim como também pelas afirmações do IPCC (2022).

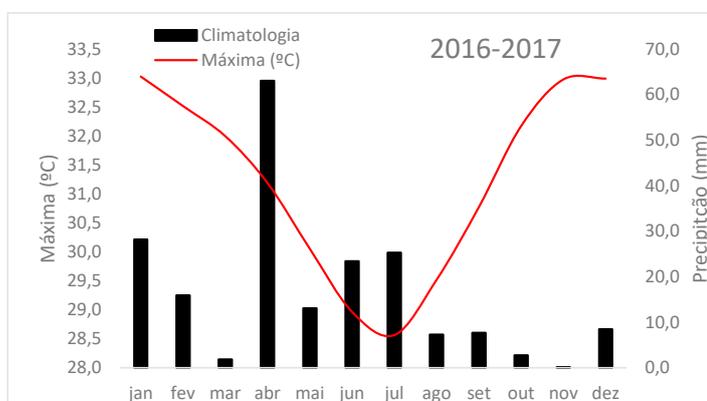


Figura 5 – Variabilidade pluvial e térmica máxima dos anos 2016-2017 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

As incidências pluviais registradas nos anos 2018-2019 estão representadas na figura 6, os referidos anos demonstraram índices pluviais mensais irregulares e de magnitudes diferenciadas (Figura 6). Os meses de março/abril ocorreram os elevados picos pluviais e os menores picos estão alocados entre setembro a dezembro, estes baixos índices foram decorrentes das não contribuições dos efeitos local e regional e a má atuação dos sistemas de meso e microescala conforme citado por Marengo et al. (2021).

As oscilações térmicas máximas fluíram de 28,2°C (julho) a 33,1°C (novembro) as variabilidades registradas nos demais meses foram provocadas pelas ocorrências de chuvas isoladas e de baixa magnitude, a cobertura de nuvens acima do padrão normal, o auxílio do vento alísio de Nordeste, a falta de cobertura rasteira e nativa, incidência de fogo de queimadas e a insolação inserida diretamente a superfície do solo, ocasionando elevação nos índices térmicos de agosto a novembro.

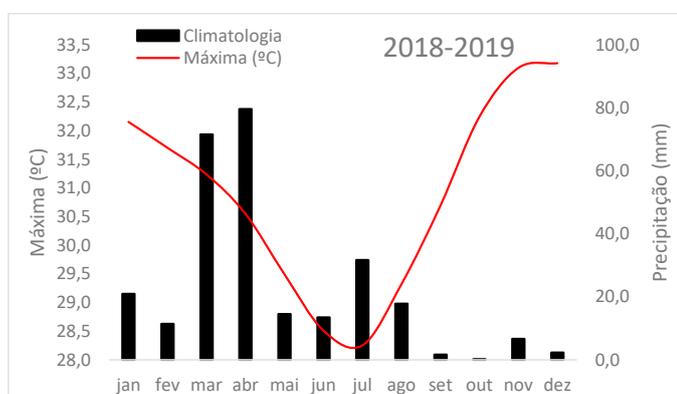


Figura 6 – Variabilidade pluvial e térmica máxima dos anos 2018-2019 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Os baixos índices pluviais registrados em outubro/novembro, foram ocasionados pelo bloqueio atmosféricos dos sistemas provocadores de chuvas tal como a aproximação do sistema de alta pressão do Atlântico Sul próximo da costa brasileira, má atuação do vento alísio e baixa cobertura de nuvens. As variações pluviais para os demais meses foram através das ativações dos sistemas locais, regional, de meso e microescala que ocasionaram chuvas de variações irregulares e de forte a moderada intensidade, estas variações tem similaridades nos estudos de Marengo et al. (2021) corroboram com os resultados, assim como também pelas afirmações do IPCC (2022).

A flutuação térmica manteve-se praticamente iguais as demais já discutidas.

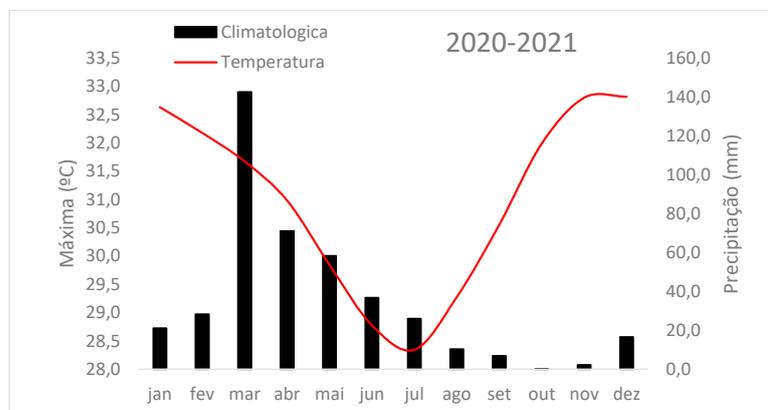


Figura 7 – Variabilidade pluvial e térmica máxima dos anos 2020-2021 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Para Assis (2006) mudanças climáticas em áreas urbanas estão associadas a diversos fatores, como as transformações de energia, pela produção antropogênica de calor, e pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies que são construídas em cada região. Dessa forma, as alterações climáticas estão relacionadas com as variações de temperatura, na temperatura média da terra, e nos aspectos climáticos globais. Tais mudanças têm causado preocupações para a sociedade, economia e consequências irreversíveis para o meio ambiente, causadas por atividades humanas, na emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, que causam aumento da temperatura, e aquecimento global.

Na Figura 8 tem-se as oscilações pluviométricas e térmicas máximas dos anos 2022 e 2023, para ambos parâmetros estudados, registram irregularidades ocasionados pelas variáveis locais e regionais e os auxílios dos sistemas de meso e microescala quando ativos.

As irregularidades pluviométricas foram decorrentes de chuvas isoladas e de alta magnitude e amplitude em curto intervalos ocasionados pelas formações de linha de instabilidade e aglomerados convectivos, acoplados aos auxílios dos sistemas de meso e microescala como a contribuição da orografia e dos ventos alísios. Marengo et al (2021) apresentam similaridades para a região nordeste e em especial para a área de estudo.

As flutuações térmicas deste período de estudos foram basicamente as discutidas para os demais anos.

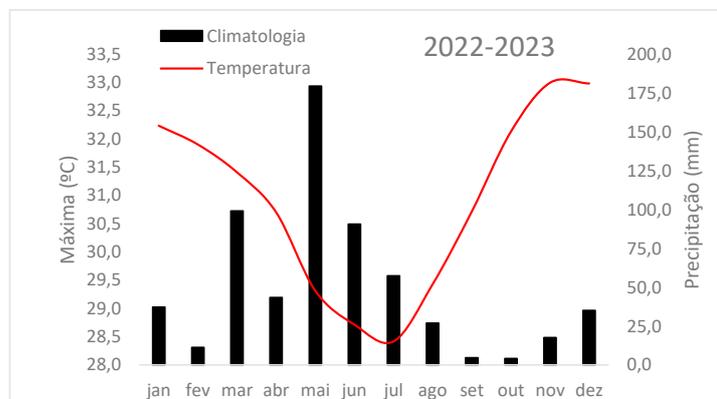


Figura 8 – Variabilidade pluvial e térmica máxima dos anos 2022-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba

## CONCLUSÃO

As ocorrências das flutuações de reduções e acréscimos nos parâmetros térmicos estão em conformidade com o deslocamento do período chuvoso e as atuações e/ou contribuições dos efeitos regionais e locais.

Variabilidades climáticas pluviais e térmicas foram registradas em escala global, regional e local e averiguadas na área de estudo. As variabilidades de acréscimo na temperatura máxima foram ocasionadas pela forte convergência de elevação das estabilidades nas suas oscilações mensais, anuais ora fluindo com reduções e aumentos podendo caracterizam tendência a mudanças climáticas.

A disponibilidade hídrica reflete em todas as atividades humanas e animal sendo indispensável às suas sobrevivências, para a convivência das situações motivadas por eventos climáticos extremos oriundos das suas variabilidades as quais tornam-se indispensável o conhecimento detalhado do comportamento climático da precipitação, aliado a recursos técnicos e naturais que deem subsídio ao desenvolvimento da área estudada.

**REFERÊNCIAS**

- AESA. Agência executiva d'água e clima da Paraíba. [www.aesa.gov.br](http://www.aesa.gov.br). 2024.
- ALBUQUERQUE, B.P. As relações entre o homem e a natureza e a crise socioambiental. 2007. 96v. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Ensino Médio Integrado Ao Ensino Técnico de Laboratório de Biodiagnóstico em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.
- AYOADE, J.O. Introdução a climatologia para os trópicos. 3.ed Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p.332.
- BRITO, J.H.N.; FEITOZA, D.M.A.; NASCIMENTO, N.S. Eventos extremos de precipitação no juazeiro do Norte. In: 2 Workshop Internacional. 2015, Município de Barbalha – CE. Resumo de Congresso. Município de Barbalha – CE: Centec, 2015. p. 1 - 8.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10. p.140-147. 2006.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157. 1994.
- GUIMARÃES, S.O.; COSTA, A.A.; VASCONCELOS JÚNIOR, F.C.; SILVA, MARIANO, E.; SALES, D, C.; ARAÚJO JÚNIOR, L.M.; SOUZA, S.G. Projeções de Mudanças Climáticas sobre o Nordeste Brasileiro dos Modelos do CMIP5 e do CORDEX. *Revista Brasileira de Meteorologia*, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 337-365, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631320150150>.
- IPCC (2021) ABSTRACT for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V.P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, p.3–32.
- IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. PÖRTNER, H.O. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 3056 p., 2022b.
- MARENCO, J.A.; NOBRE, C.A.; CHOU, S.C; TOMASELLA; J.; SAMPAIO, G.; ALVES L. M.; OBREGON, G.O.; SOARES, W.R.; BETTS. R.; GILLIN, K. Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil Análise conjunta Brasil - Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. 56p. 2011.
- MEDEIROS, R.M.; SOUSA, F.A.S.; GOMES FILHO, M.F. Variabilidade da umidade relativa do ar e da temperatura máxima na bacia hidrográfica do Rio Uruçuí Preto. *Revista Educação Agrícola Superior*, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 136-141, 31 out. 2014. *Revista Educação Agrícola Superior - ABEAS*.
- MEDEIROS, R.M; HOLANDA, R.M; FRANÇA, M.V; SABOYA, L.M.F; FILHO, M.C; ARAÚJO, W.R; Viabilidade urbana em Recife-PE, por meio das contribuições: precipitação, temperatura, e umidade relativa do ar. Universidade Federal de campina Grande. Recife-PE, 2013.

- MEDEIROS, R.M.; CAVALCANTI, E.P. (2020). Tendência climática das temperaturas do ar no município de Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7):1-23, e315973882.
- MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; FRANÇA, M.V.; FILHO, M.; PISCOYA, V.C.; CUNHA, A.L.X.; MOREIRA, G.R.; FREITAS, J.F.; ARAÚJO FILHO, R.N. (2020). Floating of the Average Temperature in the Area of Mata Pernambucana, Brazil. *Ijsrm.Human*, 2020; Vol. 15 (3), 63-83.
- MEDEIROS, R.M.; KOZMHINSKY, M.; HOLANDA, R.M.; SILVA, V.P. (2018). Temperatura média do ar e suas flutuações no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*. 1, 081 – 091.
- ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. Influência dos fatores climáticos na produção. in: Castro, PRC, Ferreira, SO, Yamada, T. (ed.) *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Cap.4, p.7 1-79. 1987
- SILVA, V.M.A.; MEDEIROS R.M.; SANTOS, D.C.; GOMES FILHO, M.F. Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no estado do Piauí. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.6, n.5, 2013. p.1463-1475.
- SILVA, J.B.; LLOPART, M. P.; BOIASKI, N. Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - Tabelas de probabilidades em escalas de tempo pentadal. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(2), 267-276. 2005.

### Capítulo 3

#### BALANÇO HÍDRICO E SUAS MUDANÇAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Raimundo Mainar de Medeiros  
Moacyr Cunha Filho  
Romildo Morant de Holanda  
Manoel Vieira de França

#### RESUMO

Na concretização do balanço hídrico (BH) utilizou-se do exemplo de Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) com diferentes capacidades de campo (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva) verificando-se suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência da capacidade de campo no solo no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. Os dados mensais abrangem 2010-2023 onde, para tanto usaram-se dos parâmetros estatísticos, para se obter médias mensais, anuais, plotando gráficos e tendências. Constatou-se altas temperaturas, o que vem ocasionando altos poderes evapotranspirativos, evaporativos e deficiências hídricas seguidos de registros de não ocorrências de excedentes o que expressa uma das principais características da região semiárida nordestina. Os índices computados de umidade, aridez e hídrico mostraram variabilidades nas CAD's já que as chuvas não foram repostas ao solo.

**Palavras-Chaves:** Balanço hídrico, déficit e excedentes hídrico, poder evapotranspirativos e evaporativo.

#### WATER BALANCE AND ITS CHANGES IN THE TOWN OF RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRAZIL

#### ABSTRACT

In implementing the water balance (BH), the example of Thornthwaite (1948) was used; Thornthwaite et al, (1955) with different field capacities (75 mm, CAD 75 mm with +1°C -10% rain and CAD 75 mm with +4°C -20% rain; 100 mm, CAD 100 mm with +1°C -10% rain and CAD 100 mm with +4°C -20% rain; 125 mm, CAD 125 mm with +1°C -10% rain and CAD 125 mm with +4°C -20% rain) checking its variability in evapotranspiration and evaporation levels, water deficit and surplus, monitoring the influence of field capacity on the soil in the village of Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. The monthly data covers 2010-2023, where statistical parameters were used to obtain monthly and annual averages, plotting graphs and trends. High temperatures were observed, which has been causing high evapotranspiration and evaporative powers and water deficiencies, followed by records of non-occurrences of surpluses, which expresses one of the main characteristics of the semi-arid northeastern region. The computed humidity, aridity and water indices showed variability in the CAD's as the rain was not returned to the soil.

**Keywords:** Water balance, water deficit and surplus, evapotranspiration and evaporative power.

## INTRODUÇÃO

Para Muthoni et al. (2018) revelaram que a compreensão dos modelos espaço temporais climáticos é o entendimento no qual se pode realizar novos planejamentos e projetos, visando táticas apropriadas. Todavia, os órgãos adequados poderão aceitar práticas que venham a garantir a demanda, manutenção e oferta d'água a população (Schmidt 2018).

Carmello et al., (2015); Giulio et al., (2019) mostraram que o panorama de mudanças climáticas é a grande demanda crescente do monopólio terrestre se introduz a necessidade da inclusão dos conhecimentos dos fenômenos extremos, de chuvas intensas e de secas prolongadas, pois a população sente diretamente seus impactos, pela carência d'água, inundações, poluição, enchentes, deslizamentos e cheias na terra.

Medeiros et al (2013) aplicaram a metodologia do BH com o intuito de fornece o saldo d'água para a vegetação, sendo sua, contabilização d'água ocorrida pela precipitação e/ou irrigação e a saída ocasionada pela atividade do poder evapotranspiradas, considerando determinada capacidade d'água. Ainda segundo Medeiros (2016) a avaliação do BH mensal para Matinhas/Paraíba, visou o planejamento da citricultura. O BH resultou em oito meses de DEF (agosto a março) totalizando 354,5 mm, registrou-se excedente hídrico (junho/julho), evapotranspirou 32% acima da pluviometria, evaporou 906,7 mm anual.

Silva (2005) afirma que as variações térmicas e pluviais são variáveis climáticas essenciais para entendimento e compreensão da dinâmica do meio físico dentro do ciclo hidrológico. A partir do entendimento de seu comportamento sazonal e suas tendências pode-se formular-se estratégia para o planejamento e/ou projeto para o meio ambiente com maior sustentabilidade, geração de energia, indústria, comércio, agropecuária, agricultura transportes entre tantas outras áreas. Alterações nas variáveis térmicas e pluviais são avaliadas como iminências significativas à sobrevivência de vários ecossistemas, nas quais já foram detectadas. Mudanças térmicas e pluviais mostram consequências drásticas nos recursos hídricos, afetando o consumo de água doce, as taxas evaporadas e evapotranspiradas, umidade, geração de energia e agricultura.

Concretizar o BH utilizando-se do exemplo de Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) com diferentes capacidades de campo (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva) com o intuito de verificar suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência d'água para o povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceiras encontra-se na Microrregião Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema e na área mais baixa do Planalto da Borborema, (Figura 1) limitando-se com São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. Tem-se suas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com 391 metros altitude (AESA 2024) (Figura 1).

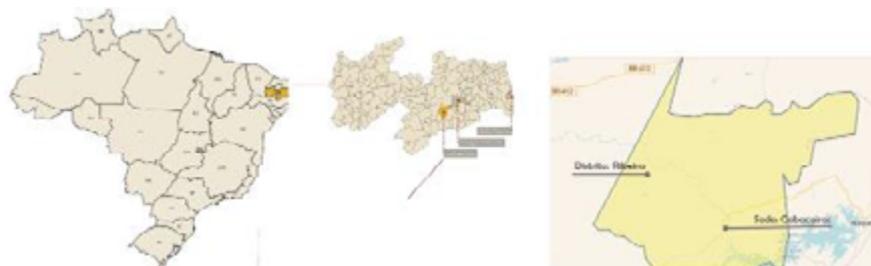


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima é atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, umidade e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca (Medeiros 2024). A classificação climática é do tipo BSH pelo método de Köppen (1928); Köppen et al. (1931), segundo Alvares et al, (2014) reconfirma o tipo estudado.

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodão, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AES 2024).

Os dados pluviométricos correspondem aos anos 2010-2023 onde, usaram da estatística básica, para se obter os elementos estatísticos, plotando os seus respectivos gráficos e tendências. As temperaturas trabalhadas foram estimadas pelo software estima\_T, (Cavalcanti et al, 1994; Cavalcanti et al. 2006).

Nos cálculos do BH utilizaram-se da CAD representativas da área, as CAD's trabalhada foram (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva) com o intuito de verificar suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência do armazenamento d'água para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Utilizou-se do BH desenvolvidos por Medeiros (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distinção das mudanças climáticas nos comentários dos elementos meteorológicos é de grande estima para os estudos agropecuários, indústria, comércio, agricultura familiar, recursos hídricos e socioeconômicos, podendo proporcionar tendências, para cenários futuros com uma melhor compreensão da dinâmica climática. A caracterização também se faz extraordinário, para o entendimento das potencialidades e fragilidades ambientais, principalmente para o semiárido nordestino.

A Tabela 1 demonstram o resultado do BH da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba com a CAD de 75 mm. Os índices térmicos fluíram de 23,4°C (junho) a 27°C (dezembro), com temperatura anual de 25,6°C, o IPCC (2014) corroboram com estas flutuações. As chuvas

totalizaram 382,9 mm com flutuações mensais oscilando de 4,9 mm (setembro) a 59,5 mm (maio).

Os números evaporativos foram iguais aos pluviais, ou seja, tudo que choveu evaporou logo em seguida as ocorrências das chuvas; o resultado do estudo de Araújo et al, (2021) apresentam similaridades.

Não se registrou excedentes hídricos no período estudado, visto que a CAD 75 foi insuficiente para a umidade do solo ser resposta. A ETP oscilou de 88,6 mm (julho) a 154,9 mm (dezembro) totalizando 1473,7 mm, resultados análogos podem ser vistos no estudo de França et al. (2020).

Tabela 1 – Balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 75 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Maio	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura, 2 observa-se o BH no Povoado Ribeira de Cabaceiras com a CAD de 75 mm, destaca-se a predominância da DEF fluindo nos meses com intensidade moderada a forte, ocasionadas pela ausência dos sistemas causadores e/ou provocadores de chuva no povoado. O artigo de Araújo et al. (2021) registra similaridade nas discussões.

Entre os pesquisadores existe uma concordância que as mudanças no clima vêm impactando direto e significativamente nos ecossistemas e nos fatores socioeconômicos, cuja variabilidade resultam em vários impactos, muitos até irreversíveis.

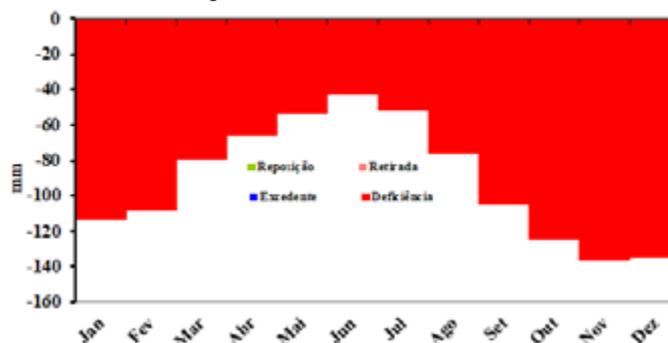


Figura 2 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 75 mm

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A flutuabilidade atmosférica registrada na tabela 2 foram decorrentes da má distribuição pluvial, ocasionada pelo sistema de bloqueios e a falta de contribuições dos sistemas causadores da pluviometria na região. Com um acréscimo de 1°C e diminuição pluviais de 10% registra-se oscilações térmicas fluindo de 24,4°C (julho) a 28,0°C (dezembro) e com oscilação anual térmica de 26,6°C, estas flutuações estão previstas no estudo do IPCC (2014) e corroboram com a discussões apresentadas. Cota anual de 344,6 mm seus movimentos mensais fluindo de 4,4 mm (setembro) a 53,6 mm. O poder evapotranspirativos superou as cotas das chuvas nos meses estudado, a ETP anual superou a pluviometria superior a cinco vezes. Os valores evaporados foram iguais aos pluviais. Com total anual 1319,3 mm registrou-se para as DEF, não se registou excedente hídrico, similaridades podem ser conferidas no estudo de França et al, (2020).

Tabela 2 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 75 mm com aumento +1°C e redução de 10% chuva

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Maio	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

No gráfico do BH do Povoado Ribeira de Cabaceiras com a CAD 75 mm e acréscimo +1°C e diminuição de -10% chuva (Figura 3). Verifica-se predominância das DEF moderada a forte em todos meses estudados, estas variabilidades foram decorrentes dos sistemas de bloqueios e a má distribuição pluvial que não recebeu auxílio dos sistemas locais e regionais, o estudo de Araújo et al, (2021) confirmam as discussões.

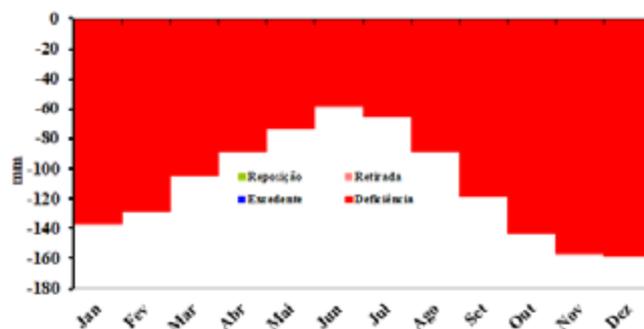


Figura 3 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 75 mm com aumento +1°C e diminuição -10% chuva.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com ampliação +4°C e uma redução de -20% nos índices das chuvas (Tabela 3) com a CAD de 75 mm, registrou-se acréscimos nas variabilidades térmicas, evapotranspirativos e nas DEF, ocorreu redução na pluviometria e o poder evaporativo igual aos das chuvas, ou seja, chove e evapora tudo após o termino das ocorrências pluviais. Tais variabilidades estão previstos no IPCC (2014) e Marengo et al. (2021).

Tabela 3 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 75 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Mai	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0
Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para a CAD 75 mm com aumento de +4°C nos índices térmicos e redução -20% na pluviometria mensais e anuais a tendência é que os poderes evaporativos e evapotranspirativos vem aumentar suas intensidades e ocasionou deficiências hídricas como demonstrada na Figura 4. Resultados similares foram detectados por Medeiros (2018).

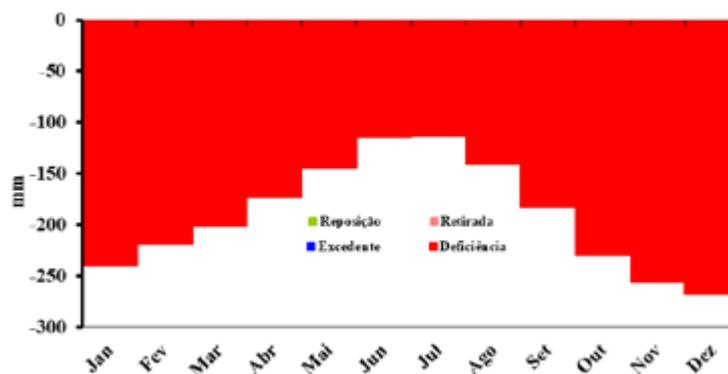


Figura 4 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a (CAD 75) mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Marengo et al. (2013) confirmaram que na camada da troposfera ocorrem os fenômenos meteorológicos e mecanismos climáticos que se relacionam a circulação geral da atmosfera, e

com seus mecanismos local e regional, sendo responsáveis pelas variações, oscilações, flutuabilidade ou variabilidade climática. Deste modo, o amplo espectro das variações, que ocorrem no espaço (meso e microescala, locais, regionais, continentais e global) e nas escalas de tempo, como, diária, semanal, mensal, anual, decadal e secular, são características intrínsecas e marcantes do clima.

A CAD de 100 mm foi insuficiente para ocasionar EXC, e reduzir os poderes evaporativos e evapotranspirativos (Tabela 4), estudos similares como o de França et al, (2022) confirmam os resultados.

Tabela 4 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para a CAD de 100 mm (Figura 5), registrou-se DEF em todos os meses estudados. Estas deficiências foram constituídas pelas atividades de bloqueios atmosféricos, más distribuições pluviais e as não contribuições dos sistemas de meso e microescala e dos sistemas local e regional. O estudo de França et al, (2020) apresentam similaridades de discussões e dados.

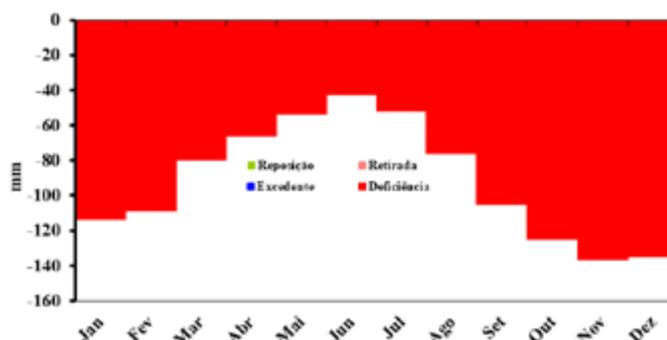


Figura 5 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para a CAD 100 mm com +1°C e redução de 10% chuva, (Tabela 5) registrou-se elementos climáticos anuais de 26,6°C; chuva anual de 344,6 mm, o valor evaporativo igualou-se ao da chuva; com ETP anual de 1663,9 mm aproximadamente cinco vezes os valores pluviais registrados. Com total mensal de 1319,3 mm foram as DEF registradas, Os EXC não ocorreram

visto que a CAD de 100 mm e com 1°C de acréscimo e diminuição de 10% na chuva não foram imprescindíveis para suprir a necessidade do solo. Estudo de Marengo et al, (2011) confirmam as discussões.

Tabela 5 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm com aumento +1°C e redução de 10% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Mai	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 6 destaca-se o gráfico do BH para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 100 mm com elevação de +1°C térmico e redução de 10% nos volumes mensais e anuais das chuvas registradas na área de estudo. Como a CAD não supriu as necessidades hídricas registra-se predominância de forte a moderada em toda a região. O estudo de França et al, (2022) corroboram com os resultados.

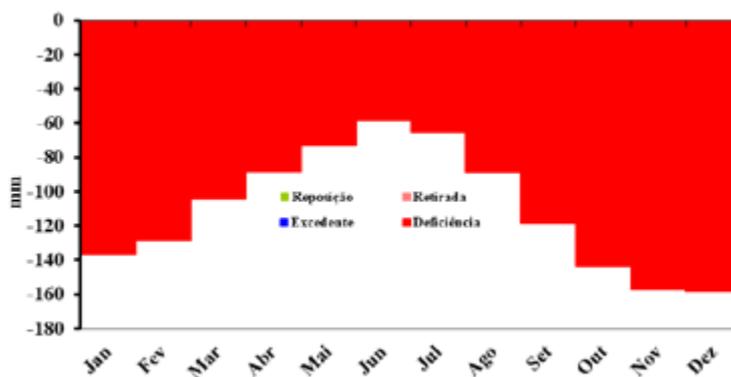


Figura 6 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 100 mm com aumento +1°C - 10% chuva.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na CAD 100 mm (Tabela 6) e com aumento de +4°C, redução -20% chuva todos os elementos do BH sofreram alterações e ficaram em estado críticos de alerta para manutenção do solo, e sobrevivência humana, conforme afirma IPCC (2014).

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Tabela 6 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 100 mm com aumento e redução +4°C e -20% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Mai	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0
Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com acréscimo de 4°C na temperatura e redução de 20% nas cotas pluviométricas mensais e anuais da área trabalhada observam-se predominância da DEF para a CAD 100 mm. As chuvas registradas não supriram as necessidades do solo (Figura 7).

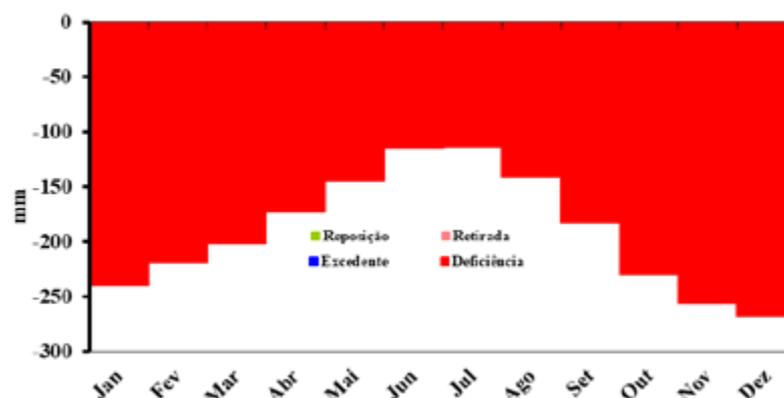


Figura 7– Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba de CAD 100 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Não se registrou excedentes hídricos devido a CAD de 125 mm (Tabela 7) não atingir seu valor estipulado para as exigências do solo, a deficiência hídrica anual superou os índices pluviométricos em mais de 5 vezes, o valor pluviométrico e evaporativo igualou-se, a temperatura anual foi de 25,6°C estas variabilidades corroboram com os estudos de Marengo et al. (2011); Marengo et al. (2013).

Tabela 7 – Balanço hídrico da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 125 mm.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
 Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A capacidade de armazenamento de água disponível na CAD de 125 mm (Figura 8) registrou deficiência hídrica (DEF) forte a moderada no ano inteiro. O estudo de Araújo et al., (2021); França et al., (2020); Medeiros (2017) corroboram com as discussões.

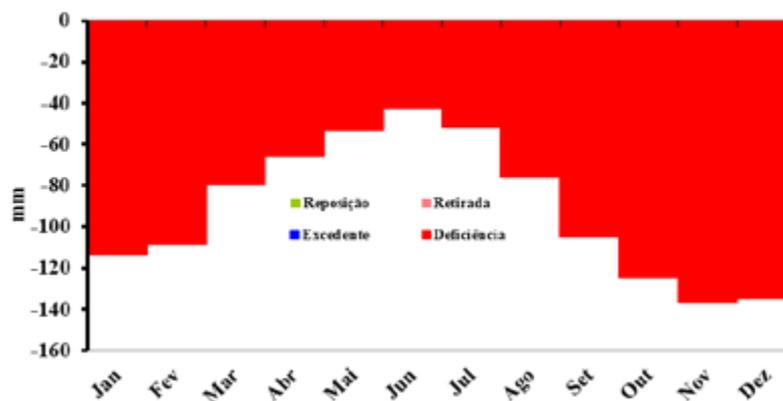


Figura 8 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 125 mm.  
 Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com aumento de 1°C e redução de 10% nos índices pluviiais (Tabela 8), aumentou todos os elementos do BH deixando o solo seco e vulnerável aos eventos extremos ocasionados por seca moderada a forte.

Tabela 8 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 125 mm com aumento +1°C e redução de 10% chuva.

Meses	T	P	ETP	EVR	DEF	EXC
-------	---	---	-----	-----	-----	-----

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Mai	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As DEF registradas na CAD 125 mm com aumento +1°C -10% chuva (Figura 9) foram decorrentes dos sistemas de bloqueios, má distribuição pluvial e térmica e a não colaboração dos sistemas provocadores de chuvas.

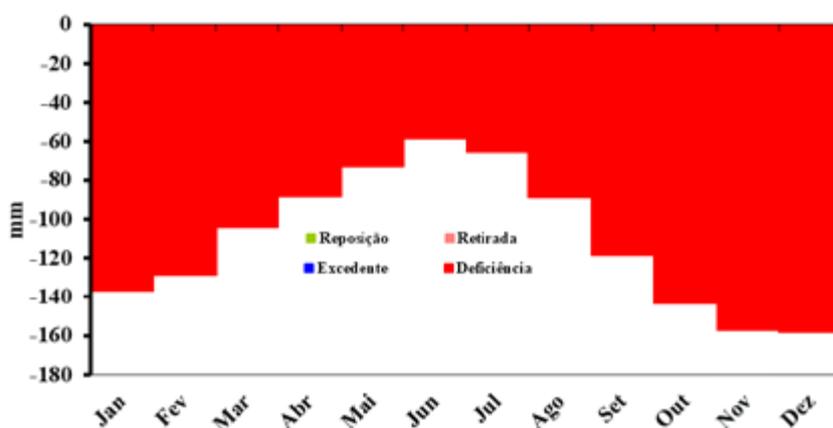


Figura 9– Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 125 mm com aumento +1°C -10% chuva.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A situação já estava crítica para a CAD de 75 mm e 100 mm onde o solo não recuperou água para sobrevivência animal e vegetal, para aumento de 4°C e redução de 20% nas chuvas a situação torna mais críticas ainda para a CAD 125 mm, (Tabela 9) resultados similares foram encontrado por Camargo (1971).

Tabela 9 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 125 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Meses	T	P	ETP	EVR	DEF	EXC
-------	---	---	-----	-----	-----	-----

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Mai	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0
Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

No gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 125 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva (Figura 10) destaca-se o predomínio das deficiências hídricas com intensidade forte a moderada na área estudada. O estudo de Araújo et al, (2021) mostram similaridades de resultados.

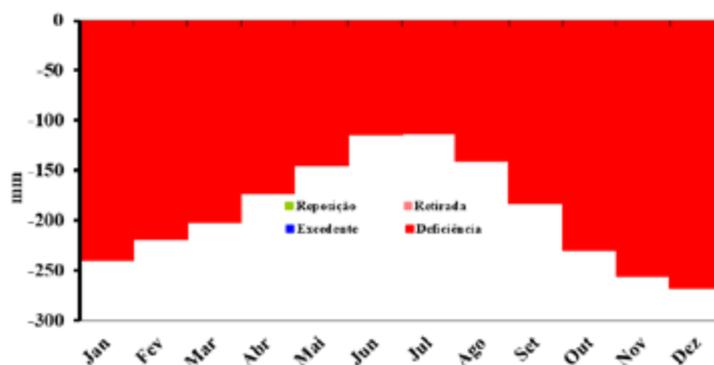


Figura 10 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 125 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva e para a CAD de 125 mm, na tabela 2 destacam-se as variabilidades dos Índices: umidade, aridez e hídrico para a CAD de 75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; CAD de 100 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva. O índice de umidade ( $I_u$ ) concebe o excesso hídrico expresso em percentagem da necessidade que é simulada pela evapotranspiração potencial, anuais. Observa-se flutuabilidades significativas nos índices de umidade quando se altera os valores da temperatura e reduz os índices das chuvas (Tabela 2).

O Índice de Aridez ( $I_a$ ) é definido em função da deficiência e evapotranspiração potencial (ambas anuais). Nas variabilidades das mudanças dos  $I_a$  diferenciado para a CAD 75 mm com os aumentos da temperatura e redução na pluviometria.

O índice de aridez apresentou valores diferenciados para as três CAD's estudada (Tabela 10).

Geralmente tem-se durante o ano estações de excesso e falta da água, o índice hídrico é função dos índices de aridez e de umidade. Na tabela 2 podem-se observar as flutuações dos índices hídricos para a área estudada.

Tabela 10. Variabilidades dos Índices: umidade, aridez e hídrico para as CAD's (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Índice/CAD	75		100		125	
	+1°C -10%	+4°C -20%	+1°C -10%	+4°C -20%	+1°C -10%	+4°C -20%
Umidade	74,02	79,29	74,02	88,16	74,02	79,29
Aridez	0,74	0,79	0,74	0,88	0,74	0,79
Hídrico	-0,44	-0,48	-0,44	-0,53	-0,44	-0,48

Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

Constatou-se altas temperaturas na área de estudo, o que vem ocasionando altos poderes evapotranspirativos, evaporativos e deficiências hídricas seguidos de registros de não ocorrências de excedentes o que expressa uma das principais características da região semiárida nordestina.

Os índices computados de umidade, aridez e hídrico através do balanço hídrico mostraram variabilidades para as CAD's visto que as chuvas não foram necessárias para repor a água de solo.

É necessário realizar planejamentos e projetos visando o bem-estar da população e seu conforto.

## REFERÊNCIAS

- AESA. (2024). Agencia executiva d'água e clima da Paraíba. [www.aesa.gov.br](http://www.aesa.gov.br)
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SENTELHAS, P.C.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728. 2014.
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; ROLIM NETO, F.C.; (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* ISSN 2675-6218.
- CAMARGO, A.P. Balanço hídrico para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1971. (Boletim técnico, 116).
- CARMELLO, V.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade das chuvas na vertente paranaense da Bacia do Rio Paranapanema - 1999-2000 a 2009-2010. *Revista Ra'e Ga, Curitiba*, v. 33, p. 225-247, 2015.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10, p.140-147. 2006.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157. 1994.
- FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W.R.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; MEDEIROS, R.M.; ROLIM NETO, F.C. Sequential Water Balance for The Municipality of Bom Jesus Piauí, Piauí State, Brazil. *IJSRM.Human*, 2022; Vol. 19 (3): 111-128.
- FRANÇA, M.V.; FERRAZ, J.X.V.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; ROLIM NETO, F. C. (2020) Balanço hídrico entre 2000-2016 e seu comparativo com o ano de 2016 e sua influência do armazenamento de água no solo no município de Serra Talhada – PE. *Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais*. 1 ed.: Editora Itacaiúnas, v.1, p. 357-365.
- GIULIO, G.M.Di; TORRES, R.R.; VASCONCELLOS, M.P.; BRAGA, D.R.G.C.; MANCINI, R.M.; LEMOS, M.C. Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no Estado de São Paulo. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, 2019.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- MARENGO, J.A.; BORMA, L.S.; RODRIGUEZ, D.A.; PINHO, P.; SOARES, W.R.; ALVES, L.M. Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation. *American Journal of Climate Change*, v. 2, p. 87-96, 2013.
- Marengo, J.A. Water and climate change. *Advanced Studies*, São Paulo, v. 22, no. 63, p.83-96, 2011.
- Marengo, J.A.; Schaeffer, R.; Zee, D.; Pinto, H.S. Climate change and extreme events in Brazil. Available at: 2021.
- MEDEIROS, R.M.; AZEVEDO, P.V.; SABOYA, L.M.F. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante – PI. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 7, n. 2, p. 170 – 180. 2013.
- MEDEIROS, R.M. Estudo Climático do Município de Matinhas-PB. Editora da Universidade Federal de Campina Grande – EDUFPG. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG [editora@ufcg.edu.br](mailto:editora@ufcg.edu.br). P.150. 2016.
- MEDEIROS, R.M. Planilhas eletrônicas do cálculo do balanço hídrico em conformidade com Thornthwaite e Mather (1948, 1955), 2016.
- MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológicos do estado da paraíba. 178p. 2018.

SCHMIDT, D.M.; LIMA, K.C.; JESUS, E.S. Variabilidade climática da disponibilidade hídrica na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, v. 41, n. 03, p. 483-491, 2018.

SILVA, J.B.; LLOPART, M.P.; BOIASKI, N. (2005). Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - Tabelas de probabilidades em escalas de tempo pentadal. Revista Brasileira de Meteorologia, 20(2), 267-276.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1957.311 p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).

## Capítulo 4

### PLANEJAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO PARA RIBEIRA DE CABACEIRAS – PARAÍBA, UTILIZANDO DO MÉTODO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO

Raimundo Mainar de Medeiros  
Moacyr Cunha Filho  
Romildo Morant de Holanda  
Manoel Vieira de França

#### RESUMO

Identificar as variabilidades das deficiências e excedentes hídricos, aplicando o cálculo do balanço hídrico de 1910-2023 visando o subsídio ao projeto agropecuário do povoado Ribeira de Cabaceiras. Os dados pluviométricos correspondem aos anos 2010-2023 onde, usaram da estatística básica, para se obter os elementos estatísticos, plotando os seus respectivos gráficos e tendências, os índices térmicos foram estimados pelo software “Estima-T”, para os anos 1910-2023. A realização de planejamento para aptidões climáticas e melhorias de vida humanas devem ser desenvolvidos levando em considerações os aspectos climáticos regionais. Os índices evapotranspirativos são superiores aos pluviométricos e os valores evaporativos iguala-se aos das chuvas ocorridas; as deficiências hídricas ocorreram em todos os anos estudados, visto que as chuvas registradas ocorrem em sua grande maioria de moderada intensidade e em curto intervalo de tempo, e o solo encontra-se compactado por falta de vegetação nativa e a predominância de plantas invasoras. Recomenda-se estudos interligados a vegetação nativa e invasoras, erosão e suas causas e a criação de bode em área livre.

**Palavras-chave:** Oscilações pluviométricas, aspectos climáticos, variabilidade hídrica.

#### AGROCLIMATOLOGICAL PLANNING FOR RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA USING THE WATER BALANCE CLIMATOLOGICAL METHOD

#### ABSTRACT

To identify the variability of water deficiencies and surpluses, applying the calculation of the water balance from 1910 to 2023, aiming to subsidize the agricultural project of the Ribeira de Cabaceiras village. The rainfall data correspond to the years 2010-2023, where, using basic statistics, to obtain the statistical elements, plotting their respective graphs and trends, the thermal indexes were estimated by the software *estima\_T*, for the years 1910-2023. Planning for climatic aptitudes and improvements in human life must be developed taking into account regional climatic aspects. The evapotranspiration indexes are higher than the rainfall indexes and the evaporation values are equal to those of the rainfall that occurred; Water shortages occurred in all years studied, since the recorded rainfall is mostly moderate in intensity and occurs in short intervals, and the soil is compacted due to the lack of native vegetation and the predominance of invasive plants. Studies related to native and invasive vegetation, erosion and its causes, and goat farming in open areas are recommended.

**Keywords:** Rainfall fluctuations, climatic aspects, water variability.

## INTRODUÇÃO

A região semiárida é caracterizada pelas irregularidades pluviométrica, interagindo com as elevadas flutuações interanuais, que vem ocasionado impactos diversificados nas celeridades agropecuárias, (Oliveira et al., 2017). As informações de monitoramento para os desenvolvimentos agrícolas fornecem máximas segurança as variabilidades agroclimáticas onde os recursos hídricos são essenciais (Martins et al 2018).

A aplicação do balanço hídrico (BH) auxilia os agropecuaristas e produtores a épocas de plantio e colheitas, tornando mais eficiente o uso de recursos ambientais, nas assimilações climáticas locais, regional e Global permitindo optar, ou não, pela utilização dos sistemas irrigados o qual irar repor a água do solo (Santos et al., 2010).

A elaboração de projetos em recursos hídricos que venham cooperar nas tomadas de decisões dos processos nas atividades das produções agrícolas, possibilitando e determinando as melhores épocas para o plantio e colheita, e a aplicação da irrigação (Ascoli et al., 2017; Barreto et al., 2014; Silva Junior., 2018).

Carvalho et al. (2011) mostraram que o BH admite monitorar e quantificar os dados pluvial e térmico além de informar a capacidade de armazenamento d'água, excedente e deficiência hídrica, d'água no solo.

Visando melhor gestão de eficiência do uso dos recursos hídricos e d'água a qual possa ser adaptada na região semiárida através das chuvas a qual diferir significativamente inter anos é necessário que seu armazenamento d'água e oscilações seja armazenada com maiores eficiências (Albuquerque et al. 2018).

A região semiárida nordestina tem predominância de baixos índices pluviais e irregulares, altas variabilidades evapotranspirativos, evaporativas, térmicas e de insolação, Santos et al (2018); Passos et al. (2017).

Passos et al. (2016); Matos et al. (2018) e Holanda et al. (2019); mostram que o compute do BH foi elaborado pelo uso da pendência e da disponibilidade hídrica das chuvas e temperaturas, poderes evapotranspirativos, armazenamento, e das deficiências e excedentes hídrico. Aonde os elementos de entrada (chuva) e saída (evaporação) d'água no solo, o BH, mostram os períodos críticos de deficiência e excedente hídrico, onde fornece valiosas informações aos agricultores, pesquisadores e tomadores de decisões.

França et al. (2018) consolidaram o BH de São Bento do Una e Serra Talhada ambos localizados no Estado do Pernambuco e constataram que os controles e/ou atuação do fenômeno de larga escala El Niño (2012 e 2016) e da La Niña (2008 e 2011) das chuvas utilizando-se da análise do balanço, concluíram que em época de El Niño ocorrem influência de (acrécimo ou redução) na pluviometria. No período de La Niña, a distribuição tem-se irregularidade pluviais, ocasionado excedentes hídricos e deficiências hídricas moderadas a forte.

O objetivo é identificar as variabilidades das deficiências e excedentes hídricos, aplicando o cálculo do balanço hídrico de 1910-2023 visando subsídio aos projetos agropecuários do povoado Ribeira de Cabaceiras

## MATERIAL E MÉTODOS

Ribeira de Cabaceiras localiza-se na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema e nas áreas baixas do Planalto da Borborema, (Figura 1) contorna-se com São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. Suas coordenadas geográficas 7°43'S e 36°36'W, altitude de 391 m. (AESA 2024) (Figura 1).

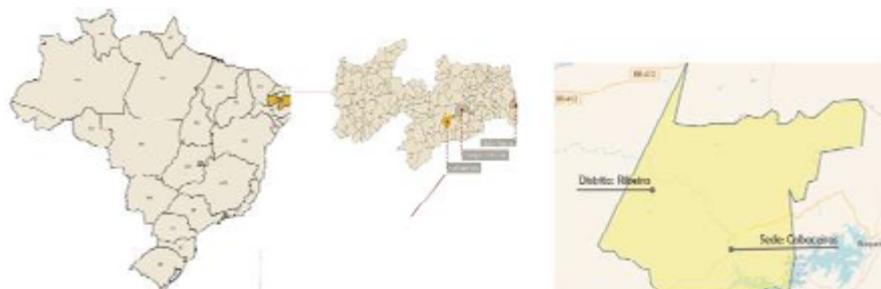


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os fatores provocadores e/ou causadores dos índices pluviométricos no povoado Ribeira de Cabaceira, são oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, formações e intensificações das linhas de instabilidade e aglomerados convectivos, ventos alísios de nordeste, convergência de umidade, troca de calor sensível por latente e vice-versa, contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, umidade e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca (Medeiros 2024).

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, Varjota, Tanque, Fundo, Algodão, Junco e Macambira. No município do povoado posicionar o Açude Epitácio Pessoa conhecido como açude de Boqueirão (AES 2024).

A classificação de Köppen (1928); Köppen et al 1931) registra clima BSH, resultado similaridade com o estudo de Alvares et al. (2014); Medeiros (2020) corroboram com as discussões.

Utilizou-se do método de Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al (1955) onde se realizou o BH e sua efetivação por planilhas eletrônicas segundo Medeiros, (2018). Levando em consideração a capacidade de campo de armazenamento d'água (CAD) de 100 mm.

Os dados pluviométricos correspondem aos anos 2010-2023 onde, usaram da estatística básica, para se obter os elementos estatísticos, plotando os seus respectivos gráficos e tendências. Os valores térmicos foram estimados pelo software “Estima – T”, correspondente a série pluvial (Cavalcanti et al, 1994; Cavalcanti et al. 2006).

O clima do Povoado Ribeira de Cabaceiras é caracterizado por forte sazonalidade, definido em dois momentos distintos altamente definidos de março - agosto com 82% das chuvas ocorridas anualmente e de setembro a fevereiro com 18% do total anual pluvial, ocasionados pelas baixas ocorrências pluviais, umidade e cobertura de nuvens e altos poderes evaporativos e evapotranspirativos.

A vegetação nativa está perdendo espaço para as algóbras (planta invasora) pois é a vegetação predominante na área estudada além do solo que se encontram alterados devido aos impactos ambientais decorrentes da urbanização e arborização.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A CAD é de grande seriedade no desempenho agrícola é um instrumento dos mais aplicados para se estimar a disponibilidade da água usando o BH.

Os elementos do BH entre os anos de 2010-2023 (Tabela 1) para o Povoado Ribeira de Cabaceira – Paraíba, mostram suas flutuações estudadas. A temperatura anual é 25,6°C as

oscilações mensais ocorrem entre 23,4°C (julho) a 27°C (dezembro). Com pluviometria anual 382,9 mm e oscilam de 4,7 mm (setembro) a 59,7 mm em março.

Evapotranspirou 1473,7 mm anual, com 58,6 mm (jul) a 154,9 mm (dez), evaporou a mesma quantidade registrada na pluviometria. As deficiências hídricas ocorreram de junho a agosto totalizando 1090,8 mm. Os excessos hídricos não foram registrados devido as chuvas ocorridas não ter superado a CAD de 100 mm.

Na coluna %P/ETP tem-se os valores relativos do comportamento da ETP em relação a pluviometria. Na coluna %P/EVR observamos as flutuações destes índices que foram iguais aos pluviais. Resultados similares podem ser observados no estudo de Araújo et al. (2021).

Tabela 1. Demonstrativo do balanço hídrico da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm. Entre 2010 -2023.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,6	100,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,1	100,0
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	55,0	100,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,5	100,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,3	100,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,5	100,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,5	100,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,2	100,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,1	100,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	26,0	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Pereira et al. (2002) que os índices das deficiências hídricas são elementos Agrometeorológico responsáveis pela diminuição da produção agrícola, ocasionado redução na quantidade d'água do solo que oscila conforme a tipologia e profundidade do sistema radicular das cultivares, auxiliando nas melhorias dos manejos para a irrigação nos setores socioeconômico e socioambiental.

Para a capacidade de água disponível no solo de 100 mm (Figura 2), registrou-se deficiências hídricas em todos os meses estudados. Estas deficiências foram constituídas pelas atividades de bloqueios atmosféricos, más distribuições pluviais e as não contribuições dos sistemas de meso e microescala e dos sistemas local e regional. O estudo de França et al, (2020) apresentam similaridades de discussões e dados.

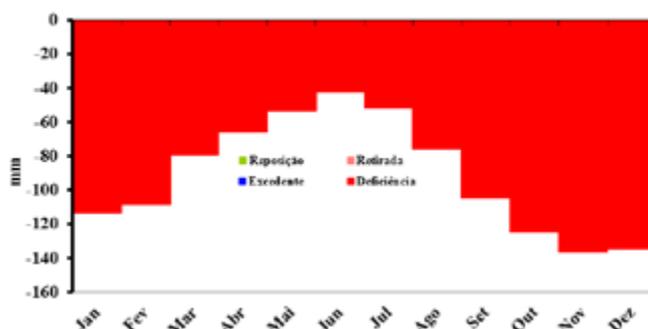


Figura 2 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 3 tem-se o demonstrativo do gráfico da precipitação anual e histórica no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba de 2010-2023. Os anos com maiores registros de pluviometria foram: 2012; 2015; 2020; 2022 e 2023 que superaram a média histórica. Os índices pluviométricos menores que 200 mm se registraram nos anos 2013 e 2017. Os estudos de Marengo et al (2022), Medeiros (2024), IPCC (2021) e IPCC (2022), corroboram.

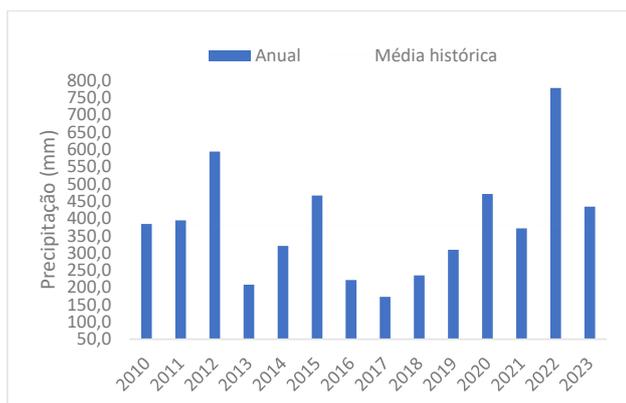


Figura 3 – Gráfico da precipitação anual e histórica no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba no período de 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Medeiros et al. (2022a) caracterizaram e analisaram a anomalia pluvial entre Alagoa Nova e Lagoa Seca (PB) entendendo as oscilações anômalas climática, com a provável influência e ocorrência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña, no setor da citricultura e hortifrútis. O que pode ter contribuído também para as variabilidades das anomalias da área em estudo.

Destaca-se os anos de menores anomalias anuais 2011 positivas e 2021 negativa, suas flutuações oscilaram de 400 mm (2022) a 187,2 mm (2017), estas variabilidades foram decorrentes dos sistemas atmosféricos regional e local acoplado aos sistemas pluviais com má distribuição conforme demonstrados na Figura 4. Estas oscilações vêm a corroborar com os estudos de Marengo et al. (2022); Medeiros et al. (2024).

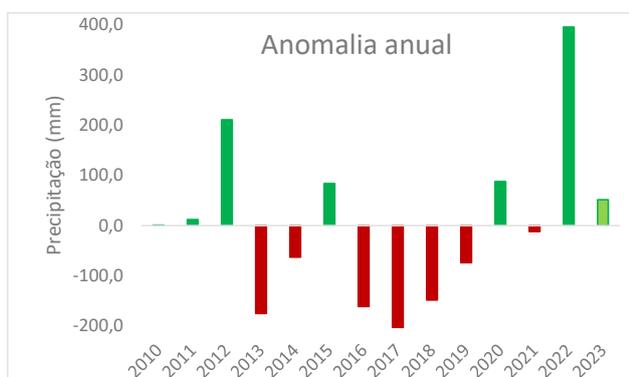


Figura 4. Anomalia pluviométrica anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 5 destacam-se as variações pluviométrica, evapotranspiração real e evapotranspiração de referência, em milímetros, mensal, para o povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba (1910 a 2023). Os valores pluviométricos e evaporação são iguais, ou seja, tudo que choveu foi evaporado. Com evapotranspiração (ETP) anual de 1473,7 mm e suas oscilações mensais fluindo entre 88,6 mm (julho) a 159,9 mm (dezembro), estas variabilidades vem a corroborar com os resultados do estudo de Medeiros (2018).

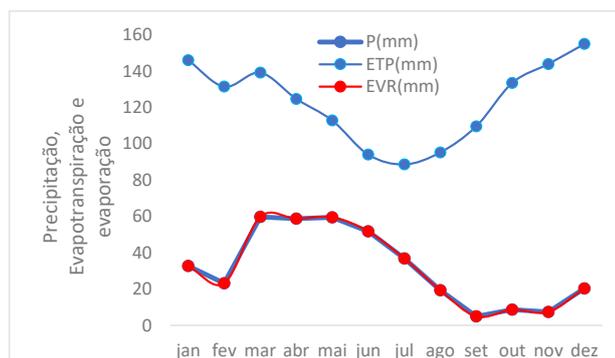


Figura 5. Variação da precipitação, evapotranspiração e evaporação, em milímetros, mensal, para o povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba (1910 a 2023).  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 6 observam-se as distribuições das precipitações históricas, percentuais da evapotranspiração e evaporação, em milímetros, mensal, para o povoado Ribeira de Cabaceiras/ Paraíba (1910 a 2023).

Destaca-se que a evapotranspiração (ETP) (Figura 6) foram superiores cotas das chuvas em todo meses, observando-se a relação  $Prec/ETP \cdot 100$  a evapotranspiração foi superior aos dados pluviométricos. Estes índices foram ocasionados pela intensidade do vento, baixa cobertura de nuvem, resultados corroboram com o estudo de Marengo et al. (2011); IPCC (2022); Holanda et al. (2019)

As flutuações dos elementos precipitação, evaporação anual e seu índice percentual evaporação/chuva. Os índices percentuais de evaporação/chuva registram valores de evaporação acima dos índices pluviométricos.

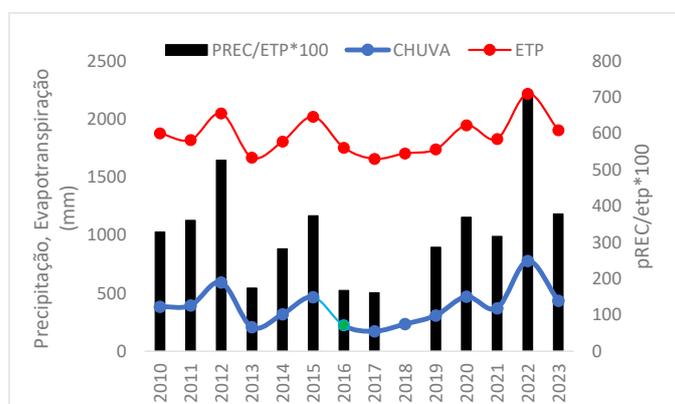


Figura 6. Precipitação histórica, percentuais da evapotranspiração e evaporação, em milímetros, mensal, para o povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba (1910 a 2023).  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

## CONCLUSÃO

A realização de planejamento para aptidões climáticas e melhorias de vida humanas devem ser desenvolvimentos levando em considerações os aspectos climáticos regionais.

Os índices evapotranspirativos são superiores aos pluviométricos e os valores evaporativos iguala-se aos das chuvas ocorridas;

As deficiências hídricas ocorreram em todos os anos estudados, visto que as chuvas registradas ocorrem em sua grande maioria de moderada intensidade e em curto intervalo de tempo, e o solo encontra-se compactado por falta de vegetação nativa e a predominância de plantas invasoras.

Recomenda-se estudos interligados a vegetação nativa e invasoras, erosão e suas causas e a criação de bode em área livre.

## REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2024.
- ALBUQUERQUE, F.S.; LOPES, P.M. O.; MOURA, G.B.A.; SILVA, E.F.F.; SILVA, A.O. Condições hídricas e crescimento vegetal de culturas agrícolas importantes para comunidades indígenas do semiárido brasileiro. *Revista Ceres [online]* 65. 2018.
- ALVARES, C.; STAPE, J.; GONÇALVES, J.; SPAROVEK, G. SENTELHAS, P., Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711-728. 2014.
- ARAÚJO, W.R.; FRANCA, M.V.; MEDEIROS, R.M.; Espacialização da evapotranspiração na bacia hidrográfica do rio Ipojuca -PE, Brasil. *J. Biotec. Biodivers.* 8, 205 - 218. 2020.
- ASCOLI, A.A.; AMENDOLA, E.C.; ASCOLI, R.T. HERNANDEZ, F.B.T.; SENTELHAS, P.C.; TEIXEIRA, A.H.C.; Necessidade de irrigação na cultura da cana de açúcar em função da época de colheita. In: *Inovagri International Meeting*, 4. 2017, Fortaleza. Anais: ABID. (2017).
- BARRETO, H.B.F.; PEREIRA, G.M.; BARRETO, F.P.; FREIRE, F.G.C.; MAIA, P.M.E. Relação intensidade duração-frequência para precipitação extrema em Mossoró - RN. *Global Science and Technology*, 7(3), 103-109. 2014.
- CARVALHO, H.P.; DOURADO NETO, D.; TEORDOR, R.E.F.; MELO, B. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. *Biosci. J.*, 27(2), 221-229. 2011.
- CAVALCANTI, E.P.; SOUSA, F.A.S.; SILVA, V.P.R. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (1), 140-147. 2006.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: *Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Belo Horizonte, Anais. Belo Horizonte: SBMET, 1,154-157. 1994.
- FRANÇA, M.V.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; FERRAZ, J.X.V.; ROLIM NETO, F.C. El Niño e La Niña e suas contribuições na disponibilidade hídrica dos municípios de São Bento do Una e Serra Talhada - PE, Brasil. *Revista Brasileira de Agrotecnologia (Brasil)* 8(1),15 - 21. 2018.
- HOLANDA, R.M.; MEDEIROS, R.M. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Revista Pantaneira*, 16, 57 - 68. 2019.
- IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PÖRTNER, H.O. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 3056 p., 2022b.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2391 p., 2021.
- KÖPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter, 388. 1931.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. 1928. 1928.
- MARTINS, M.A.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D.A.; ALVALÁ, R.C.S.; GIAROLLA, A; GAROFOLO, L.L.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.L.; PAOLICCHI, L.T.L.C.; PINTO, G.L.N. Improving drought management in the Brazilian semiarid through crop forecasting. *Agricultural Systems*, v. 160, p. 21-30. 2018.
- MARENGO, J.A.; GALDOS, M.V.; ALVALA, R.C.S.; ALVES, L.M.; MORAES, O.L.; BENDER, F. CHALLINOR, A.; CUNHA, A.P.; MARIN, F.R.; VIANNA, M. DOS S.; (2022).

- Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. *Climate Resilience and Sustainability*, McLeod, A. (2022). \_Kendall: Kendall Rank Correlation and Mann-Kendall Trend Test\_. R package version 2.2.1.
- MARENGO, J.A. Water and climate change. *Advanced Studies*, São Paulo, v. 22, N. 63, p.83-96, 2011.
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; BORGES, V.E.; SOBRINHO, T.G.; DANTAS NETO, J.; SABOYA, L.M.F. Potencial agroclimático para a cultura da mangueira no município de Barbalha - CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* [online] 12. 2018.
- MEDEIROS, R.M. Estudo Agrometeorológico para o Estado de Sergipe. p.138. Distribuição avulsa. 2020.
- MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M. Classificação climática e balanço hídrico pelo método de Köppen e Thornthwaite do município de Barbalha, Ceará, Brasil. *Revista Equador*. 8, 19 - 43. 2024
- OLIVEIRA, P.T.; SILVA, C.M.S.; LIMA, K.C. Climatology and trend analysis of extreme precipitation in sub regions of Northeast Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, 130(1-2), 77-90. 2017.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas - MA. *Scientia Agraria* [online] 18. 2017
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha - MA. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* online.2016.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p
- SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para região de Marinópolis, Noroeste do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 4, 142-149. 2010
- SANTOS, R.A.; MARTINS, D.L.; SANTOS, R.L. Balanço hídrico e classificação climática de Köppen e Thornthwaite no município de Feira de Santana (BA). *Geo UERJ* [online] 33. 10.12957/geouerj. 2018.34159. 2018.
- SILVA JUNIOR, J.F.; HERNANDEZ, F.B.T.; SILVA, I.P.F.; REIS, L.S.; TEXEIRA, A.H.C. Estabelecimento dos meses mais críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistema*, 12(2), 122-131. 2018
- THORNTHWAITE, C.W. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geogr. Rev*, 38, 55-94. 1948
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The Water Balance*. Publications In *Climatology*. Drexel Institute Of Technology,104p. 1955

## Capítulo 5

### POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS E SUAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS EM DESEMPENHO AO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda

#### RESUMO

As variações climáticas de uma região ou microrregião são determinantes na escolha das atividades agrícolas, agropecuário, pecuária, industrial e energético desenvolvidas e do tipo de manejo a ser estabelecido. A capacidade de água disponível (CAD), fator determinante no desenvolvimento vegetal, está diretamente relacionada à precipitação e à capacidade de armazenamento de água no solo. Realizou-se o Balanço Hídrico pelo método de Thornthwaite et al, (1955) para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba a partir de solos com diferentes capacidades de retenção de água, visando averiguar a influência do armazenamento de água no solo. Não foram registrados excedentes hídricos nas CAD estudadas pois as chuvas registradas não foram suficientes para suprir as capacidades de campo. Para condições climáticas do Povoado Ribeira de Cabaceiras solos com CAD maior e menor não proporcionam perdas de água, e nem aperfeiçoam seu aproveitamento pelas culturas.

**Palavras-chave:** Capacidade de armazenamento de água, classificação climática e evapotranspiração.

#### RIBEIRA DE CABACEIRAS AND ITS CLIMATE VARIATIONS IN PERFORMANCE TO WATER STORAGE IN THE GROUND

#### ABSTRACT

The climatic variations of a region or micro-region are decisive in the choice of agricultural, farming, livestock, industrial and energy activities developed and the type of management to be established. Available water capacity (CAD), a determining factor in plant development, is directly related to precipitation and water storage capacity in the soil. The Water Balance was carried out using the method of Thornthwaite et al, (1955) for the village Ribeira de Cabaceiras - Paraíba using soils with different water retention capacities, aiming to investigate the influence of water storage in the soil. No water surpluses were recorded in the CAD studied as the rainfall recorded was not sufficient to meet field capacities. For the climatic conditions of Povoado Ribeira de Cabaceiras, soils with higher and lower CAD do not cause water losses, nor do they improve its use by crops.

**Keywords:** Water storage capacity, climate classification, evapotranspiration.

#### INTRODUÇÃO

Caetano et al. (2019) asseguram que não somente os conhecimentos sobre a distribuição da pluviometria adquiridas no Balanço Hídrico (BH) são importantes para uma região. Tem-se que se levar em consideração, a informação da probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como precipitações máximas diárias e mensais, as quais vem ocasionando problemas em áreas agrícolas, pecuárias e urbanas (Saboya et al., 2022).

A estimativa do BH pelo método de Thornthwaite et al. (1955), permite a realização do monitoramento d'água no solo, é um método aplicado como instrumento de planejamento

estratégico agropecuário, pecuário, industrial, ambiental e lazer no âmbito de gerenciamento dos recursos hídricos (Passos 2017).

Para Silva et al. (2017) o acréscimo populacional, coligado à extensão dos setores agropecuário, industrial e energético, vem alterando o crescimento constante e considerável de demanda mundial por água, tornando este recurso mais escasso.

Passos et al. (2016) relataram que a cidade de Chapadinha -MA o período de reposição de água no solo ocorre nos meses de janeiro e fevereiro, embora não significativos, no mês de dezembro ocorrem chuvas de pré-estação e são mais elevadas na região, o que diminui o déficit hídrico e contribui para reposição da água no solo.

Realizou-se o Balanço Hídrico pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) para o povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba a partir de solos com diferentes capacidades de retenção de água, visando averiguar a influência do armazenamento de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira está localizado na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema (Figura 1), o povoado limita-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2023). Posicionado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESAs 2023).

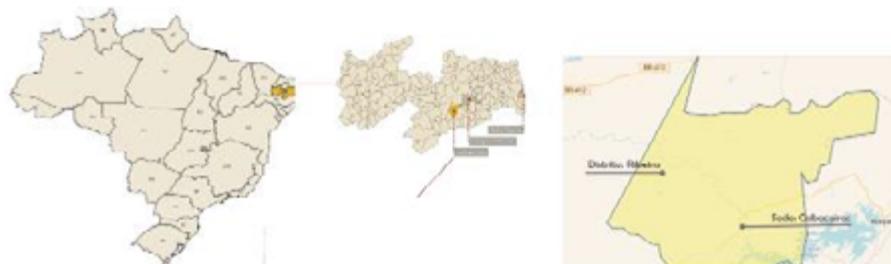


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira de Cabaceiras.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano Medeiros (2024).

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodois, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Eptácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESAs 2023).

Utilizaram-se dados mensais pluviais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos (Cabaceiras;

São Domingos do Cariri; boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo software “Estima – T” disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) entre o período de 2010-2023.

Para o cálculo do balanço hídrico (BH) interanual utilizou-se do método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BHC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, em algumas regiões, fatores como, baixo índice pluviométrico, irregularidade do regime, temperaturas elevadas, baixas capacidades de armazenamento de água no solo, entre outros, contribuem para a redução da disponibilidade hídrica (ANA 2019).

As condições climáticas influenciam diretamente nas atividades humanas, seja na produção agrícola, agropecuário, industrial e energético e principalmente no sistema econômico, assim como no bem-estar da população e nas suas relações sociais. Portanto, o ser humano é dependente das condições que o clima lhe impõe e, está sujeito as suas alterações, sejam elas positivas ou negativas

As flutuações dos elementos do BH com a CAD de 25 mm (Tabela 1) ocorreram temperatura de 25,6°C, pluviometria de 382,9 mm sendo igual ao vapor evaporado, evapotranspirou 1473,7 mm, sua evapotranspiração anual foi de 25,6% acima da pluviometria. Registrou-se DEF de 1090,8 mm e sem ocorrência de excedente ocasionada pela má distribuição pluvial e os auxílios dos efeitos locais e regionais conforme salienta França et al. (2022).

Tabela 1 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 25 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para a capacidade de água disponível no solo (CAD 25 mm) (Figura 2) compreendido entre 2010-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceira foram registradas deficiências hídricas forte a moderada ocasionada pelos sistemas de bloqueios, má distribuição pluvial, onde os índices pluviais não repuseram a capacidade do solo. Similaridade nas discussões podem ser revistas no estudo de Medeiros (2019).

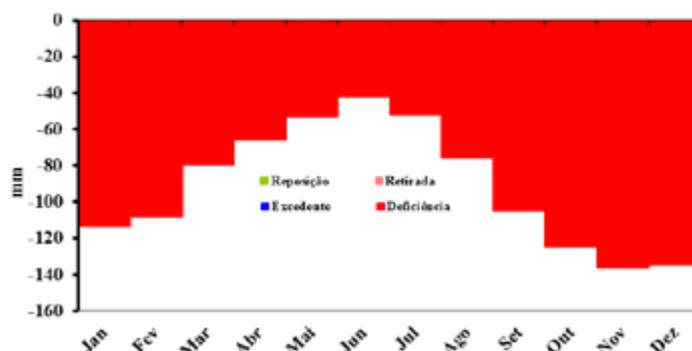


Figura 2 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 25 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

O resultado do balanço hídrico com CAD 50 mm (Tabela 2) no Povoado Ribeira de cabaceira registra índices pluviual igual aos evaporativos, evapotranspiração de 1473,7 mm com 25,98 evapotranspiradas do total pluviométrico, a CAD 50 não foi suficiente para ocasionar e/ou registrar excedentes hídricos, as deficiências registradas foram de 1090,8 mm e sua temperatura anual de 25,6°C. Estas variabilidades climáticas estão interligadas aos sistemas de meso e microescala que foram bloqueados pelos sistemas de alta pressão, ocasionado movimentos verticais descendentes, com redução de umidade e cobertura de nuvens, os resultados e discussões apresentadas nos estudos de Medeiros (2019) e França et al. (2022) registram similaridades.

Tabela 2 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 50 mm) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,40	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,80	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A CAD de 50 mm (Figura 3) não ocasionou disponibilidade de água para o solo e gerou deficiências hídricas forte a moderada nos meses em estudo, Similaridade nas discussões podem ser revistas no estudo de Medeiros (2019).

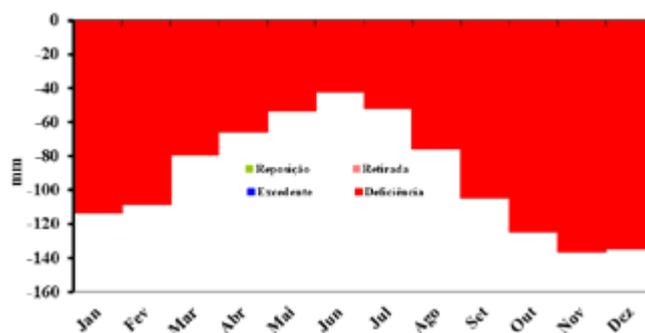


Figura 3 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 50 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para Mendonça et al. (2007) a variação temporal pluvial, pode ser apurada a longo prazo, nas escalas mensal, decenal, interanual e sazonal, sendo fundadas relações entre estações secas e chuvosas, anos secos e chuvosos, muito seco e muito chuvoso etc., e as de curto prazo, como variações diárias, caracterizando, de tal modo, dias com chuvas e/ou dias sem chuva. Nas regiões tropicais, há uma concentração das chuvas entre as estações de primavera-verão, e estação seca pronunciada durante o inverno.

As variabilidades climáticas ocorridas no BH para a CAD 75 mm no Povoado Ribeira de Cabaceiras (Tabela 3) foram ocasionadas pelos sistemas de pressões, as variabilidades da umidade do ar, baixa formação de nuvens e a atuação dos movimentos convectivos descendentes com maior intensidade reduzindo as cotas pluviais, para Marengo et al (2011) estas flutuabilidades são padrões sobre o nordeste do brasileiro, quando das atividades dos fenômenos adversos de grande escala.

Tabela 3 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 75 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A CAD de 75 mm (Figura 4) no Povoado Ribeira de cabaceira registrou deficiências hídricas moderadas a forte em todos os meses, ocasionada pela ausência dos fatores pluviais que

não foram necessários para suprir a capacidade de campo. O trabalho de Medeiros (2018); França et al (2022) tem similaridades com as discussões.

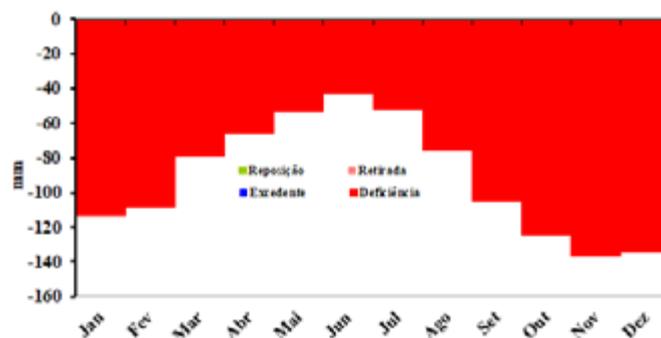


Figura 4 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 75 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A CAD de 100 mm (Tabela 4) foram insuficientes para ocasionar EXC, e reduzir os poderes evaporativos e evapotranspirativos (Tabela 4), estudos similares como o de França et al, (2022) confirmam os resultados. Deste modo, o amplo espectro das variações, que ocorrem no espaço (meso e microescala, locais, regionais, continentais e global) e nas escalas de tempo, como, diária, semanal, mensal, anual, decadal e secular, são características intrínsecas e marcantes do clima.

Tabela 4 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 100 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com chuvas abaixo da normalidade e má distribuída para a CAD 100 mm no Povoado Ribeira de cabaceira (Figura 5) observam-se predominância das deficiências hídricas em todos os meses, ocasionada pela má distribuição pluvial que não superou as necessidades do solo. Resultados similares foram encontrados por Silva et al. (2017).

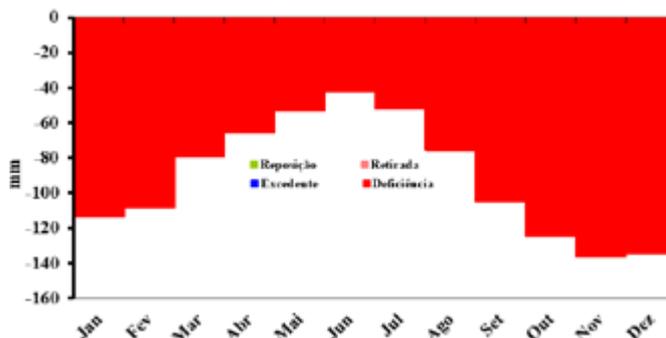


Figura 5 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 100 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

França et al. (2020) avaliaram as condições hídricas e da sua variabilidade da capacidade de campo (CAD) propendendo entender as flutuações através do computo do BH. Na Tabela 5, os índices pluviométricos estudados deverão ocasionar mais incidências nas variações climáticas e na capacidade de campo, onde se esperam chuvas de intensidades fortes com grandes magnitudes, amplitude e em curto intervalo de tempo. Os resultados indicam situações críticas das condições do solo estudado, o que poderá ocasionar grandes impactos nos recursos hídricos e na prática de cultura de sequeiro.

Tabela 5 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 125 mm) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com capacidade de água disponível no solo CAD 125 mm, (Figura 6) registra-se deficiências hídricas moderadas a forte em todos os meses do ano, isto decorreu da intensidade das chuvas que não foram necessárias e suficientes para suprir as necessidades do solo, resultados similares foram detectados por Silva et al (2017).

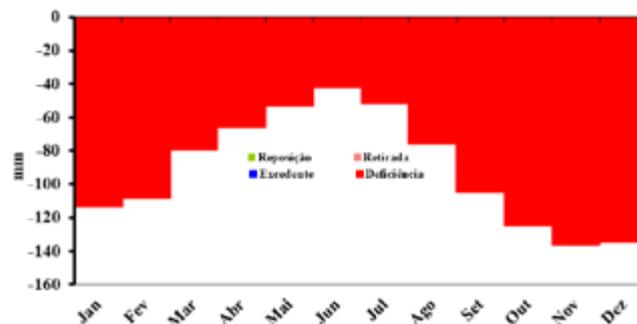


Figura 6 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 125 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As chuvas registradas foram iguais aos valores evaporativo, ou seja, tudo que choveu evaporou instantaneamente, evapotranspirou 25,98% acima do valor total pluvial e suas variações mensais podem ser vista na coluna da Tabela 6 (Prec/ETP(%)). Não se registrou-se excedentes hídricos porque a CAD 150 não foi suficiente para suprir as necessidades do solo.

As deficiências hídricas totalizaram 1090,8 mm e suas oscilações mensais fluíram de 42,3 mm (junho) a 136,5 mm (novembro). Os estudos dos autores Araújo et al (2021); Passos et al (2016), corroboram com as discussões.

Tabela 6 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 150 mm) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,40	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,80	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com capacidade de água disponível no solo (CAD 150 mm) (Figura 7) nos revela que as chuvas registradas não foram necessárias e suficientes para o abastecimento do solo o qual ocasionou deficiências hídricas moderadas a forte durante o período estudada. Tal variabilidade tem similaridade de resultados por Araújo et al (2021); Passos et al. (2016).

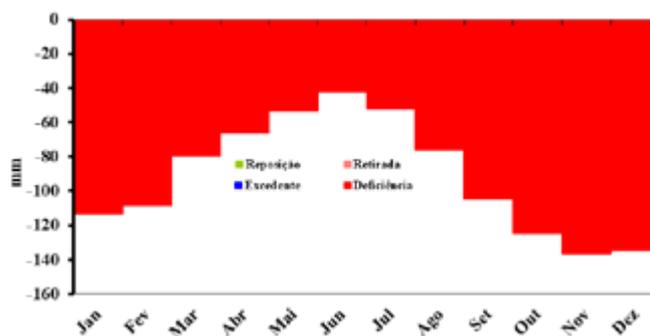


Figura 7 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 150 mm) no Povoado Ribeira de Cbaceira/Paraíba.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os índices pluviométricos nos mostram que durante o ano suas variações foram instáveis e irregulares. Os meses que ocorrem as maiores quantidades de chuvas são abril e maio e o de menores pluviometria setembro e novembro as precipitações registradas foram insignificantes para a agricultura, armazenagem e represamento de água no solo e açudes, a precipitação média anual foi 382,9mm/ano. Não se registrou excedente hídrico e as deficiências hídricas predominaram o ano inteiro, os poderes evapotranspirativos foram superiores aos índices pluviométricos e o evapotranspirativo igualou-se aos das chuvas as duas últimas colunas nos fornece os percentuais mensais evapotranspiradas e evaporado sobre o índice de chuva.

Tabela 7 – Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 175 mm) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Maio	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 8 observam-se a representação gráfica do Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 175 mm) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba o qual apresentam em seus resultados deficiências hídricas moderadas a forte o ano inteiro. Os resultados por Araújo et al. (2021); Passos et al. (2016) são similares.

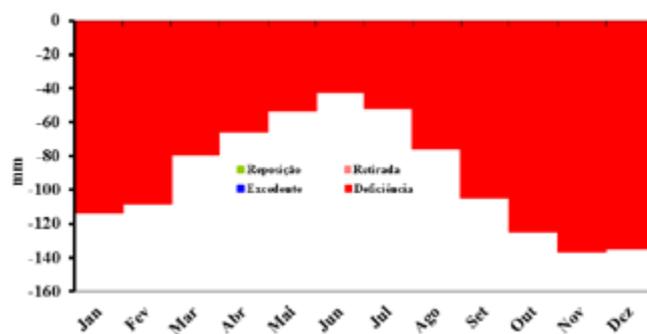


Figura 8 – Representação gráfica Balanço hídrico com capacidade de água disponível no solo (CAD 175 mm) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

## CONCLUSÃO

Não foram registrados excedentes hídricos nas CAD estudadas pois as chuvas registradas não foram suficientes para suprir as capacidades de campo.

Para condições climáticas do Povoado Ribeira de Cabaceiras solos com CAD maior e menor não proporcionam perdas de água, e nem aperfeiçoa seu aproveitamento pelas culturas.

Constatou-se que a capacidade de armazenamento de água no solo não influencia decisivamente nas condições hídricas anuais do povoado, entretanto, solos com maior capacidade de armazenamento podem minimizar as condições climáticas e assegurar condições hídricas de solo um pouco mais favoráveis à exploração radicular.

## REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2024.
- ANA –Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2019). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual. Brasília.
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; ROLIM NETO, F.C.; (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar ISSN 2675-6218
- ARRAES, F.D.D.; LOPES, F.B.; SOUZA, F.; OLIVEIRA, J.B. Estimativa do Balanço Hídrico para as condições climáticas Iguatu, Ceará, usando Modelo Estocástico. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. Fortaleza, v.3, n.2, p.78–87, 2009.
- CAETANO, A.L.; BARBOSA, F.S. (2019). Probabilidade de ocorrência de chuvas extremas para a região de Inconfidentes –MG. Revista Brasileira de Climatologia,25(1),537-548
- FRANÇA, M.V.; MEDEIROS, R.M.; ARAÚJO, W.R.; HOLANDA, R.M. Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, 2020. eXX, (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409
- MARIANO, E.B.; MEDEIROS, R. Mainar; TAVARES, A.L. Variação climática do município de Cabaceiras - PB em desempenho ao Armazenamento de Água no Solo. XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Gramado, RS, 23 a 28 de setembro de 2012, Anais CDROM.
- LIMA, F.B.; SANTOS, G.O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.
- MENDONÇA, F.A.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. (2016). Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha -MA. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada,10(4), 758-766.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. (2017). Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas -MA. Revista Scientia Agraria,18(1), 83-89
- SABOYA, L.M.F.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W. R.; CUNHA FILHO, M. (2022). Probabilidade de chuvas em Bom Jesus -Piauí, Brasil. Research, Society and Development,11(3), e32411326609.
- SILVA, S.N.; LOPES, F.G.; ANDRADE, F.E.; FERREIRA, C.B.; DANTAS, M.C.A.M.; SIQUEIRA, E.C. (2017). Efeitos da escassez hídrica na economia do perímetro irrigado de São Gonçalo, Paraíba. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

## Capítulo 6

### OSCILAÇÕES QUINQUENAL DO BALANÇO HÍDRICO NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda

#### RESUMO

O objetivo da pesquisa foi estudar a variabilidade climática quinquenal do balanço hídrico no povoado de Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, tentando entender suas oscilações e variações entre o período de 2010 a 2014; 2015 a 2019 e 2020 a 2023. Foram utilizados dados mensais pluviométricos (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios paraibanos circunvizinhos (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; Boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Após a interpolação efetivou-se as médias quinquenais (2010-2014; 2015-2019; 2020-2023). Os dados térmicos (°C) foram gerados com o auxílio do software “Estima – T”, considerando o período do quinquênio pluvial seguido da realização do balanço hídrico climatológico. De modo que foi constatado a ocorrência de deficiências hídricas acentuadas nos períodos quinquenais estudados, devido à má distribuição pluvial. Ademais, houve excedentes hídricos foram registrados nos três períodos quinquenais. A evaporação foi igualada aos índices pluviométricos, ou seja, tudo que choveu evaporou. As variabilidades evapotranspirativas superaram os valores pluviométricos nos períodos em estudo. Sendo recomendado a realização de novos estudos com dados em pontos de grade para se verificar as melhores ou piores oscilações dos elementos estudados. As variações espaciais do excesso hídrico nos períodos foram insignificantes ou não ocorreram, fato que não contribuíram para a reposição de água no solo e necessitou-se do uso da irrigação para complementação da capacidade de campo.

**Palavras-chaves:** Elementos climáticos, balanço hídrico, oscilações quinquenais.

#### FIVE-YEAR OSCILLATIONS IN THE WATER BALANCE IN THE VILLAGE RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRAZIL

#### ABSTRACT

The aim of this research was to study the five-year climate variability of the water balance in the village of Ribeira de Cabaceiras -Paraíba, trying to understand its oscillations and variations between the periods 2010 to 2014; 2015 to 2019 and 2020 to 2023. We used monthly rainfall data (mm) interpolated using the Weighted Average by the Inverse of the Distance to the Square method from the surrounding municipalities of Paraíba (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; Boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri and Boa Vista). After interpolation, the five-year averages were calculated (2010-2014; 2015-2019; 2020-2023). The thermal data (°C) was generated using the Estima - T software, considering the five-year rainfall period followed by the water balance climatological. As a result, it was found that there were marked water deficiencies in the five-year periods studied, due to poor rainfall distribution. In addition, water surpluses were recorded in the three five-year periods. Evaporation was equal to rainfall, i.e. everything that rained evaporated. Evapotranspiration variability exceeded rainfall in the periods under study. It is recommended that new studies be carried out with data at grid points to check the best

or worst oscillations of the elements studied. Spatial variations in water excess in the periods were insignificant or did not occur, a fact that did not contribute to the replacement of water in the soil and required the use of irrigation to complement field capacity.

**Key-words:** Climatic elements, water balance, five-year oscillations.

## INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste brasileiro (RSNEB) é caracterizada por escassez, irregularidades pluviométricas, elevada taxa de evaporação e extensos períodos de insolação, situada sobre uma estrutura geológica cristalina o que dificulta no reabastecimento do lençol freático, resultando em reduções no potencial hidrogeológico da região (Novais et al., 2022). A região semiárida nordestina não é única no mundo, em torno do planeta há várias regiões com características ambientais semelhantes e que podem ser classificadas como “terras secas”. O termo “terras secas” é generalizante e engloba as terras áridas, semiáridas e subúmidas secas que cobrem uma extensão de aproximadamente 41,3% de todos os continentes e ilhas do planeta, abrigando aproximadamente um terço da população mundial (CGEE, 2016). Ressalta-se que cerca de 70% das terras secas de todo o mundo (com exceção dos desertos hiperáridos) estão degradadas (UNCCD, 2011a).

Marengo et al. (2013) confirmaram que na camada da troposfera ocorrem os fenômenos meteorológicos e mecanismos climáticos que se relacionam a circulação geral da atmosfera, e com seus mecanismos local e regional, sendo responsáveis pelas variações, oscilações, fluatibilidade ou variabilidade climática. Deste modo, o amplo espectro das variações, que ocorrem no espaço (meso e microescala, locais, regionais, continentais e global) e nas escalas de tempo, como, diária, semanal, mensal, anual, decadal e secular, são características intrínsecas e marcantes do clima.

Villa et al. (2022) ressaltam que a compreensão e o monitoramento das épocas de maior ou menor incidência de precipitação, das temperaturas ótimas para as culturas, da disponibilidade de radiação e do balanço hídrico são fundamentais para haver retorno produtivo na agricultura.

Ao enfatizar sobre a importância no balanço hídrico climatológico para a agricultura, Ferreira (2018) destaca que ele é uma ferramenta que pode fornecer subsídios sobre o regime hídrico regional e/ou local, períodos de deficiência e excesso hídricos, propiciando amoldar-se a época mais propícia ao preparo do solo anual, data ideal para a semeadura e plantio, e se há a necessidade de instalação de sistemas de irrigação e drenagem, técnicas de captação de água, para uso da população, quando houver um excedente hídrico bem como a quantidade de água exata que deverá ser usada.

Raimundo et al. (2022) mostraram que as oscilações nos elementos climáticos fazer referência as mudanças no proceder dos anos nas variáveis que determina o clima, em determinada área, região e no Globo. Estas variabilidades ocorrem em benefício as diferentes causas, as quais incluem influências naturais, atividades humanas e climáticas, originando sugestões de forma intensa na sociedade, meio ambiente e socioeconômicas. Existindo a necessidade de se realizar o monitoramento, e estudos que abarquem a região, propendendo o presente e futuro da população e meio ambiente.

As transformações no ciclo hidrológico tendem a propiciar redução dos recursos hídricos, que são essenciais para vida nas mais diversas atividades como, agropecuária, comércio, indústria, fonte de energia, lazer e no dia-dia das pessoas (Dantas et al., 2007). Autores como Salati et al. (2006) enfatizam que a agricultura é uma atividade que utiliza cerca de 70% de toda água potável disponível no mundo. Em razão disso, estudos vêm se desenvolvendo na busca por metodologias que possibilitem maior economia de água no planeta.

Medeiros (2018) analisou a climatológica da precipitação no município de Cabaceiras - PB, no período de 1930-2011 como contribuição a Agroindústria e constatou que os índices pluviômetros são essenciais a sustentabilidade agroindustrial.

França et al. (2020) aferiram as condições hídricas climáticas e a variabilidade da capacidade de armazenamento de água (CAD) visando entender as oscilações erosivas no solo em Amparo de São Francisco/Sergipe, por meio do computo do balanço hídrico (BH) utilizando como metodologia o modelo de Thornthwaite. Obtendo que para as capacidades de armazenamento de água de 25 mm; 50 mm e 75 mm foram registrados índices erosivos altos. Para as capacidades de água disponível (CAD) de 100 mm; 125 mm e 150 mm houve erosividade moderada e índices erosivos fracos para a CAD de 175 mm. Observando que os índices pluviométricos estudados deverão ocasionar mais incidências erosivas em regiões com previsão de chuvas fortes, com grandes magnitudes, amplitude e em curto intervalo de tempo.

Araújo et al. (2021) estimaram os cálculos dos BHs anuais de 1981-2019 para o município de Lagoa Seca - Paraíba e suas flutuações pluviométricas e evapotranspirativas, como também as reposições, retiradas, deficiências e excedentes hídricos interanuais. Os dados pluviométricos e térmicos mensais e anuais foram iguais ao período pluvial. O balanço hídrico foi computado pela metodologia de Thornthwaite. Constatando nos anos de 1983-1988; 1990 a 1992; 1994; 1996; 1998; 2000; 2008; 2009 2011 e 2019 a ocorrência do poder evapotranspirativo foi maior que os índices pluviométricos. Os anos em que os índices evaporativos se ou fluíram igualaram abaixo da pluviometria anual foram 1981; 1993; 1999; 2004; 2006; 2007; 2012 e 2015. Sendo recomendado o auxílio da irrigação, mesmo nos períodos de chuva irregulares, pois conclui-se que o poder evaporativo e evapotranspirativos superaram os índices pluviométricos.

Holanda et al. (2019) e Matos et al. (2018) destacam que o balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio dos índices pluviométricos, evapotranspirativos, armazenamento de água e pelo déficit e excesso hídrico. Por meio das informações dos fluxos de entrada (chuva) e saída (evaporação) de água no solo é possível se obter no BH os períodos de deficiência e excedente hídrico, fornecendo informações valiosas para os agricultores, pesquisadores e tomadores de decisões, entre tantas outras aplicações para a área.

Medeiros (2020) concretizou o cálculo do balanço hídrico sequencial para São Bento do Una - Pernambuco, propendendo determinar os subsídios ao armazenamento e represamento de água, em relação à crise hídrica, suscitando e disponibilizando subsídios para preparação de novos planejamento e projeto. Destacando que os impactos climáticos vêm causando alterações no BH regional da última década. A degradação ambiental e os efeitos da ação antrópica vêm antecipando o processo de mudança do clima regional, afetando diretamente nas condições do regime pluvial e na disponibilidade de água no solo. Fazendo com que a necessidade da captação de água de chuva e de outras fontes de armazenamento auxilie a sobrevivência humana, animal, vegetal e contribua para os setores agropecuários e em particular para o setor avícola da região.

Caetano et al. (2019) asseguram que não somente os conhecimentos sobre a distribuição da pluviometria adquiridas no Balanço Hídrico são importantes para uma região. Tem-se que se levar em consideração, a informação da probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como precipitações máximas diárias e mensais, as quais vem ocasionando problemas em áreas agrícolas, pecuárias e urbanas (Saboya et al., 2022).

Nesse âmbito, essa estudar a variabilidade climática quinquenal do balanço hídrico no povoado de Ribeira de Cabaceiras/PB, tentando entender suas oscilações e variações entre o período de 2010 a 2014; 2015 a 2019 e 2020 a 2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo se encontra na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema, na parte mais baixa do Planalto da Borborema (Figura 1). Limitando-se com São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. Tem-se suas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com altitude de 391 metros (AESAs, 2024) (Figura 1).

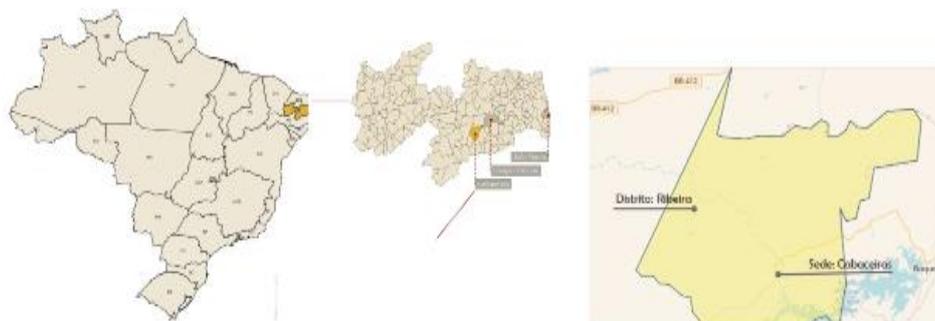


Figura 1 - Posicionamento do povoado Ribeira, na Paraíba e na América do Sul.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceiras, é a oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste (VAN), a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano (Medeiros, 2024).

A classificação climática do povoado é do tipo BSH (Clima quente de estepe temperatura elevada, chuvas escassas no inverno, temp. > 22° C). Segundo Köppen (1928); confirmado por Köppen et al. (1931) e Alvares et al. (2014). O povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoads, do Junco e Macambira. No povoado situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa, comumente conhecido como açude de Boqueirão (AESAs 2024).

Para a realização da pesquisa foram utilizados dados pluviiais (mm) mensais interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Após a interpolação efetivou-se as médias quinquenais para os períodos de 2010-2014, 2015-2019 e 2020-2023. Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo software “Estima – T” considerando o período do quinquênio pluvial seguido da realização do balanço hídrico climatológico.

Para o cálculo do balanço hídrico climatológico (BHC) foi utilizado o método desenvolvido por Thornthwaite (1848) e Thornthwaite et al. (1955), utilizando o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) de 100 mm para a efetivação do balanço hídrico climatológico. Para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima semiárido Brasileiro tem como uma característica é a grande irregularidade pluvial, que integrada com as altas oscilações interanuais, ocasionando impactos diretos sobre as atividades agropecuárias, Oliveira et al. (2017); Martins et al. (2018), afirmaram que as informações que auxiliem no monitoramento dos desenvolvimentos agrícolas venham adequar maior segurança aos sistemas produtivos sobre tudo para a área do semiárida brasileira onde necessidade dos recursos hídricos.

A variabilidade ambiental combinada com os casos de desmatamento ocasionado por atividades como, por exemplo, pastoreio, queimadas, retirada da arborização nativa da caatinga e ocupação desordenada do solo, potencializam a gravidade e a velocidade dos eventos extremos e de fenômenos adversos. Ocasionalmente como consequências imediatas o desequilíbrio ambiental e socioeconômico rural e urbano, assim como a redução da produção agropecuária, indústria, agricultura familiar, lazer, pesca e aumento da escassez hídrica, degradação ambiental, destruição da biodiversidade e, consequentemente da pobreza.

Giménez et al. (2016) afirmaram que as frequências, duração e intensidade das secas ou veranicos, são as responsáveis pela variabilidade na produtividade de leguminosas, hortaliças e fruticulturas. A estiagem é um dos mais importantes obstáculos à produção agrícola, sendo que, a magnitude das perdas depende da duração, severidade e estágio fenológico das ocorrências

Os modelos agrometeorológicos e a interpretação de dados climáticos relacionados com o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas fornecem informações que permitem ao setor agrícola tomar importantes decisões, tais como: melhor planejamento do uso do solo, adaptação de culturas, monitoramento e previsão de safras, controle de pragas e doenças estratégicas de pesquisa e planejamento (Lazinski, 1993).

Nobre et al. (2005) afirmaram que o aumento da temperatura do ar eleva a evaporação e a evapotranspiração ocasionando deficiência hídrica e alterações no ciclo hidrológico. A relação entre temperatura e a altitude, nas regiões tropicais e subtropicais, é especialmente formidável, uma vez que alguns desníveis de centenas de metros de altitude provocaram mudanças sensíveis no clima, na formação dos solos e nas formas de uso e ocupação do solo assim como também, no ajustamento dos convívios dos animais e vegetais e na aptidão da agricultura e a pecuária.

Na Tabela 1 observa-se que no balanço hídrico quinquenal de 2010-2014 no povoado Ribeira de Cabaceiras, adotando a capacidade de armazenamento de água (CAD) de 100 mm, a variação térmica anual foi de 25,6°C e as oscilações inter mensais fluíram de 23,4°C no mês de julho a 27,0°C em dezembro, estas flutuações foram ocasionadas pela atividade dos sistemas de meso e microescala como variabilidade na cobertura de nuvem e da insolação. Além disso, nota-se chuvas mensais irregulares e má distribuídas, ocasionadas pela não contribuição dos efeitos locais e regionais, registrando-se flutuações mensais de 4,9 mm no mês de setembro a 59,5 mm em maio, totalizando 382,9 mm anualmente, os sistemas convectivos e linha de instabilidade ativos fluíram com o auxílio do vento e registro chuvas de magnitudes variadas e irregulares.

Tabela 1 – Parâmetros do balanço hídrico quinquenal de 2010-2014 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,6	100,0

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,0	100,0
Maio	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,9	100,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,5	100,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,2	100,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,51	100,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,4	100,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,1	100,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,1	100,0
Anual	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,9	100,0

Legenda: T(°C) = Temperatura; P (mm) = Precipitação; ETP (mm) = Evapotranspiração; EVR (mm) Evaporação (mm); DEF (mm) = Deficiências hídrica; EXC (mm) = Excedente hídrico; Prec/ETP(%) = Precipitação/evapotranspiração(%); Prec/EVR(%) = Precipitação/evaporação(%)

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Ainda analisando a Tabela 1, constata-se que a evapotranspiração anual totalizou 1473,7 mm, registrando valor de ETP aproximado de quatro vezes do valor pluvial e suas flutuações registrou-se entre 88,6 mm (julho) a 154,9 mm (dezembro). Na coluna Prec/ETP% tem-se os valores mensais da evapotranspiração sobre os índices pluviais, com valor médio anual de 25,9%, demonstrando que o poder evapotranspirativos neste quinquênio foram superiores as chuvas. Ademais, analisando a relação Prec/EVR% afirmou-se que os valores evaporados foram iguais aos índices pluviais registrados, ou seja, o que choveu evaporou. A deficiência hídrica anual totalizou 1090,8 mm, com oscilações mensais fluindo de 42,3 mm (junho) a 136,5 mm (novembro), não foram registrados excedentes, a CAD de 100 mm não foi necessária para registrar excedentes hídricos, corroborando com a pesquisa desenvolvida por Araújo et al. (2021).

Aquino (2010) mostrou que a Evapotranspiração Potencial (ETP) satisfaz à quantidade de água necessária para manter a vegetação sempre verde em função de uma certa temperatura. Nos cálculos do BH, a ETP representa o consumo de água, enquanto a pluviosidade representa o abastecimento. O solo seria o reservatório, razão pela qual se considera que o balanço hídrico representa a dinâmica das relações da atmosfera com o sistema solo-planta.

A Evapotranspiração Real (ETR), ao contrário da ETP, que se refere a uma situação de disponibilidade potencial de água, representa a quantidade de água que efetivamente sai do sistema através da evapotranspiração e que é usada na produção primária pelos vegetais

A Figura 2 nos fornece o gráfico do balanço hídrico quinquenal (2010-2014) do povoado Ribeira de Cabaceiras - PB. Registrando deficiências hídricas em todos os meses do quinquênio, de modo que a capacidade de armazenamento de água de 100 mm não foi suficiente para ocasionar excedentes hídricos e reposição de água no solo. O estudo de Medeiros (2019) vem a corroborar.

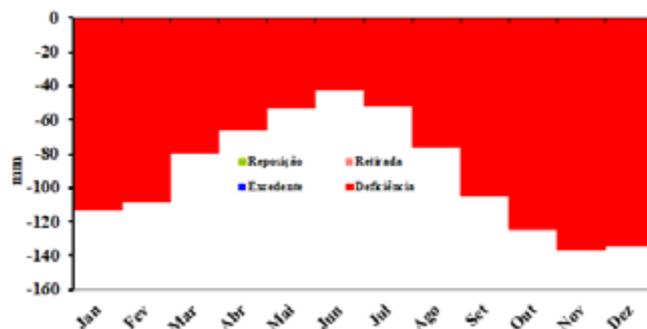


Figura 2 – Gráfico do balanço hídrico quinzenal (2010-2014) no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Brito et al, (2015) mostraram que as decorrências devastadoras dos acontecimentos climáticos sobre a população das zonas urbanas e/ou rural, vem proporcionando enchentes, alagamento, cheias, desmoronamento de ribanceiras, tudo isto vem ocorrendo devido ao pouco ou a não existência de planejamento, associada ao uso inadequado das áreas.

Na Figura 3 tem-se as oscilações gráfico climático da precipitação (P), Precipitação/ETP% e Precipitação/EVR% quinzenal (2010-2014) no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. A Precipitação/EVR% foi de 100% do valor pluvial, demonstrando que tudo que choveu, evaporou. Para Precipitação/ETP% ver-se a flutuação da ETP sobre os índices pluviais, mostrando os meses de junho/julho com ETP acima das chuvas, nos meses de janeiro-maio e dezembro a ETP abaixo e entre setembro a novembro seus valores igualam-se tais variabilidades corroboram com os valores detectados por França et al. (2020).

Embora o período chuvoso se inicie em dezembro com chuva de pré-estação (chuvas que antecedem o período e/ou quadra chuvosa), onde em momento algum a evapotranspiração potencial igualar à evapotranspiração real, este processo não se registrando devido a capacidade de armazenamento de água no solo não ser alcançada o que não ocasionaram excedente hídrico e ocasionando elevação dos défices hídricos locais.

De acordo com Cassettari et al (2020) as regiões com maiores altitudes contribuem para maior ocorrência de ventos, auxiliando nos transportes de umidade e contribuindo com as oscilações no regime pluviais de uma região, justificando-se o fato da área em estudo registrar oscilações pluviais irregulares e de magnitudes e intensidades diferencias ao longo dos anos.



Figura 3 – Gráfico climático da precipitação (P), Precipitação/ETP% e Precipitação/EVR% quinzenal (2010-2014) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Segundo Santos et al. (2010) a compreensão das variáveis que compõem o balanço hídrico climatológico favorece o planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, ou seja, fornece informações que possibilitam aos produtores reconhecer as fragilidades climáticas, sendo uma ferramenta imprescindível para o sucesso de um empreendimento agrícola.

Os parâmetros do balanço hídrico quinquenal do período de 2015-2019 (Tabela 2) no povoado Ribeira de Cabaceiras (PB) registraram temperatura anual de 25,7°C e suas flutuações mensais oscilando de 23,5°C (julho) a 27,2°C (dezembro), precipitação anual de 281,0 mm e fluindo de 1,9 mm (outubro) a 68,2 mm (abril), os sistemas provocadores de chuvas sofreram bloqueios atmosféricos e ocasionaram reduções nos seus índices pluviométricos decorrentes do movimento vertical descendente e falta dos auxílios dos efeitos Locais de acordo com o estudo de França et al. (2020).

O poder evapotranspirativos e evaporativos anuais registraram 1493,2 mm e 281,0 mm, respectivamente. Evapotranspirou 18,8% acima do valor anual das chuvas e suas oscilações mensais podem ser vista na coluna Prec/ETP da tabela 2, enquanto que na coluna Prec/evr os valores igualam-se aos dos índices pluviométricos. Resultados similares foram detectados nos estudos desenvolvidos por Araújo et al. (2022) e Medeiros (2021).

Fenner et al, (2014) afirmaram que o conhecimento das oscilações térmicas de cada local é de extraordinária estima para a incubação agrícola. As flutuações térmicas auxiliam no manipulo das culturas, visto que exerce influência no desenvolvimento vegetal, a depender das suas exigências.

Tabela 2 – Parâmetros do balanço hídrico quinquenal do período de 2015-2019 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,9	20,5	147,8	20,5	127,3	0,0	13,8	100,0
Fevereiro	26,7	32,2	132,4	32,2	100,2	0,0	24,3	100,0
Março	26,4	29,9	140,1	29,9	110,2	0,0	21,3	100,0
Abril	25,9	68,2	124,7	68,2	56,5	0,0	54,6	100,0
Mai	25,1	33,6	113,9	33,6	80,3	0,0	29,5	100,0
Junho	24,1	22,1	94,4	22,1	72,3	0,0	23,4	100,0
Julho	23,5	30,4	89,4	30,4	59,0	0,0	33,9	100,0
Agosto	24,0	12,7	96,4	12,7	83,7	0,0	13,1	100,0
Setembro	25,1	5,2	111,4	5,2	106,2	0,0	4,7	100,0
Outubro	26,2	1,9	136,1	1,9	134,2	0,0	1,4	100,0
Novembro	27,0	4,1	147,2	4,1	143,1	0,0	2,7	100,0
Dezembro	27,2	20,1	159,4	20,1	139,2	0,0	12,6	100,0
Anual	25,7	281,0	1493,2	281,0	1212,2	0,0	18,8	100,0

Legenda: T(°C) = Temperatura; P (mm) = Precipitação; ETP (mm) = Evapotranspiração; EVR (mm) Evaporação (mm); DEF (mm) = Deficiências hídrica; EXC (mm) = Excedente hídrico; Prec/ETP(%) = Precipitação/evapotranspiração(%); Prec/EVR(%) = Precipitação/evaporação(%)

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

O gráfico do balanço hídrico quinquenal (2015-2019) (Figura 4) no povoado Ribeira de Cabaceiras - PB registrou deficiências hídricas que variaram de fortes (abril- agosto) a intensas (setembro-março) e a capacidade de armazenamento de água (CAD) de 100 mm não foi necessária para gerar outros elementos no período do estudo, corroborando com o estudo de França et al. (2020).

Pimentel (2004) mostrou que a distribuição dos vegetais na superfície terrestre é dependente das disponibilidades de água local do que de outro fator. As deficiências e/ou excedentes de água disponível para as plantas limitam a produção.

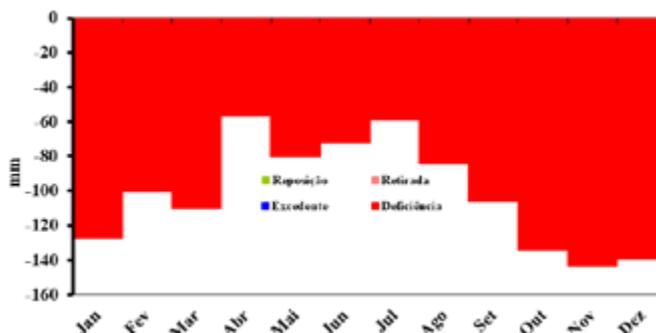


Figura 4 – Gráfico do balanço hídrico quinquenal (2015-2019) no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com índices pluviiais irregulares e má distribuídos no período quinquenal de 2015-2019 no povoado Ribeira de Cabaceiras (PB) (Figura 5) observa-se que para a relação “prec/evr” seus valores foram iguais e que a quantidade de chuva foi igual ao valor de água evaporada, representado pela linha de 100% destacada na imagem. Referente à “prec/etp” afirma-se registros de variabilidades evapotranspirativos em relação à pluviometria. Resultados similares foram detectados nos estudos de Araújo et al. (2021); Medeiros (2020).

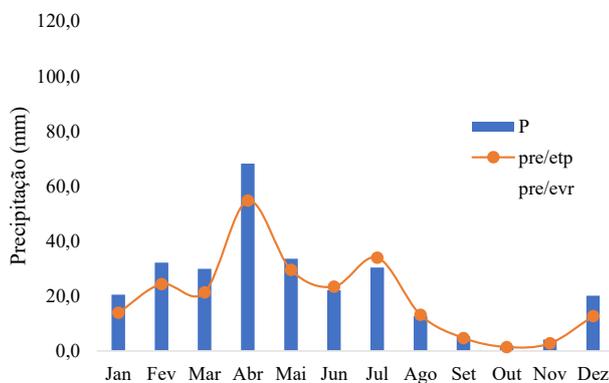


Figura 5 – Gráfico climático da precipitação (P), Precipitação/ETP% e Precipitação/EVR% quinquenal (2015-2019) no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para o quinquênio de 2020-2023 a temperatura anual foi de 25,5°C (Tabela 3), entre os meses de outubro a março a variabilidade térmica fluiu de 26,0°C a 26,4°C, nos meses de abril a setembro registra-se reduções térmicas oscilando de 23,4°C a 24,6°C, ocasionadas pelas influencias regionais e locais. Estas variabilidades têm similaridades com os estudos de França et al. (2020) e Medeiros et al. (2021).

Chuva e evaporação anual totalizaram 513,6 mm, significando que tudo que precipitou automaticamente foi evaporado. A evapotranspiração anual registrou 1461,3 mm e suas flutuações mensais oscilaram de 94,4 mm (agosto) a 152,3 mm (dezembro). Estas variabilidades podem estarem ligada as influencias térmicas registrados neste quinquênio, contribuindo para

ocorrências de maiores poderes evapotranspiradas, similaridades podem ser revistas em Marengo et al. (2021).

As deficiências hídricas totalizaram 947,7 mm, fluindo de 29,0 mm (junho) a 131,5 mm em novembro, atenta-se para o fato de que no mês de maio não foi registrado deficiência hídrica, apresentando melhor situação hídrica mesmo que a localidade seja caracterizada por chuvas irregulares e má distribuídas, esta deficiência nula tem contribuição dos efeitos locais e regionais para esse fato o qual foi ocasionado por chuva forte e de magnitude moderada.

No período em estudo (Quinquênio 2020-2023) não ocorreu excedentes hídricos, visto que a capacidade de campo (CAD) 100 mm não foi suficiente para completar a capacidade de água no solo.

A coluna Prec/ETP(%) nos mostra a quantidade de água evapotranspirado mensal e anual e evapotranspirou com oscilações fluindo de 1,6% (outubro) a 107,2% (maio) e 35,1% para o valor anual acima do índice pluvial, sendo as variabilidades evaporativas representadas na coluna Prec/EVR(%) onde praticamente foram iguais aos índices pluvias. Resultados similares foram observados no estudo de Araújo et al. (2021).

Tabela 3 – Parâmetros do balanço hídrico quinquenal do período de 2020-2023 no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,7	29,2	144,7	29,3	115,4	0,0	20,1	99,6
Fevereiro	26,5	19,8	130,5	19,8	110,7	0,0	15,1	99,7
Março	26,3	120,9	138,8	120,9	18,0	0,0	87,0	99,9
Abril	25,9	57,3	125,2	57,3	67,9	0,0	45,7	99,9
Maio	24,9	118,9	110,9	110,9	0,0	0,0	107,2	107,1
Junho	24,0	63,7	94,0	64,9	29,0	0,0	67,7	98,0
Julho	23,4	41,7	88,5	43,3	45,2	0,0	47,1	96,3
Agosto	23,8	18,7	94,4	20,5	73,9	0,0	19,7	91,1
Setembro	24,9	5,8	108,2	7,3	100,9	0,0	5,3	79,6
Outubro	26,0	2,1	131,9	3,1	128,8	0,0	1,6	68,5
Novembro	26,7	10,0	142,0	10,4	131,5	0,0	7,0	95,5
Dezembro	26,9	25,8	152,3	26,0	126,3	0,0	16,9	99,1
Anual	25,5	513,6	1461,3	513,6	947,7	0,0	35,1	100,0

Legenda: T(°C) = Temperatura; P (mm) = Precipitação; ETP (mm) = Evapotranspiração; EVR (mm) Evaporação (mm); DEF (mm) = Deficiências hídrica; EXC (mm) = Excedente hídrico; Prec/ETP(%) = Precipitação/evapotranspiração(%); Prec/EVR(%) = Precipitação/evaporação(%)

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

O balanço hídrico quinquenal para o período 2020-2023 para o armazenamento de água com CAD de 100 mm (Figura 6) no povoado Ribeira de Cabaceiras-PB, registrou reposição de água no solo no mês de maio e retirada d'água no solo entre os meses de junho a setembro, os demais meses do quinquênio forma deficiências hídricas, resultados similares aos obtidos por Araújo et al. (2021).

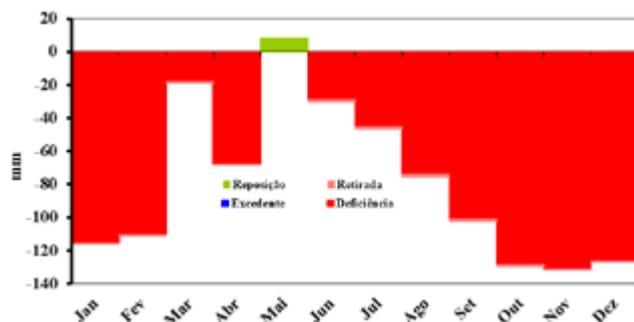


Figura 6 – Gráfico do balanço hídrico quinzenal (2020-2023) no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Medeiros et al. (2014) considerar as ocorrências de eventos extremos pluviiais em Campina Grande (PB), com dados diários correspondentes os anos de 1970–2010, os eventos extremos foram os de maior intensidade pluviométrica diária nos anos estudados. Os resultados revelaram mudanças no comportamento pluviial a partir da década de 70. Ocorreu intensificação na precipitação máxima apresentando maior número de eventos com valores pluviiais superior a 80mm. Não se registrou, relação direta entre a intensificação das chuvas e ocorrências com os períodos de ENOS. Eventos extremos foram evidentes entre os meses da estação chuvosa, com 88% das ocorrências e 12% na estação seca.

Na Figura 7 observam-se as variabilidades gráficas climáticas da precipitação (P), Precipitação/ETP% e Precipitação/EVR% quinzenal (2020-2023) no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. Nota-se que os índices pluviiais superaram os evapotranpirativos e evaporativos nos meses de março e abril, no restante dos meses a evaporação igualou-se aos índices pluviiais e a ETP supera as chuvas, resultados similares foram encontrados no estudo de Medeiros (2020).

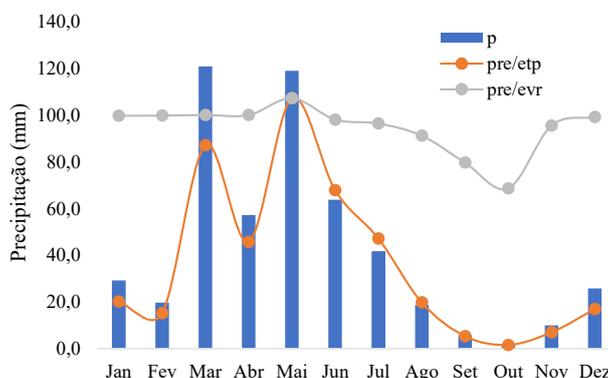


Figura 7 – Gráfico climático da precipitação (P), Precipitação/ETP% e Precipitação/EVR% quinzenal (2020-2023) no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

O BH de Thornthwaite et al. (1955) vem para preencher uma lacuna no diagnóstico climático do índice de aridez, por meio desta ferramenta pode-se obter o padrão climático de uma área com seus períodos de excedente e déficit hídrico, além da variação temporal do armazenamento hídrico do solo. Desta maneira, esta ferramenta é imprescindível para o estudo

do processo de desertificação, uma vez que é possível avaliar o avanço desse processo, bem como seu grau de desenvolvimento. Sendo estratégico para o planejamento de políticas públicas, agrometeorologia e gerenciamento dos recursos hídricos.

Os intuitos dos índices climáticos: aridez, umidade e hídrico é a caracterização climática de uma determinada área. O emprego dos índices e de averiguar prováveis alterações em função da capacidade de água disponível no solo e serem empregados para a realização da classificação climática.

O MMA, (2007) confirma que as decorrências que ocorrer nas características do clima atual, tendo como as graves consistir no aumento dos índices de aridez e das áreas propícias a desertificação ocasionada pelo acréscimo da deficiência hídrica, assim como ocorrências de eventos extremos acompanhados de desastres atuarias, nas regiões que são áridas ou semiáridas, como a região do semiárido brasileiro.

Beserra (2011) afirmou que redução do índice de aridez constitui ascensão de tendências para a desertificação. Este termo foi definido pela Organização das Nações Unidas (ONU), desde a década de 1980, como sendo "a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas e secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas". Essa situação conduz a redução e destruição do potencial biótico das terras.

Áreas identificadas com vulnerabilidade à desertificação, em razão do índice de aridez menor, podem não estar localizadas na área degradada, e áreas que apresentam maior índice de aridez e não são advertidas como processos de vulnerabilidade podem encontrar-se degradadas a ponto de serem consideradas áreas desertificadas. Esta variabilidade poderá ocorrer devido ao uso inadequado do solo e do ambiente.

Na Tabela 4 é possível observar os índices de umidade, aridez e hídrico para os períodos quinquenais estudados. Os índices com maiores valores registrados ocorreram no quinquênio 2015-2019, e pode ser atribuído à má distribuição pluvial e a ausência de contribuições dos sistemas regionais e local, seguidamente de altos bloqueios atmosféricos deixando o céu parcialmente nublado com chuvas isoladas.

As variabilidades dos índices de Aridez quinquenal estão interligadas ao uso e ocupação do solo seguido pelas ocorrências do homem na exploração de terras agrícolas e na derrubada da caatinga para consumo de lenha.

Tabela 4 – Índices: umidade, aridez e hídrico quinquenal no Povoado Ribeira de cabaceira

Período Quinquenal	Índice de umidade	Índices de Aridez	Índices hídrico
2010-2014	74,02	0,74	-0,44
2015-2019	81,18	0,81	-0,49
2020-2023	64,85	0,65	-0,39

Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

Os períodos quinquenais estudados registram deficiências hídricas acentuadas ocasionadas pela má distribuição pluvial.

Os excedentes hídricos foram registrados nos três períodos quinquenais.

A evaporação foi igualada aos índices pluviais, ou seja, tudo que choveu evaporou. E as variabilidades evapotranspirativos superaram os valores pluviais nos períodos em estudo.

Recomenda-se novos estudos com dados em pontos de grade para se verificar melhores ou piores oscilações dos elementos estudados.

As informações do balanço hídrico e suas análises dos elementos meteorológicos como temperatura, precipitação, evapotranspiração real e potencial, índice de aridez e umidade constitui-se uma ferramenta indispensável nos estudos de disponibilidade hídrica, excesso e deficiências hídricas, irrigação, armazenamento de água.

As variações espaciais do excesso hídrico nos períodos foram insignificantes ou não ocorreram, fato que não contribuíram para a reposição de água no solo e necessitou-se do uso da irrigação para complementação da capacidade de campo.

Estudos envolvendo os índices climáticos e suas variabilidades devem ser realizados visando o monitoramento, armazenamento e suas impermeabilidade no solo, como subsidio para a agricultura de sequeiro e familiares, além do bem-estar humano, animal e vegetal.

## REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2024.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. SPAROVEK, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* v.22, p.711–728.
- AQUINO, C. M. S. Estudo da degradação/desertificação no Núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí. 2010. 238 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-reitora de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010.
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; ROLIM NETO, F.C.; (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* ISSN 2675-6218.
- BESERRA, E.A. Projeções de Aridez no Nordeste do Brasil para o Século XXI em um Cenário de Aquecimento Global. 93f. Dissertação Mestrado (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). São José dos Campos-SP. 2011
- BRITO, J.H.N.; FEITOZA, D.M.A.; NASCIMENTO, N.S. Eventos extremos de precipitação no juazeiro do Norte. In: 2 Workshop Internacional L.2. 2015, Município de Barbalha – CE. Resumo de Congresso. Município de Barbalha – CE: Centec, 2015. p. 1 - 8.
- CAETANO, A. L., BARBOSA, F. S. (2019). Probabilidade de ocorrência de chuvas extremas para a região de Inconfidentes –MG. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25(1),537-548.
- Cassettari, G.A.; Queiroz, T.M. (2020). Balanço hídrico e classificação climática na bacia do rio Jauguara, região de transição entre a Amazônia e o Cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, 16(1), 70-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.59513>
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS –CGEE. Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília, DF: 2016. 252p.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras - MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- FENNER, W.; MOREIRA, P.S.P.; FERREIRA, F.S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T.M.; BENTO, T.S. (2014). Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. *Acta Iguazu*, 3(1), 72-85. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguazu.v3i1.9649>
- FERREIRA, Y.B. Uso do balanço hídrico climatológico como ferramenta de gestão dos recursos hídricos em Canindé -CE/ Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geografia, Fortaleza, 2018. Orientação: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales.
- FRANÇA, M. V.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, W. R.; HOLANDA, R. M. Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, 2020. eXX, (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409.
- GIMÉNEZ, L. *et al.* Predicting Maize Transpiration, Water Use and Productivity for Developing Improved Supplemental Irrigation Schedules in Western Uruguay to Cope with Climate Variability, *Water*, Suíça, v. 8, p. 309, 2016.
- HOLANDA, R.M.; MEDEIROS, R.M. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Pantaneira*, V. 16. Pag. 57 - 68, UFMS, Aquidauana-MS, 2019.
- LAZINSKI, L. R. Variabilidade da utilização do modelo Soygro para a região de Londrina, PR. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP, Piracicaba, 1993.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.

- KÖPPEN, W, GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- MARTINS, M.A.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D.A.; ALVALÁ, R.C.S.; GIAROLLA, A, GAROFOLO, L.L.; SIQUEIRA JÚNIOR, J.L.; PAOLICCHI, L. T.L.C.; PINTO, G.L.N. (2018). Improving drought management in the Brazilian semiarid through crop forecasting. *Agricultural Systems*, v. 160, p. 21-30
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; BORGES, V.E.; SOBRINHO, T.G.; DANTAS NETO, J.; SABOYA, L.M.F. (2018). Potencial agroclimático para a cultura da mangueira no município de Barbalha - CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* [online] 12. 10.7127/RBAI.V12N100732.
- MEDEIROS, R.M.; FRANÇA, M.V.; SABOYA, L.M.F.; HOLANDA, R.M., WAGNER R.B.; SALATIEL E. Balanço hídrico e seus comparativos com 1996-2005, 2006-2015 em relação a 2015 no município de São Bento do Una - PE. *E-Acadêmica*. v.3, p.e7532226, 2022.
- MEDEIROS, R. M.; SOUSA, E. P.; GOMES FILHO, M. F. Ocorrência de eventos extremos de precipitação em Campina Grande – Paraíba, Brasil. III International Congress, Ibero-American Symposium and VIII National Meeting of Risks. MULTIDIMENSION AND TERRITORIES OF RISK 5, 6 and 7 of November 2014. Department of Geography, University of Minho, Guimarães, Portugal.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília: MMA, 2007.
- PIMENTEL, C. (2004). *A relação da planta com a água*. Seropédica: Edur. Disponível em: <[http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo\\_thumb/mini/ A Relação da Planta com a Água by Carlos Pimentel. 2004.pdf](http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/mini/A_Relacao_da_Planta_com_a_Agua_by_Carlos_Pimentel_2004.pdf)>.
- SALATI, E.; SANTOS, Á. A.; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes, Scielo- ESTUDOS AVANÇADOS 20 (56), p. 107 – 127, 2006.
- SABOYA, L. M. F., MEDEIROS, R. M., HOLANDA, R. M., FRANÇA, M. V., ARAÚJO, W. R., CUNHA FILHO, M. (2022). Probabilidade de chuvas em Bom Jesus Piauí, Brasil. *Research, Society and Development*, 11(3), e32411326609.
- SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. (2010). Balanço Hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 4, n. 3, p. 142–149.
- SANTOS, J. S. dos.; LIMA, E. R. V. de L. Análise do processo de desertificação no município de Picuí -PB através de indicadores socioambientais. In: *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 10, 2004.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology -Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).
- THORNTHWAITE. C.W. *Atlas of climatic types in the United States 1900 –1939*. USD, 1941.UNCCD. Ficha Informativa, 12. 2020.
- VILLA, B. de; PETRY, M. T.; MARTINS, J. D.; TONETTO, F.; TOKURA, L. K.; MOURA, M. B. de; SILVA, C. M. da; GONÇALVES, A. F.; CERVEIRA, M. P.; SLIM, J. E.; SANTOS, M. S. dos; JIMENEZ, D. H. Balanço hídrico climatológico: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n.6, p. 1-9, 2022.

## Capítulo 7

### ANOMALIAS PLUVIAIS DO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL ENTRE 2010 – 2023

Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda

#### RESUMO

O objetivo é investigar e identificar as flutuações pluviiais anomalias anuais e mensais caracterizando sua climatologia entre 2010 – 2023 para o povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. A anomalia pluvial mensal e anual são caracterizadas pela diferença entre o total mensal e/ou anual e pela diferença das suas respectivas médias. O controle ou as variações nas distribuições pluviiais locais são evidencias nos gráficos, destacando-se as anomalias. A concentração pluvial é ocasionada pelos fatores favoráveis aos desenvolvimentos e as evoluções com contribuições do relevo, falta de vegetação nativa, incidências de altas queimadas. Em contrapartida, os acumulados pluviiais moderados a forte são ocasionados pelas contribuições dos fatores atmosféricos da área do atlântico tropical e os não bloqueios nos sistemas locais, regionais e as influencias dos acontecimentos de larga e microescala nos índices pluviiais sendo os principais elementos climáticos e/ou ambiental na região que contribui para a ocorrência de episódios extremos de chuvas. Para tanto é necessário avaliar outros fenômenos climáticos e o perfil ambiental dessa região para melhor justificar a variabilidade anômalas pluviométrica.

**Palavras-Chaves:** Região semiárida, seca, variabilidades climáticas, chuva.

#### ABSTRACT

The objective is to investigate and identify rainfall fluctuations, annual and monthly anomalies characterizing its climatology between 2010 – 2023 for the town of Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. The monthly and annual rainfall anomaly are characterized by the difference between the monthly and/or annual total and the difference in their respective averages. The control or variations in local rainfall distributions are evident in the graphs, highlighting anomalies. The concentration of rainfall is caused by factors favorable to developments and evolutions with contributions from the relief, lack of native vegetation, incidences of high fires. On the other hand, moderate to heavy rainfall accumulations are caused by the contributions of atmospheric factors in the tropical Atlantic area and the lack of blockages in local and regional systems and the influences of large and microscale events on rainfall indices, being the main climatic and/or environment in the region that contributes to the occurrence of extreme rainfall episodes. To this end, it is necessary to evaluate other climatic phenomena and the environmental profile of this region to better justify the anomalous rainfall variability.

**Keywords:** Semiarid region, dry, climatic variability, rain.

#### INTRODUÇÃO

A climatologia tem várias formas de ser acompanhar as variações atmosferas entre as quais pode-se citar: satélites, estações meteorológicas, radar, modelo entre outros técnicas e equipamentos, os quais auxiliam na compreensão das características climáticas da Terra. O desenvolvimento de novas tecnologias promoveu mudanças em diversas áreas e setores da

sociedade, principalmente no acesso tecnológico a informação e comunicação, facilitando sobre tudo a difusão de dados meteorológicos, climatológicos e agro climatológicos. Essa disponibilidade de dados meteorológicos e climáticos, aproximadamente em tempo real, consente revisitar afazeres a redação com novas abordagens na busca de melhorar e enriquecer as ajudas a população rural e urbana, comercio, indústria, geração de energia, Recursos hídricos, agropecuária, pesca, navegação adentre tantas áreas que utilizam as informações.

O clima e suas variações temporais exercem grandes influencias sobre a sociedade e a natureza, podendo ser positiva ou negativa. Sendo o ser humano e a sociedade vulnerável as variações climáticas, as atividades do homem são essencialmente voltadas para a agropecuária e o armazenamento de água e sua distribuição para a sobrevivência. A pergunta que fica atualmente é se o clima global é vulnerável ao homem.

Os acontecimentos das oscilações pluviais na Região Nordeste do Brasil (NEB), notadamente os episódios de seca, pela vista climatológica, admite uma perspectiva socioeconômica, com decorrências que afetarão o abastecimento populacional, agricultura, agronegócio, transporte, pecuária e ocasiona aumento ao desemprego (Marengo et al., 2016; Marengo et al., 2011). De tal modo, o assunto água deve ser ajustada ao se levar em consideração a relação entre os recursos hídricos com as características ambientais, sociais e culturais locais, visando, conservação e qualidade de vida assim como o desenvolvimento socioeconômico (Rebouças 1997).

Silva et al. (2016) ponderaram a flutuação pluvial em Alagoa Nova (PB), para os episódios dos El Niño, compreendendo o período 1976-2010. As flutuações inter anos dos El Niño se caracterizam nas categorias muito seco e normal. Em junho (1980) registrou-se redução de 67,6%. No ano de 1993 as chuvas foram classificadas como normal. Entre abril a agosto (1998) registra-se reduções pluviais de 32,9% a 81% respectivamente, maio e julho (2010) ocorreram exceções pluviais.

Lacerda (2015) mostrou que os fatores climáticos podem vim a contribuir e explicar a elevada variabilidade das chuvas no NEB, dentre eles a variabilidade térmica da Superfície do Mar nos Oceanos Pacífico Tropical e Atlântico os quais são importantes para incidência pluvial.

Santos (2020) mostrou que estudos climáticos urbanos devem serem realizados primordialmente com à finalidade de constatar como o campo térmico e de umidade vem afetando às mudanças causada pelos intensos processos do crescimento urbano desordenado, visando alertar a população dos eventos críticos de calor e umidade, ou como instrumento para o planejamento e projetos de cidade apontando garantia a qualidade ambiental e o bem-estar populacional.

Segundo Souza et al. (2012), as oscilações climáticas exercem uma influência significativa sobre as atividades humanas, pois podem oscilar quanto à temperatura, precipitação e frequência de episódios extremos, como secas e chuvas intensas, resultando em impactos na agricultura, nos recursos hídricos, na saúde e no meio ambiente, em escala regional ou local.

A precipitação e a temperatura são variáveis climáticas fundamentais para compreensão da dinâmica do meio físico dentro do ciclo hidrológico. A partir do entendimento de seu comportamento sazonal e suas tendências pode-se ter uma estratégia para o planejamento do meio ambiente, energia e agricultura. Alterações nessas variáveis são consideradas como ameaças significativas à sobrevivência de vários ecossistemas, as quais já estão sendo detectadas. Mudanças na temperatura e precipitação terão consequências drásticas nos recursos hídricos, afetando o consumo de água doce, geração de energia e agricultura (Silva, 2005).

Para (Seneviratne et al., 2021) os acontecimentos de eventos extremos vêm alargando-se nas últimas décadas, estando interligados aos efeitos das mudanças climáticas ocasionadas às ampliações nas emissões e concentrações de gases de efeito estufa de origem antropogênica, para Ambrizzi (2014) mostram que em muitos locais esse padrão foi identificado do planeta, notadamente nas regiões tropicais e, especificamente, no Brasil.

O objetivo do presente trabalho é investigar e identificar as flutuações pluviiais anomalias mensais e anuais caracterizando sua climatologia entre 2010 – 2023 para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira localiza-se na Microrregião do Cariri Oriental (Figura 1) e na Mesorregião da Borborema, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2024). Situado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESAs 2024) (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos ano (MEDEIROS 2024). Segundo a classificação climática de Köppen (1928) e Köppen et al, (1931) o clima “BSH”, o estudo Alvares et al, (2014), na classificação de Thornthwaite (1953) foram realizados quatro tipos de clima conforme o período. Para o período chuvoso o clima é do tipo  $C_2c'1a'$ ; no período normal o clima é  $C_1A'S_2a'$ , o tipo de clima  $C_2B'2a'$  e o do período de chuva regular e para o período seco o clima é  $C_2E'Ra'$  corroboram com os resultados discutidos.

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoads, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESAs 2024).

A determinação da anomalia pluviial mensal e anual foram caracterizadas pela diferença entre o total mensal e/ou anual das diferenças de suas médias. Esclarecemos que quando esta diferença é positiva as chuvas superaram as médias e quando negativas as chuvas foram inferiores a respectiva média. (Medeiros 2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação espacial pluvial é condicionada por diversas influências de múltiplos fatores, tais como, a relação constituída entre os sistemas atmosféricos produtores de tempo e os fatores climáticos com: latitude, altitude, relevo, maritimidade/continentalidade, correntes marítimas, vegetação, posicionamento dos centros de pressões, aquecimento do Pacífico.

Silva et al (2016) mostraram que ao passar do tempo são observadas variabilidades climáticas, as quais podem causar alterações contínuas ou mesmo ciclos dos elementos climatológicos, a exemplo da temperatura e precipitação. Para tanto tem-se que se monitorar os referidos elementos visando melhorias de vidas e agrícolas.

Observando-se a Figura 2 das anomalias pluviais de janeiro do período em estudo registra-se oscilações de anomalias fluindo de 60 mm (2012) a -35 mm (2014), estas fluuabilidades foram ocasionadas pela má distribuição pluvial onde os sistemas de meso e larga escala sofreram bloqueios atmosféricos e não se registrou desempenhos dos sistemas regionais e locais. Tais variabilidade corrobora com os resultados do estudo de Marengo et al (2022); Silva et al. (2016).

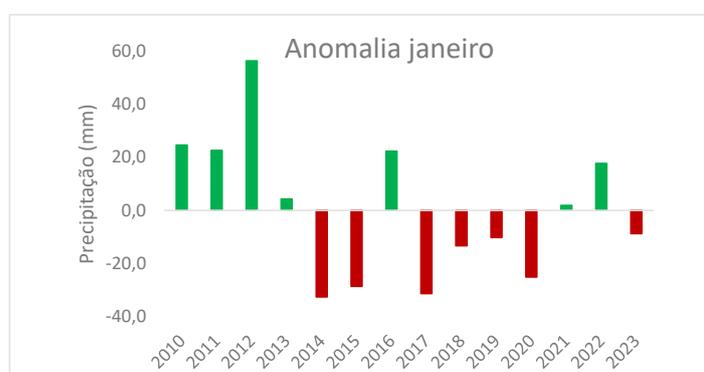


Figura 2. Anomalia pluvial do mês de janeiro do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Fevereiro (Figura 3) registrou oscilações anômalas pluviais positivas em cinco anos, escoando de 0,5 mm (2021) a 85 mm (2015). Nas anomalias negativas sua predominancia foi de oito anos com flutuações de 10 mm (2019) a 22,2 mm (2017).

Os sistemas provocadores de chuvas sofreram bloqueios atmosféricos reduzindo as cotas pluviais e os dias de ocorrências de chuva, os sistemas local e regional não contribuíram nas ocorrências das chuvas devidos as não atividades dos sistemas de meso e microescala sofrendo bloqueios. Estas oscilações corroborar com os resultados de Medeiros et al. (2024); Marengo et al. (2022).

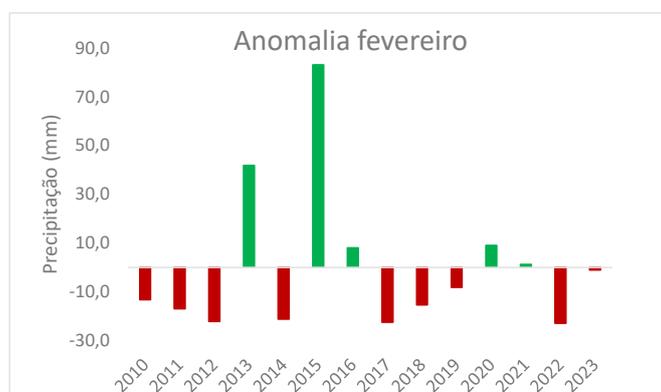


Figura 3. Anomalia pluvial de fevereiro do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com oito anos de anomalias negativas escoando de 4 mm (2019) a 58,6 mm (2015) e seis anos de anomalias positivas fluindo de 0,5 mm (2021) a 165 mm (2020) (Figura 4). Destaca-se as irregularidades nas anomalias pluviiais ocasionadas pelos sistemas de bloqueios atmosféricos, a não atividades dos sistemas regionais e locais no transporte de umidade e vapor conforme afirmam Marengo et al. (2022); Silva et al. (2016).



Figura 4. Anomalia pluvial de março do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Mendonça (2007) esclareceu que o sistema climático é formado por um conjunto de elementos altamente dinâmicos que interagem com os fatores climáticos, existindo assim uma permanente troca de energia e interdependência.

A permanente troca de energia e interdependência dos sistemas provocadores de chuvas ocasionou na área de estudos anomalias pluviiais positivas (sete anos) e negativas (sete anos) de magnitudes e intensidades diferenciadas (Figura 5), com oscilações de 0,5 mm (2017) e -1 mm (2015) a -57,8 mm (2013), conforme Mendonça estes resultados tem similaridade.

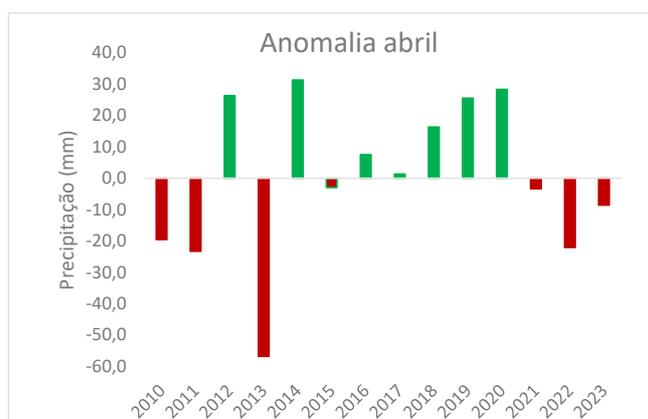


Figura 5. Anomalia pluvial de abril do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para Marengo et al. (2022) as ocorrências das mudanças climáticas no Brasil, podem ocasionar impactos significativos no setor da agricultura, ampliando a ocorrência de secas que venham a afetar a produção das lavouras e a segurança alimentar.

Souza (2008) salienta que o desmatamento em excesso altera a capacidade natural dos solos em absorver a água, criando condições desfavoráveis à sua recolonização por parte de algumas espécies da caatinga, especificamente aquelas mais exigentes em recursos hídricos.

Devido a predominância das arborizações de algarobas em 80% o solo está perdendo a capacidade de absorver água e tem-se escoamento superficial com maior intensidade ocasionando impacto significativos em diversas áreas do povoado, além disto as chuvas predominantes no mês de maio (Figura 6) foram de intensidades forte a intensa em curto intervalo de tempo, mesmo assim as referidas chuvas predominaram com a predominância de anomalias negativas.

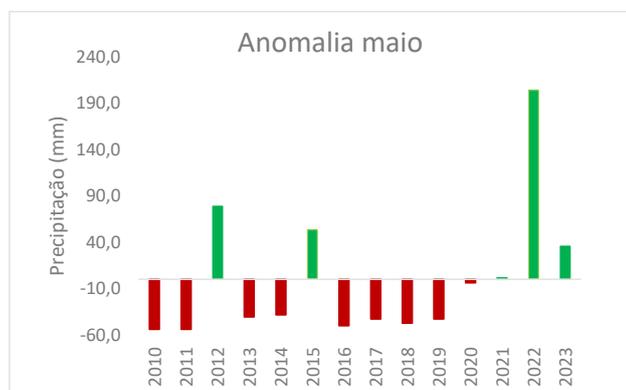


Figura 6. Anomalia pluvial de maio do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 7 tem-se as variabilidades das anomalias pluviiais do mês de junho do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Destacam-se que as predominâncias das anomalias negativas ocorreram em dez anos ocasionadas pela falta da troca de energia e interdependência dos sistemas provocadores de chuvas, resultados similares podem ser vistos no estudo de Marengo et al. (2022).



Figura 7. Anomalia pluviométrica de junho do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para Vilar et al. (2020) os monitoramentos de episódios climáticos são de suma importância para o represamento e abastecimento d'água, geração de energia elétrica, atividades agrícolas, pecuária e pesqueiras os quais auxiliam estudos de certa região, permitindo investigar os impactos que as alterações climáticas vem provocando assim como as suas possíveis causas. A realização do monitoramento pluviométrico cuidadoso de secas extremas em uma região específica é imprescindível, haja vista a necessidade de se tornar viável a adaptação do ser humano em todos os aspectos necessários à sua existência.

As irregularidades nas anomalias pluviométricas do mês de julho (Figura 8) foram ocasionadas pelas chuvas extremas de magnitudes e intensidades moderadas que ocasionaram anomalias positivas oscilando de 0,3 mm (2015) a 57,5 mm (2022), já as anomalias negativas fluíram de 9,9 mm (2023) a 35 mm (2018), estas anomalias negativas foram ocorridas pelos sistemas de bloqueios atmosféricos em conjunto com a má distribuição pluviométrica e a não contribuições dos sistemas regionais e locais. O estudo de Marengo et al (2022); IPCC (2022) corroboram com as afirmações em discussões.

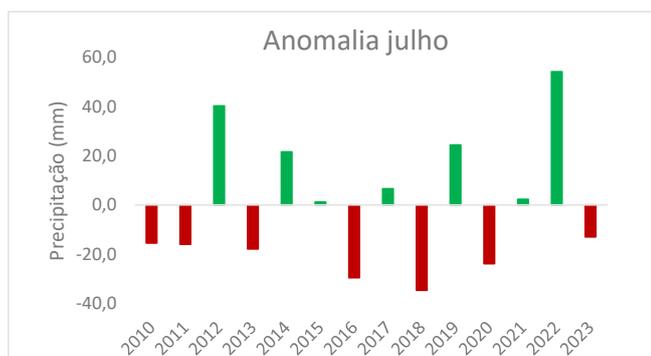


Figura 8. Anomalia pluviométrica de julho do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

O monitoramento dos índices climáticos e dos padrões espaciais de circulação atmosférica pode auxiliar na previsão de extremos chuvosos em diversas áreas do Globo, bem como na prevenção dos impactos associados aos desastres naturais hidrológicos. Projeções futuras mostram um aumento do risco de inundações e enchentes urbanas, causadas pelas mudanças no ciclo hidrológico, justamente em áreas com vulnerabilidade prévia a este tipo de desastre (IPCC, 2021; IPCC, 2022b).

A distribuição das anomalias pluviométricas do mês de agosto (Figura 9) registrou cinco anos de anomalias positivas com oscilações fluindo de 10 mm (2014) a 30 mm nos anos de 2012 e 2022, nestes anos isolados as distribuições pluviométricas foram auxiliadas pelos sistemas de meso e

microescala e as contribuições regionais e locais contribuíram para o transporte do vapor e umidade.

As anomalias negativas foram registradas em nove anos com flutuações de 0,5 mm (2021) a 19 mm (2013) estas flutuações foram ocasionadas pelo sistema de bloqueios atmosféricos a má distribuição pluvial provocada pela não ativações dos sistemas de meso e microescala, assim como, a falta de auxílio dos efeitos locais o que vem a corroborar com os estudos de Medeiros et al. (2024); Marengo et al. (2022).



Figura 9. Anomalia pluvial de agosto do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Eventos extremos de tempo e clima são eventos naturais excepcionais em um local e época do ano específicos, os quais geralmente causam prejuízos às atividades econômicas, ambientais ou humanas. Estatisticamente, estes eventos são definidos como a ocorrência de um valor de uma variável meteorológica acima ou abaixo de um valor limite próximo às extremidades superiores e/ou inferiores do intervalo de valores observados da variável (IPCC 2022a).

Com anomalias positivas e negativas totalizando sete anos cada, destaca-se os anos de 2014 a 2017 com predominância positivas de anomalias oscilando entre 2 mm a 2,5 mm e o ano de 2020 com 6,1 mm, já anomalias negativas registrou irregularidade e distribuições parcial de magnitudes variadas, decorrentes de chuvas ocasionais e de magnitude fraca (Figura 10). O estudo de Marengo et al (2022); IPCC (2022) corroboram com as afirmações em discussões

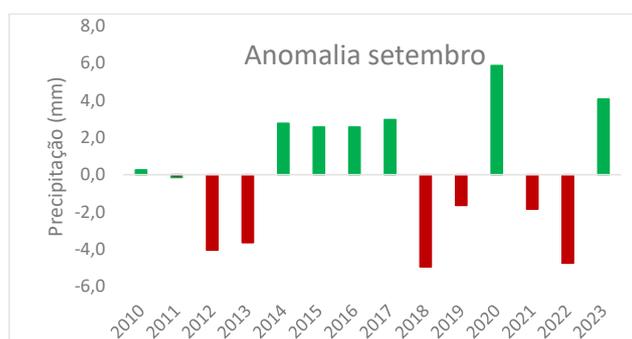


Figura 10. Anomalia pluvial de setembro do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A FAO (2021) afirma que o crescimento rápido dos municípios está ocasionando impacto expressivo sobre a terra e os recursos hídricos, envolvendo terras agrícolas produtivas. Segundo ainda a FAO a agricultura de sequeiro produz 60% dos alimentos do mundo, ocupando 80% das terras cultivadas. Já a irrigada produz 40% em 20% da terra. Ocasionalmente grandes impactos

erosivos, e arrastam de 20 e 37 bilhões de toneladas da camada férteis da terra. Reduzindo o produto das lavouras e a capacidade de armazenamento e do ciclo de carbono, nutrientes e água. As perdas anuais observadas na produção de cereais ocasionado pela erosão é de 7,6 milhões de toneladas.

Outubro (Figura 11) observam-se que as intensidades das chuvas não foram necessarias e suficientes para ocasionar chuvas acima da média em 2012 a 2023 e no caso dos anos 2010 e 2011 que choveu acima da média. Estas variabilidades foram ocasionadas pelos bloqueios atmosféricos, falta de troca de energia entre os sistemas provocadores de chuvas, este mês foi caracterizado como mês seco

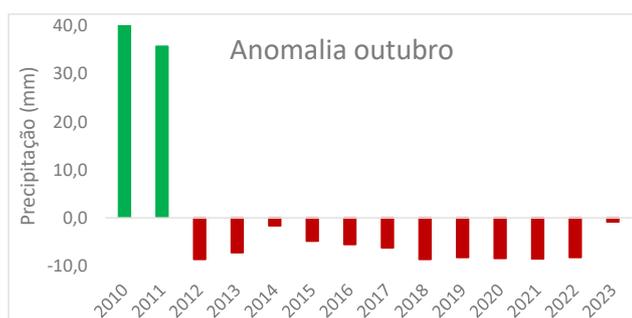


Figura 11. Anomalia pluvial do mês de outubro do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

O mês de novembro registrou dez anos de anomalias negativas fluindo de 0,2 mm (2015; 2023) a 8,8 mm para os demais meses (Figura 12), caracterizado como anos secos, devidos a ausências dos fatores provocadores de chuvas auxiliados pelos bloqueios atmosféricos, assim como, a não contribuição dos sistemas de meso e microescala e dos efeitos locais e regionais.

Registrou-se quatros anos de anomalias positivas fluindo de 5,5 mm (2012) a 27,9 mm (2014), estas anomalias foram ocasionadas por sistemas convectivos descendentes que causou chuvas acima da normalidade em curto intervalo de tempo e com alta magnitudes. Os estudos de Villar et al. (2020); Marengo et al. (2022) e Medeiros et al. (2024); corroboram.

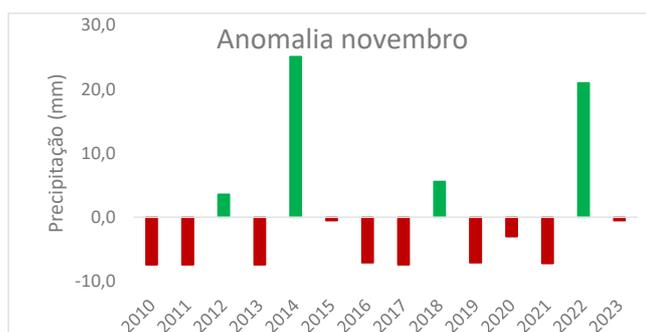


Figura 12. Anomalia pluvial do mês de novembro do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As anomalias positivas totalizaram sete anos com oscilações de 7,2 mm (2023) a 60 mm (2015), nas anomalias negativas tem-se sete anos com flutuações anômalas fluindo de 8,5 mm (2016) a 20 mm (2012, 2013 e 2019) (Figura 13). As irregularidades nos sistemas provocadores de chuvas local e regional e as más formações das atividades dos sistemas de meso e microescala não contribuíram para a elevação dos índices pluviais no mês de dezembro, estas variabilidades

foram consideradas ou classificadas como chuvas isoladas e de magnitudes variáveis. Conforme explicam os estudos de Medeiros et al. (2024); Marengo et al. (2022)



Figura 13. Anomalia pluvial do mês de dezembro do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Medeiros et al. (2022a) caracterizaram e analisaram a anomalia pluvial entre Alagoa Nova e Lagoa Seca (PB) tentando entender as variações anômalas climática, como sendo a provável influência e ocorrência dos episódios El Niño e La Niña, nos setores das citriculturas e hortifrútiis. O que pode ter contribuído também para as variabilidades das anomalias estudadas.

Destaca-se os anos de menores anomalias anuais 2011 positivas e 2021 negativa, suas flutuações oscilaram de 400 mm (2022) a 187,2 mm (2017), estas variabilidades foram decorrentes dos sistemas atmosféricos regional e local acoplado aos sistemas pluviais com má distribuição conforme demonstrados na figura 14. Estas oscilações vêm a corroborar com os estudos de Marengo et al. (2022); Medeiros et al. (2024).



Figura 14. Anomalia pluvial anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

## CONCLUSÃO

As contribuições dos elementos locais nas distribuições pluviais tornam-se evidente nos gráficos, anexos pelas anomalias. As centralizações pluviais recebem contribuições favoráveis, do relevo, vegetação nativa, e das não incidências das queimadas. Em contrapartida, os acumulados mais baixos foram ocasionados pelo resfriamento da bacia do atlântico tropical e os bloqueios nos sistemas locais e regionais.

Os fenômenos de larga escala não influenciaram em escalas menores ou maiores nos seus índices pluviais locais, e que não são o principal elemento climático e/ou ambiental na região que contribui para a ocorrência de eventos extremos pluviais. Para tanto é necessário avaliar outros fenômenos climáticos e o perfil ambiental dessa região para melhor justificar a variabilidade anômala pluviométrica.

A anomalia é ferramenta utilizada para o acompanhamento pluvial. Salienta-se a necessidade de outros estudos sobre as particularidades climáticas da região, visando auxiliar na implementação de medidas de convivência que atendam as especificidades do local e que sejam condizentes com a sua realidade climática e socioambiental.

## REFERÊNCIAS

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2024.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Viena -AT, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014
- AMBRIZZI, T. Variabilidade e mudança no clima: passado, presente e futuro. In: CORTESE, T. T. P.; NATALINI, G. (org.). *Mudanças climáticas: do global ao local*. Barueri: Manole, 2014. p. 1-38.
- IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PÖRTNER, H.-O. *et al.* (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 3056 p., 2022b.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2391 p., 2021.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P .388.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x200cm.
- MARENGO, J.A.; GALDOS, M.V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A.P.; MARIN, F.R.; VIANNA, M. DOS S.; ALVALA, R.C.S.; ALVES, L.M.; MORAES, O.L.; BENDER, F. (2022). Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. *Climate Resilience and Sustainability*, McLeod, A. (2022). \_Kendall: Kendall Rank Correlation and Mann-Kendall Trend Test . R package version 2.2.1,
- MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P.M.A.; ALVES, L.M. (2016). A Seca de 2012-15 no Semiárido do Nordeste do Brasil no Contexto Histórico. *Revista Climanalise*, v. 04, p. 49-54-54.
- MARENGO, J.A. et al. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v. 1, Campina Grande, PB: INSA, p. 383- 416.
- MEDEIROS, R.M. *Estudo agrometeorológicos para o Estado da Paraíba*. P150, 2022.
- MEDEIROS, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; YOLANDA, R.M.; CUNHA FILHO, M.; ARAÚJO, W. R. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 3, e32311326608, 2022
- SANTOS, J.G.R. Variação higratérmico urbana de Goiânia/GO em um mês de calor intenso. *Revista Brasileira de Climatologia*. Ano 16 –Vol. 27– jul / dez 2020.
- MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I.M.D. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2007.
- MOTTA, P.C.; FERREIRA, P.S.F.; SOUZA, W.H.S.; ARAÚJO, B.M.; SANTOS, A.S.P.; OHNUMA JÚNIOR, A.A. (2023). Aproveitamento de Águas Pluviais em Sistemas de Refrigeração do Centro Cultural Justiça Federal do Rio de Janeiro. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(8), p. 1-20.
- SENEVIRATNE, S.I. et al. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. MASSON-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, p. 1513-1766, 2021.
- SILVA, S.N.; LOPES, F.G.; ANDRADE, F.E.; FERREIRA, C.B.; DANTAS, M.C.A.M.; SIQUEIRA, E.C. (2016). Efeitos da escassez hídrica na economia do perímetro irrigado de São Gonçalo, Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*,

SILVA, J.B.; LLOPART, M.P.; BOIASKI, N. (2005). Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - Tabelas de probabilidades em escalas de tempo pentadal. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(2), 267-276.

SOUZA, W.M.; AZEVEDO, P.V. (2012). Índice de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2, p.320- 331.

SOUZA, B.I. Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFRGS), Porto Alegre. 2008.

VILAR, R.A.; CORREIA, M.F.; NOBREGA, R.S.; ARAGÃO, M.R.S.; BARBIERI, L.F.P.; FILHO, M.G.M. Avaliação dos impactos de secas severas no nordeste brasileiro na geração de energia elétrica através do modelo Newave: Projeção de energias afluentes e armazenadas. *Revista brasileira de meteorologia*, 35, 89-98, 2020.

## Capítulo 8

### RIBEIRA DE CABACEIRAS /PARAÍBA, BRASIL E SUAS OSCILAÇÕES NO BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL

Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda

#### RESUMO

O balanço hídrico sequencial é um identificador climatológico de mais perfeita confiabilidade quando comparado ao balanço hídrico normal, podendo decidir períodos acentuados de deficiência hídrica. O objetivo é realizar o balanço hídrico sequencial (BHS) ter em vista as flutuações climáticas e determinar e disponibilizar os subsídios para preparações de projeto ao turismo rural e urbano, fortalecendo a agropecuária, a caprinocultura e motivando elementos a sustentabilidade agrícola familiar para o povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba incluso 2010-2023. Utilizando-se dados climatológicas térmicos e pluviiais. A técnica do BHS foi utilizada para cogitar o balanço global d'água, pela contabilização da pluviometria e da ação evapotranspirativas, considerando um nível de armazenamento de campo. Os dados pluviiais e térmicos foram interpolados e estimados para a área estudada entre 2010-2023. O BHS provê conhecimentos detalhados dos elementos climáticos do período estudado gerando informações extraordinárias aos tomadores de decisões governamentais e aos elaboradores de projetos pecuários, agrícolas, agronegócios, aos hortifrutigranjeiros entre visando um desenvolvimento sustentável das produções na área estudada. O balanço hídrico sequencial muniu contribuições para a análise de valores extremos dos elementos estudadas para o período de 1981 a 2019. Os valores da evapotranspiração mensais para o município em estudo apresentam vinculação das coordenadas geográfica, principalmente, da orografia. Os elementos meteorológicos: radiação, cobertura de nuvens, temperatura, velocidade do vento e pressão de saturação do vapor durante os meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro aumenta o poder evaporativo os quais atingem valores extremos.

**Palavras-chave:** Poder evaporativo, flutuações pluviiais e térmicas, excedentes, deficiências hídricas.

#### RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRAZIL AND ITS OSCILLATIONS IN THE SEQUENTIAL WATER BALANCE

#### ABSTRACT

The sequential water balance is a climatological identifier with greater reliability when compared to the normal water balance, being able to determine severe periods of water deficiency. The objective is to carry out the sequential water balance (BHS) taking into account climate fluctuations and determine and make available subsidies for project preparations for rural and urban tourism, strengthening agriculture, goat farming and motivating elements of family agricultural sustainability for the Ribeira village of Cabaceiras – Paraíba including 2010-2023. Using thermal and rainfall climatological data. The BHS technique was used to consider the global water balance, by accounting for rainfall and evapotranspiration action, considering a field storage level. Rainfall and thermal data were interpolated and estimated for the studied area between 2010-2023. The BHS provides detailed knowledge of the climatic elements of the period studied, generating extraordinary information for government decision-makers and developers of livestock, agricultural, agribusiness and fruit and vegetable projects, among others, aiming at the sustainable development of production in the studied area. The sequential water balance provided contributions to the analysis of extreme values of the elements studied for the period from 1981 to 2019. The monthly evapotranspiration values for the municipality under study are

linked to geographic coordinates, mainly orography. Meteorological elements: radiation, cloud cover, temperature, wind speed and vapor saturation pressure during the months of August, September, October, November and December increase evaporative power, which reaches extreme values.

**Keywords:** Evaporative power; rainfall and thermal fluctuations; water surpluses and deficiencies.

## INTRODUÇÃO

O BHS é um dos indicadores climatológicos de mais perfeita confiabilidade quando confrontado ao cálculo do balanço hídrico normal climatológico, podendo determinar períodos de déficit hídricos, com o intuito de amenizar os efeitos do déficit d'água no solo, (SOUZA et al., 2014) relataram a necessidade de um plano integrado dos recursos hídricos, o qual será implantado sistemas de irrigação dimensionados conforme a maior demanda ou déficit hídrico da área em estudo (Souza et al., 2017).

França et al. (2019) analisaram a técnica do balanço hídrico segundo a metodologia de Thornthwaite entre 2000-2016 e seu comparativo com o ano de 2016 visando averiguar a déficit hídrico e o armazenamento d'água em município de Serra Talhada/PE. Os dados demonstram mudanças bruscas que podem vim a ocorrerem e os habitantes deverão mudar de táticas no futuro em relação aos plantios, armazenamento d'água e condições de sobrevivência. Os autores, mostraram que tendência de aumento térmico nos índices evaporativos poderão ocasionar eventos extremos pluviais com curto intervalo de tempo, de alta magnitude e intensidade.

Medeiros et al. (2020) realizou o cálculo do balanço hídrico sequencial, constatando oscilações dos elementos climáticas e determinando e disponibilizando contribuições para elaborações de planejamento rural, urbano e agropecuário. Os dados pluviais mensais foram trabalhados em software eletrônicas, para extrair os valores das médias mensais e anuais pluviais do período de 1981 a 2019 já os dados térmicos foram estimados pelo software estima-T para o mesmo intervalo de tempo. O BHS provê conhecimentos detalhados dos elementos climáticos do período estudado gerando informações extraordinárias aos tomadores de decisões governamentais e aos elaboradores de projetos pecuários, agrícolas, agronegócios, aos hortifrutigranjeiros visando um desenvolvimento sustentável das produções na área estudada. Os valores da evapotranspiração mensais para o município em estudo apresentam vinculação das coordenadas geográfica, principalmente, da orografia.

França et al. (2021) estimaram o BHS para Bom Jesus Piauí, visando gerar e disponibilizar subsídios para novos projetos e planejamento agrícola regional. Estimaram o BHS gerando os gráficos de precipitação, evapotranspiração, evaporação, temperatura, deficiência e excedente hídrico. Detectaram que no setor agrícola ocorrem riscos de maiores estresses com a ampliação da evapotranspiração e da evaporação. Não está descartada a recorrência do uso de água irrigada. O balanço hídrico sequencial fornece informações detalhadas sobre o comportamento da temperatura, precipitação, evapotranspiração, evaporação, deficiências e excedentes hídricos ao longo dos meses e anos. Esses resultados podem ser utilizados para o planejamento e elaboração de atividades agrícolas, fornecendo subsídios aos produtores regionais e aos tomadores de decisão governamentais.

O objetivo é realizar o balanço hídrico sequencial com o intuito de detectar as oscilações dos climáticos e determinar e disponibilizar as contribuições para preparações de projetos ao turismo rural e urbano, fortalecendo a agropecuária, a caprinocultura e a agricultura familiar para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba incluso o período de 2010-2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira está localizado na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema (Figura 1), o povoado limita-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2023). Posicionado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESA 2024).

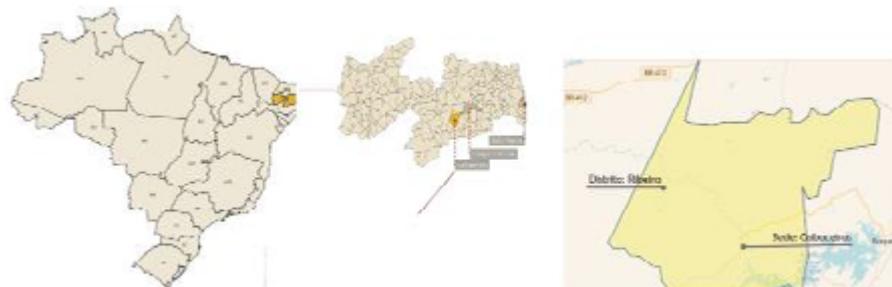


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano (Medeiros 2024).

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodois, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESA 2024).

Utilizaram-se dados mensais pluviais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos. Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo software estima – T disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) entre o período de 2010-2023.

Para o cálculo do balanço hídrico sequencial (BHS) interanual utilizou-se do método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al. (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BHC.

Os dados da temperatura média do ar para a área estudada foram estimados pelo software “Estima – T” (Cavalcanti et al., 2006; Cavalcanti et al., 1994). O “Estima – T” também é aplicado para fazer estimativas de temperaturas do ar na Região do Nordeste do Brasil (NEB).

Utilizaram-se do método de Thornthwaite & Mather para o cálculo do balanço hídrico sequencial (BHS) em escala mensal para a área estudada, ou seja, o BHS, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura e precipitação média. Essa técnica é utilizada para trabalhar com dados de balanço global d’água do ponto de vista climatológico. Através da contabilização do suprimento natural d’água ao solo, por meio da pluviosidade, e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial, considerando um nível máximo possível de

armazenamento (CAD). O BHS fornece estimativa da evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e armazenamento efetivo d'água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até mensal (Camargo, 1971).

Nos cálculos para a obtenção do BHS utilizou-se do valor de CAD representativos dos solos encontrados na região estudada - CAD = 100 mm para um solo com alta capacidade de armazenamento. Esta CAD pode atender a um maior número de culturas perenes na área estudada (SANTOS et al., 2010; ABREU et al., 2015). O cálculo do BHS foi computado através de planilha eletrônica elaboradas por Rolim et al. (1998) e adapta por Medeiros (2019).

A Organização Meteorológica Mundial (OMM, 1989) sugerem que em estudos comparativos de clima, deve-se serem utilizadas das séries médias para períodos com mais de 30 anos de observações, para tanto os dados precisam ter consistência e homogeneidade na sua comparação entre seus valores analisados. Segundo ainda a OMM (OMM 2019) estabeleceu que em estudos de clima, sejam utilizadas médias de pelos menos trinta anos de dados observados. Para períodos curtos, dez anos, denominada normal provisória pode ser utilizado para avaliar o comportamento do clima desde que se trabalha com anos sucessivos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Romani et al. (2016) mostraram que a agricultura é a atividade econômica mais condicionada das espécies edafoclimáticas e agrometeorológico, estas abrangem o manejo adequado de solo água, clima e a gestão dos recursos hídricos. Os elementos climáticos são as causas fundamentais das oscilações no rendimento e produtividade dos grãos das cultivares e da variabilidade no setor agrícola, no conforto humano, no armazenamento e distribuição d'água para os seres vivos.

Os resultados obtidos referentes à temperatura média do ar utilizada para o cálculo do balanço hídrico climatológico sequencial entre 2010-2023 povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba encontram-se na Figura 2. Observar-se a distribuição da temperatura média de 2010-2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Com temperatura anual de 25,5°C e com flutuações mensais oscilando de 13,1°C (2018) a 28,0°C (2015). Destacam-se os anos de 2010, 2011, 2013 com temperatura média de 23,3°C e os anos 2010, 2014, 2015, 2016, 2019, destaca-se ainda que as amplitudes e magnitudes são as mais altas temperaturas registradas tais variabilidades corroboram com os estudos de Medeiros (2018); Marengo et al. (2021) e IPCC (2021).

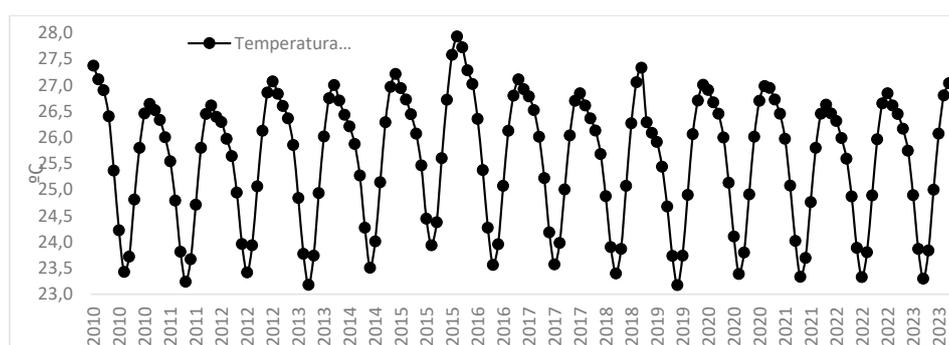


Figura 2 – Temperatura média e média climatológicas do período de 2010-2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os incrementos de acréscimo nas temperaturas globais, regionais e locais constatados nos estudos de Nangombe et al (2018), os autores Salviano et al (2016) mostraram que a região

Sudeste do Brasil a qual se observaram registros de desenvolvimentos na temperatura mínima de  $0,4^{\circ}\text{C ano}^{-1}$  e de  $0,04^{\circ}\text{C ano}^{-1}$  para a região metropolitana do Rio de Janeiro. Consequentemente alterando os padrões da temperatura, estas variabilidades vêm a corroborar com as discussões apresentadas.

Na Figura 3 tem-se as oscilações das anomalias da temperatura média de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Registraram-se cinco anos com anomalias positivas oscilando de  $0,1^{\circ}\text{C}$  (2017) a  $0,4^{\circ}\text{C}$  (2015), estas flutuações decorrem das instabilidades atmosféricas ocasionadas por falta de chuvas devidos aos bloqueios atmosféricos e a não contribuições dos efeitos locais e regionais auxiliados por focos de queimadas, baixa cobertura de nuvens e incidência da radiação solar diretamente a superfície.

As anomalias negativas registraram-se em nove anos com flutuações  $0,01^{\circ}\text{C}$  (2020) a  $0,3^{\circ}\text{C}$  (2011), as atividades de meso e microescala, os efeitos locais e regionais ocasionaram chuvas moderadas e de media magnitudes com má distribuição inter anos, a similaridade das flutuações anômalas térmicas pode ser vista em França et al. (20210).

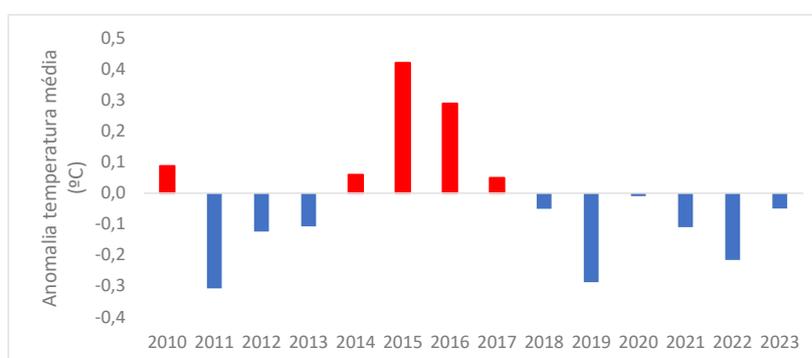


Figura 3 - Anomalia da temperatura média do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As oscilações pluviiais mensais e interanuais de 2010-2023 estão representadas na figura 4, assim como também a média histórica pluvial do mesmo período estudado.

Com distribuição irregulares, de magnitudes e amplitudes diferenciadas entre os meses e inter anos, registra-se oscilações de  $0,0\text{ mm}$  a  $264,0\text{ mm}$ , as chuvas más destruídas ocasionam variações que são insuficientes para o represamento e abastecimento de água.

No período de 2010-2023 registraram-se média climatológica de  $57,6\text{ mm}$ , salienta-se que as ocorrências de eventos extremos de chuvas seguidos de alta intensidade e magnitudes foram e serão esperadas conforme afirmação do IPCC (2021); IPCC (2022).

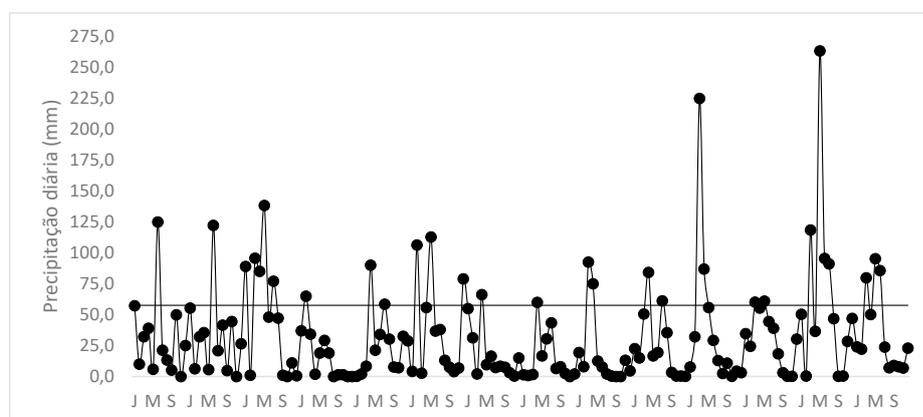


Figura 4 – Precipitação diária e média climatológica do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As variabilidades parciais e irregulares com diferentes magnitudes e intensidades anômala registradas na distribuição pluvial média do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, está representada na figura 5. Percebe-se que as atuações das anomalias positivas suas variabilidades e intensidades foram mais concentradas entre os anos de 2010 a 2012 e entre 2022 e 2023, as oscilações anômala positivas fluíram de 0,2 mm a 230 mm, similaridades foram detectados por Medeiros (2018).

As anomalias negativas mostram suas predominâncias de maiores intensidades e variabilidades nos anos de 2013, 2014, 2016, 2017, 2018 e 2020 com flutuações oscilando de 0,1 mm a 35 mm, estas flutuações foram ocasionadas pelas não atividades dos sistemas provocadores e inibidores de chuvas não região ocasionado pelos sistemas de bloqueios e as não atividades dos sistemas de meso e microescala.

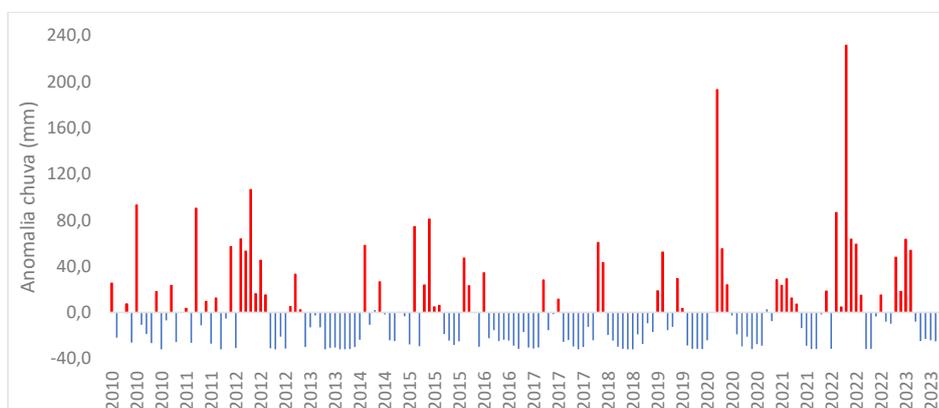


Figura 5 – Anomalia da precipitação média do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Matos et al. (2017) estudando o zoneamento agroclimático para o cultivo de palma forrageira no município de Barbalha/CE, verificaram que nos meses de outubro, novembro e dezembro ocorrem as temperaturas mais elevadas do ano, sendo este o trimestre mais quente do ano, e conseqüentemente o que possui as maiores demandas evapotranspiratórias da região. Estes resultados reafirmam os alcançados no presente estudo.

As flutuações mensais e anuais da evapotranspiração média do período de 2010-2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras estão representadas na figura 6.

As evapotranspirações maiores e menores registradas foi de 1554,8 mm (2015) e 1425,9 mm (2011) e suas flutuações mensais máximas registram-se em dezembro (2015) com 174,2 mm e em julho (2015) com 93,6 mm.

As flutuações mínimas evapotranspirativos registraram-se no ano de 2013 com 85,7 mm e seu poder evapotranspirativos máximo da menina foi de 147,3 mm (2021).

A ETP média é de 1474,8 mm e suas oscilações mensais fluem entre 88,6 mm (julho) a 155,1 mm (dezembro).

Os autores França et al. (2019); Medeiros et al. (2014) e Matos et al. (2014) encontraram similaridade com as discussões e com os índices evapotranspirativos apresentadas neste artigo.

Na ocasião em que o solo não alcançar a suplementação da precipitação no acolhimento da evapotranspiração, acontecerá à deficiência hídrica (BORSATO, 2012).

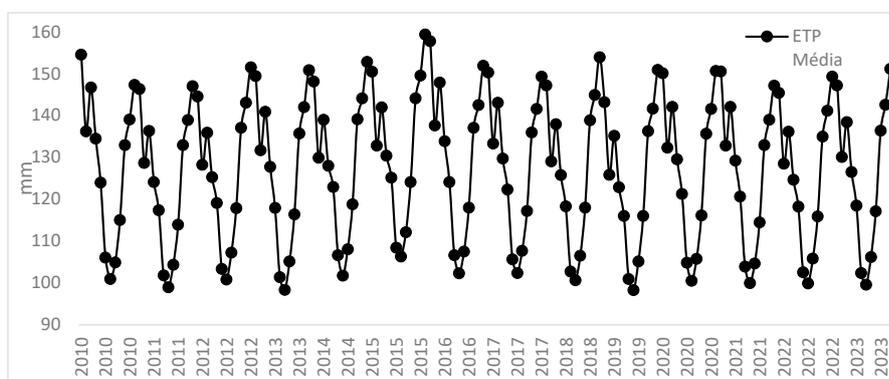


Figura 6 – Evapotranspiração média do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A distribuição da evaporação do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba, está disponibilizada na figura 7. Suas flutuabilidades variam de 0,0 mm a 149,5 mm. Destaca-se os anos de 2010-2012 e 2022 e 2023 com as variabilidades evaporativas de gradiente, intensidade e amplitudes mais significativas do estudo.

As maiores e menores evaporação registradas foi de 150 mm (2022) e 125 mm (2010, 2012, 2015, e 2022) e suas flutuações mensais máximas registram-se em dezembro (2012) e em julho (2020).

Os autores Matos et al. (2014); Medeiros et al. (2014) e França et al. (2019) depararam similaridade com as discussões e com os índices evaporativos.

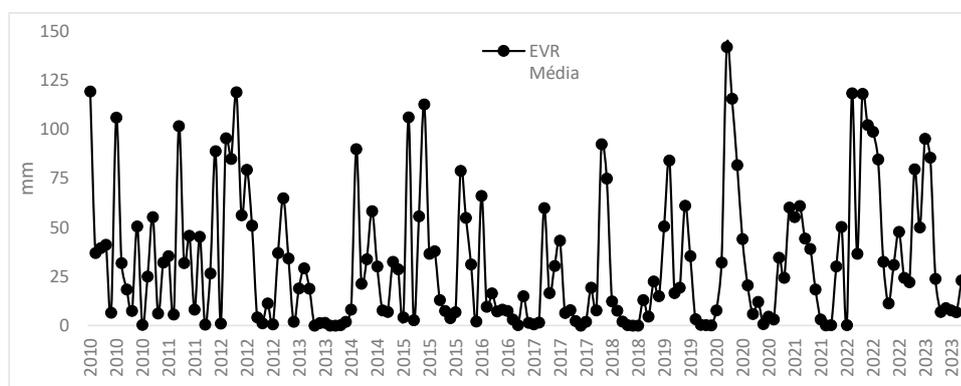


Figura 7 – Evaporação média do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/ Paraíba.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As representações das deficiências e excedentes hídricos e das retiradas e reposição de água do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, estão alocadas na figura 8.

A predominância das deficiências hídricas e das retiradas de água no solo registra-se na maioria dos anos estudados, visto que a capacidade de campo (CAD 100 mm) não foram necessárias para suprir as necessidades do solo, as pequenas variabilidades de excedentes isoladamente registram-se em anos isolados, similaridade de discussões ocorrem também nos estudos de França et al. (2019) e Matos et al. (2020).

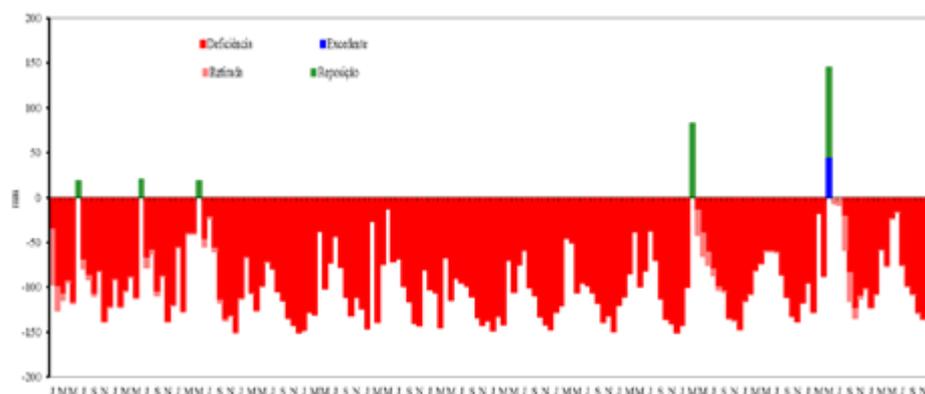


Figura 8 – Deficiência hídrica do período de 2010-2023, no povoado Ribeira de Cabaceiras/ Paraíba.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As chuvas registradas foram de magnitudes fortes a moderadas e de magnitudes e intensidades variadas, não contribuindo para a infiltração no solo tal variabilidade tem similaridade de acordo com o estudo de Souza et al. (2017) e Medeiros (2018).

## CONCLUSÃO

As oscilações de redução e acréscimo na temperatura média verificadas neste estudo podem estar associadas ao crescimento urbano, desmatamento das áreas verdes, impermeabilização do solo, queimadas, focos de incêndios e o crescimento vertical da área urbana e rural. Estes elementos fazem com que uma maior parcela da sociedade viva nas cidades, fundindo aspectos de vida econômica, política, social e cultural, e como tal enfrentem um maior risco de danos climáticos.

A temperatura do ar apresenta aumento em todos os meses do ano, destacando-se a temperatura máxima, pelo aumento anômalo nos meses que compõem as estações de outono e primavera. Já para a temperatura mínima, o maior aumento é observado entre a primavera, verão e outono.

O BHS provê conhecimentos detalhados dos elementos climáticos do período estudado gerando informações extraordinárias aos tomadores de decisões governamentais e aos elaboradores de projetos pecuários, agrícolas, agronegócios, aos hortifrutigranjeiros entre visando um desenvolvimento sustentável das produções na área estudada.

O balanço hídrico sequencial munuiu contribuições para a análise de valores extremos dos elementos estudadas para o período de 1981 a 2019.

Os valores da evapotranspiração mensais para o município em estudo apresentam vinculação das coordenadas geográfica, principalmente, da orografia.

Os elementos meteorológicos: radiação, cobertura de nuvens, temperatura, velocidade do vento e pressão de saturação do vapor durante os meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro aumenta o poder evaporativo os quais atingem valores extremos.

## REFERÊNCIAS

- AESA. (2024). Agência executiva de água e clima do Estado da Paraíba. [www.aesa.gov.br](http://www.aesa.gov.br)
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. & SPAROVEK, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* v.22, p.711–728.
- CAMARGO, A.P. (1971). Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 28p. (Boletim Técnico, 116).
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. (1994). Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais..., Belo Horizonte: SBMET, v.1, p.154-157.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. (2006). Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (1), p. 140-147.
- FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W.R.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; MEDEIROS, R.M.; ROLIM NETO, F.C. Sequential Water Balance for The Municipality of Bom Jesus Piauí, Piauí State, Brazil. *Ijsrm.Human*, 2021; Vol. 19 (3): 111-128.
- FRANÇA, M.V.; FERRAZ, J.X.V.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; ROLIM NETO, F. C. (2019) Balanço hídrico entre 2000-2016 e seu comparativo com o ano de 2016 e sua influência do armazenamento de água no solo no município de Serra Talhada – PE. *Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais*. 1 ed.: Editora Itacaiúnas, v.1, p. 357-365. 2019.
- IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PÖRTNER, H.O. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 3056 p., 2022.
- IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2391 p., 2021.
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; MEDEIROS, R.M.; SANTOS, B.D.B.; BARROS, A.S.; DANTAS NETO, J.; SABOYA, L.M.F. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.13, n.3 (2020) 973-982.
- MATOS, R.M.; SILVA, J.A.S.; MEDEIROS, R.M. Aptidão climática para a cultura do feijão caupi do município de Barbalha – CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.8, n.6, p.422-431, 2014.
- MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M. Balanço hídrico sequencial para Lagoa Seca – Paraíba. – Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, e643974691, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4691>
- MEDEIROS, R.M. (2018). Estudo agroclimatológico do Estado da Paraíba. p. 137.
- NANGOMBE, S.; ZHOU T.; ZHANG, W.; WU, B.; HU, S.; ZOU, L.; LI, D. (2018). Record-breaking climate extremes in África under stabilized 1.5 °C and 2 °C global warming scenarios. *Nature Climate Change*, v. 8, n. 4, p. 1-8.
- ROMANI, L.A.S.; BAMBINI, M.; COLTRI, P.P.; LUCHIARI-JUNIOR, A.; KOENIGKAN, L.V.; OTAVIAN, A. F.; EVANGELISTA, S.R.M.; ZULLO JR.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.D. 2016. Sistema de monitoramento agrometeorológico - Agri tempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola. *Agrometeoros*, 24, 29-40.
- SALVIANO, M.F.; GROppo, J.D.; PELLEGRINO, G.Q. (2016). Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia [online]* 31.

- SOUZA, M.H.C.; SANTOS, R.D.S.; VENTURA, K.M.; BISPO, R.C.; BASSOI, L.H. (2017). Balanço hídrico normal e sequencial para o município de Petrolina. IV INOVAGRI International Meeting, Anais... Fortaleza - CE, Brasil.
- SOUZA, S.O.; CORREIA, W.S.C.; FILETI, R.B.; VALE, C.C. (2014) Balanço hídrico da bacia hidrográfica do Rio Caravelas (BA) como subsídio ao planejamento agrícola. Revista Brasileira de Geografia Física [online] 7, 83-92. 2014.

## Capítulo 9

### O POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS E SUAS VARIABILIDADES EM DECORRÊNCIA DO AQUECIMENTO E/OU MUDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL

Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda

#### RESUMO

Avaliar o comportamento térmico e hídrico, analisando a disponibilidade local em decorrência do aquecimento global pelo computo do balanço hídrico para o Povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. O computo do balanço hídrico foi segundo o método de Thornthwaite & Mather. Nos cálculos dos balanços utilizou-se das condições médias e em seguida usou-se os cenários de precipitação mensal (redução de 10,0% e 20,0%) e de temperatura (incremento de 1,0°C e 4,0°C) de acordo com o IV Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR4), para os cenários extremos de emissão de CO<sub>2</sub>, otimista e pessimista. Os impactos da mudança climática no desenvolvimento abiótico são diferenciados entre populações, e localidades pois elas dependem da interação com condições de vulnerabilidade pré-existente em nas localidades, região, área e/ou país, como a localização geográfica, que diferencia entre efeitos de latitudes altas e a região dos trópicos. Existem diferenças de acordo com a sensibilidade a choques climáticos, definida pelo 18 graus de dependência nos recursos naturais e nos serviços dos ecossistemas. Por último, os efeitos são desiguais considerando a capacidade de adaptação, determinada pelo nível de pobreza, desigualdade, acesso a serviços básicos, fragilidade ecológica, infraestrutura e instituições. O bem-estar das pessoas em países em desenvolvimento é mais vulnerável diante dos riscos climáticos esperados para as próximas décadas.

**Palavras-chave:** Temperatura, precipitação, excedente e deficiências hídricas, mudanças climáticas.

#### THE POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS AND ITS VARIABILITY AS A RESULT OF GLOBAL WARMING AND/OR CLIMATE CHANGE

#### ABSTRACT

Evaluate thermal and water behavior, analyzing local availability as a result of global warming by computing the water balance for the Ribeira de Cabaceiras Village between 2010-2023. The water balance was calculated according to the Thornthwaite and Mather method. In calculating the balances, average conditions were used and then the scenarios of monthly precipitation (reduction of 10.0% and 20.0%) and temperature (increase of 1.0°C and 4.0°C) were used according to with the IV Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR4), for extreme CO<sub>2</sub> emission scenarios, optimistic and pessimistic. The impacts of climate change on abiotic development are differentiated between populations and locations as they depend on the interaction with conditions of pre-existing vulnerability in localities, regions, areas and/or countries, such as geographic location, which differentiates between the effects of latitudes highlands and the tropics region. There are differences according to sensitivity to climate shocks, defined by the degree of dependence on natural resources and ecosystem services. Finally, the effects are uneven considering the adaptation capacity, determined by the level of poverty, inequality, access to basic services, ecological fragility, infrastructure and

institutions. The well-being of people in developing countries is more vulnerable to the climate risks expected in the coming decades.

**Keywords:** Temperature, precipitation, water surplus and deficiencies, climate change.

## INTRODUÇÃO

Mudança climática é uma atribuição (in) direta à atividade ação abiótica que altere a composição da atmosfera global e que seja adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo. A mudança do clima, como mencionada no registro observacional do clima, ocorre por causa de mudanças internas dentro do sistema climático ou na interação de seus componentes, ou por causa de mudanças no forçamento externo por razões naturais, ou ainda devido às atividades humanas.

Souza et al. (2020) mostraram que os seres vivos não têm habilidade de sobreviver sem água, outra feição extraordinária, é que o recurso exerce função relevante na conservação da sociedade, garantindo sua sobrevivência assim como a circulação da economia. As condições relativas às características do clima e da hidrologia de determinada área são os principais elementos da sua disponibilidade hídrica (Silva et al., 2022; Medeiros et al., 2013;).

Em decorrência do aquecimento global antropogênico e das águas oceânicas registra-se intensidades cada vez mais intensos e frequentes dos furacões. Vários espécimes da flora e da fauna estariam condenados a extinção, a floresta Amazônica passará por um procedimento de savanização, as mudanças climáticas e o aquecimento global intensificarão a escassez hídrica e na agricultura.

O mundo vem enfrentando infalíveis e vários riscos climáticos com o aquecimento global em 1,5°C e redução pluvial de até 40% do seu valor anual. O nível de aquecimento procederá em impactos severos suplementares, alguns irreversíveis. Ocasionalmente riscos extremos para a sociedade e meio ambiente, incluindo a infraestrutura e comunidades em zonas costeiras baixas (IPCC 2022).

Assis et al. (2018) destacaram que a importância das informações pluviométricas esperadas para cada época do ano, e dessa forma, adequar as datas de plantio e práticas de manejo de acordo com o ciclo da cultura e suas variabilidades climáticas.

Ocorrerão aumento de ondas de calor, secas e enchentes ultrapassando os limites de tolerância de plantas e animais, levando a mortalidade em massa de espécies como árvores e corais. Estes extremos climáticos estão ocorrendo simultaneamente, causando impactos em cascata, cada vez mais difíceis de gerenciar. Eles têm levado milhões de pessoas a fome intensa e insegurança hídrica, especialmente na África, Ásia, América do Sul e Central e nas Pequenas Ilhas e no Ártico. (Mudanças Climáticas IPCC 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade)

Uma das consequências do Relatório do IPCC (2022) foi o estabelecimento de novo patamar nas discussões, conforme análise de Meira Filho (2007) que cita a mudança do clima pela ação abiótica é inequívoca; a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera é superior aos últimos 600.000 anos e, sendo assim, o aquecimento; a incerteza das previsões tem sido reduzida drasticamente.

Avaliando o cenário mais pessimista do IPCC (AR5) em termos de emissões globais de GEEs, o Inpe (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial) vem realizando projeções de mudança de clima futuro para o Brasil entre 2071 a 2100. O objetivo e simular é identificar aumento de vulnerabilidade ou novas áreas vulneráveis a subsídios para o debate sobre medidas adaptativas. A partir destes cenários, diferentes estudos têm sido conduzidos por especialistas brasileiros para estimar o impacto dessas alterações climáticas nos diferentes setores sócios econômicos.

Medeiros et al. (2013) aplicaram a metodologia do BH com o intuito de fornecer o saldo d'água para a vegetação, sendo sua, contabilização d'água ocorrida pela precipitação e/ou irrigação e a saída ocasionada pela atividade do poder evapotranspiradas, considerando

determinada capacidade d'água. Ainda segundo Medeiros (2016) a avaliação do BH mensal para Matinhas - Paraíba, visou o planejamento da citricultura. O BH resultou em oito meses de DEF entre agosto a março com um total de 354,5 mm, registrou-se excedente hídrico (junho/julho), evapotranspirou 32% acima da pluviometria, evaporou 906,7 mm anual.

As transformações no ciclo hidrológico tendem a propiciar redução dos recursos hídricos, que são essenciais para vida nas mais diversas atividades como, agropecuária, comercio, indústria, fonte de energia, lazer e no dia-dia das pessoas (Dantas et al., 2007). Autores como Salati et al. (2006) enfatizam que a agricultura é uma atividade que utiliza cerca de 70% de toda água potável disponível no mundo. Em razão disso, estudos vêm se desenvolvendo na busca por metodologias que possibilitem maior economia de água no planeta.

Araújo et al. (2021) estimaram os cálculos dos BHs anuais de 1981-2019 para Lagoa Seca/Paraíba e suas flutuações pluviométricas e evapotranspirativos, como também as reposições, retiradas, deficiências e excedentes hídricos interanuais. Os dados pluviométricos mensais e anuais foram iguais ao período pluvial. O BH foi computado pela metodologia de Thornthwaite. Constatando nos anos de 1983-1988; 1990 a 1992; 1994; 1996; 1998; 2000; 2008; 2009 2011 e 2019 a ocorrência do poder evapotranspirativos foi maior que os índices pluviométricos. Os anos em que os índices evaporativos se ou fluíram igualaram abaixo da pluviometria anual foram 1981; 1993; 1999; 2004; 2006; 2007; 2012 e 2015. Sendo recomendado o auxílio da irrigação, mesmo nos períodos de chuva irregulares, pois conclui-se que o poder evaporativo e evapotranspirativos superaram os índices pluviométricos.

Caetano et al. (2019) asseguram que não somente os conhecimentos sobre a distribuição da pluviometria adquiridas no Balanço Hídrico (BH) são importantes para uma região. Tem-se que se levar em consideração, a informação da probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como precipitações máximas diárias e mensais, as quais vem ocasionando problemas em áreas agrícolas, pecuárias e urbanas (Saboya et al., 2022).

Tem-se por objetivo avaliar o comportamento térmico e hídrico, analisando a disponibilidade local em decorrência do aquecimento global pelo computo do balanço hídrico para o Povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceiras (Figura 1) insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoados, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AES A 2024).

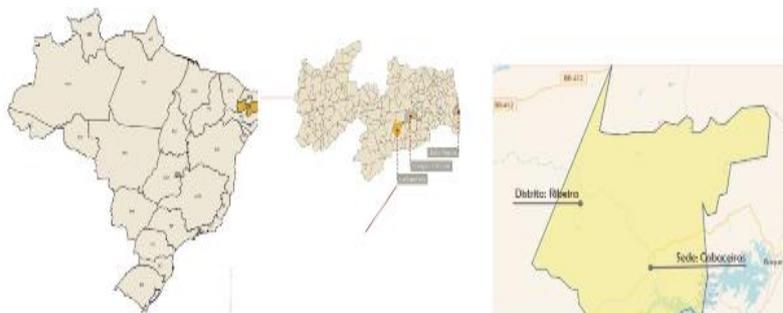


Figura 1 - Posicionamento do povoado Ribeira, na Paraíba e na América do Sul.  
Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceiras, é a oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste (VAN), a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e ocasionam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano (MEDEIROS, 2024).

A classificação climática do povoado é do tipo BSH (Clima quente de estepe temperatura elevada, chuvas escassas no inverno, temperatura maior que 22°C). Segundo Köppen (1928); Köppen et al (1931); confirmado por Alvares et al. (2014). O povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algoduais, do Junco e Macambira. No povoado situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa, comumente conhecido como açude de Boqueirão (AES A 2024).

Os dados pluviométricos correspondem aos anos 2010-2023 onde, usaram da estatística básica, para se obter os elementos estatísticos, plotando os seus respectivos gráficos e tendências. As temperaturas trabalhadas foram estimadas pelo software “Estima – T”, (Cavalcanti et al., 1994; Cavalcanti et al., 2006).

Nos cálculos do BH utilizaram-se da CAD representativas da área, a CAD de 100 mm, seguidamente da CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; com o intuito de verificar suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência do armazenamento d’água para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Utilizou-se do BH desenvolvidos por Medeiros (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área da Caatinga vem passando por efeitos inegáveis das mudanças climáticas que vem atingindo e vai se prolongar com maiores intensidades nas próximas décadas. Diversos estudos vêm sendo projetos através de modelos estatísticos os quais distinguem que seus ecossistemas poderão se tornar mais quente e seco que atualmente: as flutuações de alterações nos padrões da temperatura e no clima, cogitar que em 2060 ocorrerá perda de espécies fauna e flora em pelo menos 90% dos ecossistemas da área em discussão. Chama-se a atenção das autoridades governamentais que o único bioma exclusivamente brasileiro está a caminha para a desertificação em áreas isoladas ou agrupadas.

A área da Caatinga de onde sai o sustento da maioria dos moradores do sertão e agreste nordestinos, e que vivem em áreas de escassez hídrica tem a maior população do planeta.

Fenner et al. (2014) afirmaram que o conhecimento das oscilações térmicas de cada local é de extraordinária estima para a incubação agrícola. As flutuações térmicas auxiliam no manipulo das culturas, visto que exerce influência no desenvolvimento vegetal, a depender das suas exigências.

Pimentel (2004) mostrou que a distribuição dos vegetais na superfície terrestre é dependente das disponibilidades de água local do que de outro fator. As deficiências e/ou excedentes de água disponível para as plantas limitam a produção.

A CAD de 100 mm foi insuficiente para ocasionar excedente hídrico, visto que a capacidade de armazenamento do solo está completamente seca devido a incidência direta da radiação e as oscilações térmicas, proporcionando aumentos nos défices hídricos com valor anual de 1090,8 e nos poderes evaporativos que foram iguais aos índices pluviais e as flutuações evapotranspirativos oscilaram de 88,6 mm (julho) a 154,9 mm (dezembro) com total de 1473,7

mm (Tabela 1) e suas variabilidades mensais oscilando de 42,3 mm (junho) a 136,5 mm (novembro).

A precipitação anual é de 382,9 com irregularidades inter meses ocasionados pelas falhas dos sistemas de meso e microescala, ocasionado flutuações de 4,9 mm (setembro) a 59,7 mm (março). As flutuações térmicas oscilam de 23,4°C (julho) a 27,0°C (dezembro) com 25,6°C (anual), estudos similares como o de França et al. (2022); corroboram.

Tabela 1 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Maió	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Para a CAD de 100 mm (Figura 2), registrou-se deficiências hídricas em todos os meses estudados. Estas deficiências foram constituídas pelas atividades de bloqueios atmosféricos, má distribuições pluviais e as não contribuições dos sistemas de meso e microescala e dos sistemas local e regional ocasionadores de chuva na área de estudo. Não foram registradas retiradas da água no solo pois a CAD não foi suficiente para seu acontecimento. O estudo de França et al. (2020) apresentam similaridades de discussões e dados.

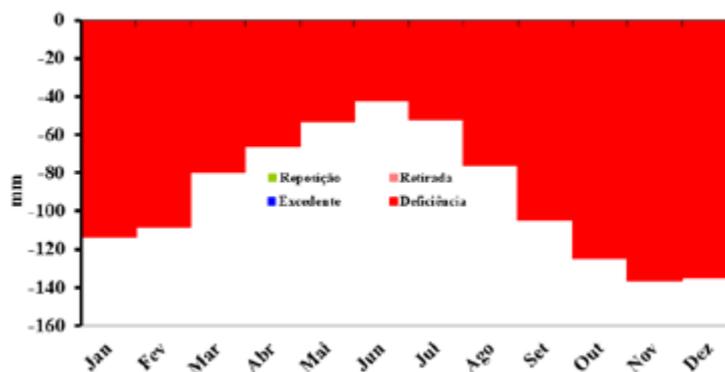


Figura 2 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

As oscilações mensais dos elementos temperatura (T), precipitação (P), evapotranspiração real (EVR) e evapotranspiração potencial (ETP) para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, para a CAD de 100 mm, estão demonstradas na Figura 3.

A temperatura anual com 25,6°C e suas oscilações de maiores intensidades registra-se de novembro a janeiro e as menores oscilações fluuam de julho a abril seguido do seu coeficiente de variação estimados para a área estudada de 0,009%. Estas flutuações estão interligadas aos sistemas de meso e microescala e as suas contribuições regional e local provocados pelos sistemas provocadores e/ou inibidores de chuvas, (MEDEIROS, 2018) (Figura 3).

A ETR, ao contrário da ETP, que se refere a uma situação de disponibilidade potencial de água, representa a quantidade de água que efetivamente sai do sistema através da evapotranspiração e que é usada na produção primária pelos vegetais

As oscilações pluviais e evaporativas foram iguais, ou seja, tudo que choveu foi evaporado em seguida, tal variabilidade estão previstas e registradas na região semiárida (Marengo et al. 2011).

Malvezzi (2007) consolidou que na área de estudo, predominam condições de déficit hídrico, associadas a condicionantes climáticos, gestão das águas, associadas aos controles da terra. De acordo com Neves et al. (2022) a ETP corresponde à transferência de água para atmosfera, através das associações hídricas, do solo e vegetação.

Com índices evapotranspirativos superiores a quatro vezes os valores pluviais devido as variabilidades local e regional, que contribuíram para estas oscilações conforme afirma Marengo et al. (2021).

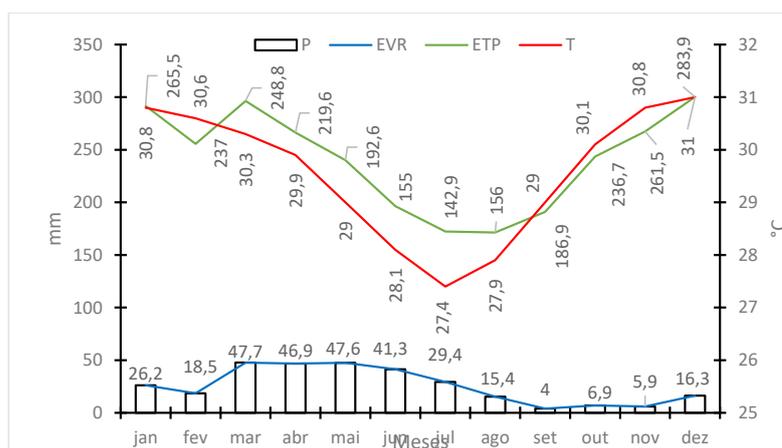


Figura 3 – Gráfico da precipitação, evaporação, evapotranspiração e temperatura mensal para a CAD de 100 mm no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2024).

As cotas pluviais são irregulares e tem variabilidade inter meses, os índices pluviais de menores intensidades fluíram de 4,9 mm a 20,3 mm (agosto a dezembro), os maiores valores pluviais fluíram de 23,2 mm (fevereiro) a 59,5 mm (maio), a série pluvial registrou o ano mais chuvoso foi o de 2022 totalizando 778,4 mm e o ano de menor intensidade pluvial foi o de 2012 com 172,8 mm. O período chuvoso concentra 76% dos índices pluviais anuais e o período seco acumula 24% do seu anual. Estas flutuações apresentam similaridades segundo o estudo de Marengo et al. (2021).

A contribuição evapotranspirativos potencial anual é de 1473,7 mm, oscilando de 88,6 mm (junho) a 154,9 mm (dezembro). O poder evapotranspirativos mensais superam os valores pluviométricos, estando de acordo com o estudo de Araújo (2011), o motivo é a ocorrência do déficit hídrico acentuado na região. As taxas evaporativas igualam-se aos índices pluviais, ou seja, tudo que choveu foram evaporados instantaneamente.

Para a CAD 100 mm com +1°C e redução de 10% chuva, (Tabela 2) registrou-se elementos climáticos térmico anual de 26,6°C; chuva de 344,6 mm, o valor evaporativo igualou-se ao da chuva; ETP de 1663,9 mm aproximadamente cinco vezes os valores pluviais registrados. Com total mensal de 1319,3 mm as deficiências hídricas elevadas, excedentes hídricos não ocorreram visto que a CAD de 100 mm e com 1°C de acréscimo e diminuição de 10% na chuva não foram imprescindíveis para suprir a necessidade do solo. Estudo de Marengo et al (2011) corroboram com as discussões.

Tabela 2 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm com aumento na temperatura de +1°C e redução de 10% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Mai	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 4 destaca-se o gráfico do BH para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 100 mm com elevação de +1°C térmico e redução de 10% nos volumes mensais e anuais das chuvas registradas na área de estudo. Como a CAD não supriu as necessidades hídricas registra-se predominância de deficiências hídricas de forte a moderada em toda a região. O estudo de França et al. (2022) corroboram com os resultados.

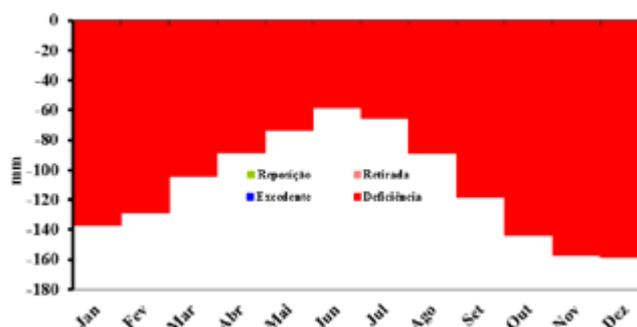


Figura 4 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 100 mm com aumento +1°C na temperatura e redução de -10% nos índices de chuvas.

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

A precipitação oscila de 4,0 mm (setembro) a 47,7 mm (março), os meses de setembro a novembro registra os menores índices pluviais e as maiores pluviometrias centram de março a

julho estas oscilações foram ocasionados pelas flutuações dos sistemas de meso e microescala acoplados aos efeitos locais e regionais, os movimentos verticais descendentes não ocasionaram bons desenvolvimento devido ao centro de alta pressão próximos ao continente ocasionando bloqueios isolados e de média magnitude, tais flutuações corroboram com os resultados dos estudos de Marengo et al. (2011).

As flutuações dos índices evaporativo foram iguais a pluviometria, ou seja, tudo que choveu automaticamente foi evaporado (Figura 5), resultados similares foram detectados por Araújo et al (2021) e estão conforme as variabilidade climáticas da região semiárida brasileira.

As flutuações térmicas oscilam de 27,4°C (julho) a 31°C (dezembro), os meses mais quentes registra-se de novembro a janeiro e os meses mais frios de junho a Agosto. Os picos de máximos e mínimos ocorrem dezembro (31°C) e julho (27,4°C). A ETP supera os índices pluviais em torno de quatro vezes seu valor registrado.

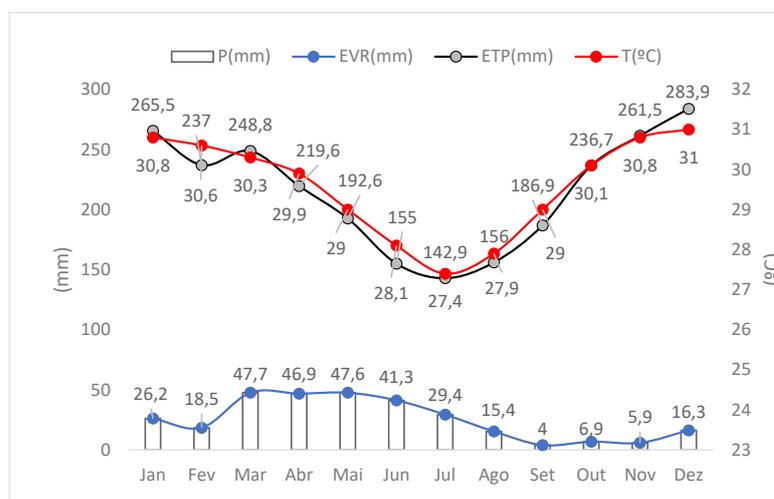


Figura 5 – Gráfico da precipitação, evaporação, evapotranspiração e temperatura mensal para a CAD de 100 mm com aumento 1°C na temperatura e redução de 10% nos índices de chuvas no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na CAD 100 mm (Tabela 3) e com aumento de +4°C, redução -20% chuva todos os elementos do BH sofreram alterações e ficaram em estado críticos de alerta para manutenção do solo, e sobrevivência humana e vegetal, (IPCC 2014).

Tabela 3 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 100 mm com aumento de 4°C nos índices térmicos e redução de 20% nas cotas de chuvas.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Mai	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Com acréscimo de 4°C na temperatura e redução de 20% nas cotas pluviiais mensais e anuais da área trabalhada observam-se predominância de deficiências hídricas acentuadas e sem ocorrências dos demais elementos que compõem o BH para a CAD 100 mm. As chuvas registradas não supriram as necessidades do solo (Figura 6).

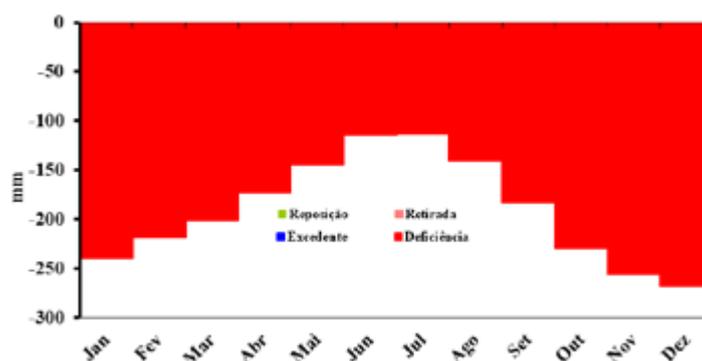


Figura 6 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba de CAD 100 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

Na Figura 7 observam-se as flutuações dos elementos meteorológicos precipitação evapotranspiração, evaporação e temperatura no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. As oscilações pluviiais e evaporativas registraram valores iguais, as chuvas com má distribuição e irregularidades inter meses, ocasionados pela má distribuição dos efeitos regionais e locais, regionais e a falta de melhores contribuições dos ventos e do transporte de umidade e vapor resultado similar pode ser revisto no estudo de Marengo et al (2021). Observam-se que os índices evaporativos foram iguais a pluviometria.

França et al. (2021) mostraram que as oscilações evapotranspirativas são bem maiores que as pluviiais para a área de estudo, registra-se ETP mínimas (maio – agosto) e altos poderes de ETP entre setembro a abril, o IPCC (2021) relata sobre as variabilidades pluviiais e os aumentos da ETP local ou regional.

As flutuações térmicas predominaram com índices térmicos superiores aos 27°C, fator que contribui para os acréscimos dos poderes evaporativos e evapotranspirativos e ocorrências de má distribuição pluvial (IPCC 2021; IPCC 2022).

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

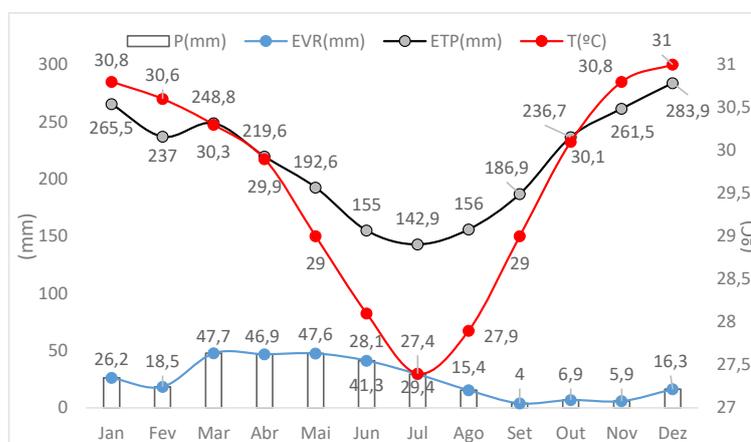


Figura 7 – Gráfico da precipitação, evaporação, evapotranspiração e temperatura mensal para a CAD de 100 mm com aumento 4°C na temperatura e redução de 20% nos índices de chuvas no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

O MMA (2007) admite que ocorrer nas características do clima atual, as graves consistências no incremento dos índices de aridez propícias à desertificação ocasionadas pelos acréscimos das deficiências hídricas, e das ocorrências de eventos extremos acompanhados de desastres naturais, nas regiões que são áridas e/ou semiáridas e a região do semiárido brasileiro.

Beserra (2011) afirmou que redução do índice de aridez constitui ascensão de tendências a desertificação. Este termo foi definido pela Organização das Nações Unidas (ONU), desde a década de 1980, como sendo "a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas, subúmidas e secas, resultante de vários fatores, entre eles as oscilações climáticas e as atividades humanas". Essa situação conduz a redução e destruição do potencial biótico das terras.

A identificação de área vulnerável à desertificação, em razão do índice de aridez menor, pode não estar localizadas na área degradada, e áreas que apresentam maior índice de aridez e não são advertidas como processos de vulnerabilidade podem encontrar-se degradadas a ponto de serem consideradas áreas desertificadas. Esta variabilidade poderá ocorrer devido ao uso inadequado do solo e do ambiente.

Na Tabela 4 observam-se as variabilidades dos índices: umidade, aridez e hídrico para CAD's 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva estudados. O índice de umidade e hídrico tem suas variabilidades registradas atribuído à má distribuição pluviométrica e as não contribuições dos sistemas regionais, local, e dos bloqueios atmosféricos deixando o céu parcialmente nublado com chuvas isoladas.

As variabilidades dos índices de Aridez estão interligadas ao uso e ocupação do solo seguido pelas ocorrências do homem na exploração de terras agrícolas e na derrubada da caatinga.

Tabela 4. Variabilidades dos Índices: umidade, aridez e hídrico para as CAD's 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Índice/CAD	100 mm	+1°C; -10%	+4°C; -20%
Umidade	74,02	88,16	88,16
Aridez	0,74	0,88	0,88
Hídrico	-0,44	-0,53	-0,53

Fonte: Medeiros e Cunha Filho (2024).

## CONCLUSÃO

Para os cenários otimistas (B<sub>2</sub>) e pessimista (A<sub>2</sub>), sugerem críticas das situações e das condições do solo que produzirão amplos impactos para os recursos hídricos e a prática de culturas de sequeiro, ocasionado diferenciação entre fauna, flora, bem-estar socioeconômico e da qualidade de vida.

Os impactos da mudança climática no desenvolvimento abiótico são diferenciados entre populações, e localidades pois elas dependem da interação com condições de vulnerabilidade pré-existente em nas localidades, região, área e/ou país, como a localização geográfica, que diferencia entre efeitos de latitudes altas e a região dos trópicos. Existem diferenças de acordo com a sensibilidade a choques climáticos, definida pelo 18 grau de dependência nos recursos naturais e nos serviços dos ecossistemas. Por último, os efeitos são desiguais considerando a capacidade de adaptação, determinada pelo nível de pobreza, desigualdade, acesso a serviços básicos, fragilidade ecológica, infraestrutura e instituições. O bem-estar das pessoas em países em desenvolvimento é mais vulnerável diante dos riscos climáticos esperados para as próximas décadas.

O reflorestamento por plantas nativas e derrubada das plantas invasoras “algaroba” devem serem vistas como uma boa alternativa para preservar espécies e recuperar áreas degradadas.

Nas atividades agrícolas seus envolvimento de sistemas devem serem envolvidos sistemas agrícolas, pecuários e florestais visando maiores benefícios comercialização e sustentabilidade socioeconômica.

## REFERÊNCIAS

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

- AESA. (2024). Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.
- ASSIS, J.P.; SOUZA, R.P.; BATISTA, B.D.O.; LINHARES, P.C.F. Variabilidade de chuvas esperadas em Lages – MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.11, n.03, p.814-825, 2018.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SENTELHAS, P.C.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728. 2014.
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; ROLIM NETO.; F.C.; FRANÇA, M.V. (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. - *Revista RECIMA21 (Científica Multidisciplinar ISSN 2675-6218)*.
- BESERRA, E.A. Projeções de Aridez no Nordeste do Brasil para o Século XXI em um Cenário de Aquecimento Global. 93f. Dissertação Mestrado (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). São José dos Campos-SP. 2011
- CAETANO, A. L.; BARBOSA, F.S. (2019). Probabilidade de ocorrência de chuvas extremas para a região de Inconfidentes –MG. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25(1),537-548.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10. p.140-147. 2006.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157. 1994.
- DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras - MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- FENNER, W.; MOREIRA, P.S.P.; FERREIRA, F.S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T.M.; BENTO, T.S. (2014). Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. *Acta Iguazu*, 3(1), 72-85. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v3i1.9649>
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- MALVEZZI, R. Semi-árido: uma visão holística. Brasília: CONFEA, 2007. 140 p.
- SOUZA, C.L.O.; NOGUEIRA, V.F.B.; NOGUEIRA, V.S. Interannual variability of precipitation in brazilian semi-arid cities between 1984 and 2015. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 4, p. 740-747, 2017.
- MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológicos do estado da paraíba. 178p. 2018.
- MEDEIROS, R.M. Planilhas eletrônicas do cálculo do balanço hídrico em conformidade com Thornthwaite e Mather (1948, 1955), 2016.
- MEDEIROS, R.M.; SANTOS, D.C; SOUSA, F.A.S; GOMES FILHO, M.F. 2013. Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6, 4, 652-664. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v6i4.233056>
- MEIRA FILHO; L.G. Mudança do clima e o uso dos recursos naturais - a responsabilidade das empresas. In: 6 seminários aberto de responsabilidade social empresarial em minas gerais - III encontro internacional. 2007, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.fiemg.com.br>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília: MMA, 2007.
- NEVES, E.; GUTIERRES, M.I.A.; SILVA, P.F.; SANTOS, T.M. 2022. Determination of hydric demand through the use of evaporimeters tanks. *Research, Society and Development*, [S. l.], 11, 1, 1-10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24578>

- PIMENTEL, C. (2004). A relação da planta com a água. Seropédica: Edur. Disponível em:<[http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo\\_thumb/mini/A Relação da Planta com a Água by Carlos Pimentel. 2004-.pdf](http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/mini/A%20Rela%C3%A7%C3%A3o%20da%20Planta%20com%20a%20Agua%20by%20Carlos%20Pimentel.%202004-.pdf)>.
- SALATI, E.; SANTOS, Â.A.; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes, *SciELO- Estudos Avançados* 20 (56), p. 107 – 127, 2006.
- SABOYA, L.M.F.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W. R.; CUNHA FILHO, M. (2022). Probabilidade de chuvas em Bom Jesus Piauí, Brasil. *Research, Society and Development*, 11(3), e32411326609.
- SILVA, A.D.G.; SANTOS, A.L.B.; SANTOS, J.M.; LUCENA, R.L. 2022. Balanço hídrico climatológico e classificação climática do estado do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Climatologia*, 30, 18, 798-816. <https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.15240>
- SOUZA, F.P.; AZEVEDO, J.P.S. 2020. Panorama das lagoas urbanas no Rio de Janeiro: aspectos relevantes na gestão das Lagoas Rodrigo de Freitas, Araruama e Complexo Lagunar de Jacarepaguá. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 25, 1, 197-204. <https://doi.org/10.1590/S141341522020147571>
- THORNTHWAITE, C.W. AN. (1948). Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geogr. Rev.*, V.38, P.55-94.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. (1955). *The Water Balance*. Publications In *Climatology*. New Jersey: Drexel Institute Of Technology, 104p.

Capítulo 10

**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTWHAITE E KÖPPEN PARA O POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS – PARAÍBA, BRASIL UTILIZANDO DO CÁLCULO DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICOS**

Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França

**RESUMO**

O artigo tem o objetivo de analisar as flutuações hídricas através do computo do balanço hídrico onde se realizara as classificações climáticas pelos métodos de Thornthwaite e Köppen para o Povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Utilizaram-se dados mensais pluviiais interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos. Os dados térmicos (°C) foram gerado pelo software “Estima – T” para o mesmo período. Para o cálculo do BHC utilizado foi o método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al. (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2016), o valor da capacidade de água disponível no solo foi de 100 mm, a efetivação do BHC. Para desenvolver-se a classificação do método de Thornthwaite, utilizou-se dados de excedentes e deficiências hídricas anuais e determinaram os índices: hídrico, aridez e umidade. Os índices pluviiais para o povoado em estudo apresentaram pluviometrias isoladas e irregulares devidos seus dados serem interpolados, e nos mostra que no trimestre setembro, outubro e novembro registra as menores pluviometria, salienta-se que ocorrências de chuvas extremas e de curta duração vem ocorrendo na região devidos as mudanças climáticas. A temperatura anual é de 25,6°C, o mês frio (julho) registra temperatura de 23,4°C e no mês quente (dezembro) a temperatura é de 27,0°C. As classificações de Thornthwaite consentiram separar eficazmente os climas na área em estudo, obtendo os tipos: C<sub>1</sub>A'S<sub>2</sub>a' no período normal, no período chuvoso o tipo é C<sub>2</sub>C'1a', no período regular obteve-se o tipo C<sub>2</sub>B'2a', no período seco o tipo de clima foi classificado como C<sub>2</sub>E'Ra'. As condições evapotranspirativas, evaporativas e as deficiências hídricas são elevadas, não existindo excedente hídrico entre os meses na série estudado

**Palavras-chave:** Temperatura do ar, evapotranspiração potencial, semiárido, classificações climáticas, excedentes, deficiência hídrica.

**ABSTRACT**

The article aims to analyze water fluctuations through the calculation of the water balance where climate classifications were carried out using the Thornthwaite and Köppen methods for the Ribeira de Cabaceiras Village between 2010-2023. Monthly rainfall data interpolated using the Weighted Average method using the Inverse of the Squared Distance of the surrounding municipalities was used. Thermal data (oC) were generated by the “Estima – T” program for the same period. To calculate the BHC used, the method developed by Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955) was used, for this purpose the use of an electronic spreadsheet developed by Medeiros (2016) was used, the value of the available water capacity in the soil was 100 mm, the implementation of the BHC. To develop the Thornthwaite method classification, data on annual water surpluses and deficiencies were used and the indices were determined: water, aridity and humidity. The rainfall indices for the village under study presented isolated and irregular rainfall due to their data being interpolated, and shows us that in September,

October and November the lowest rainfall is recorded, it is highlighted that occurrences of extreme and short-term rainfall have been occurring in the region due to climate change. The annual temperature is 25.6°C, the cold month (July) records a temperature of 23.4°C and in the hot month (December) the temperature is 27.0°C. Thornthwaite's classifications made it possible to effectively separate the climates in the area under study, obtaining the types: C1A'S2a' in the normal period, in the rainy period the type is C2C'1a', in the regular period the type C2B'2a' was obtained, in the dry period the climate type was classified as C2E'Ra'. Evapotranspiration and evaporative conditions and water deficiencies are high, with no water surplus between the months in the series studied.

**Keywords:** Air temperature, potential evapotranspiration, semi-arid region, climatic classifications, water surpluses and deficiencies.

## INTRODUÇÃO

Segundo a EMBRAPA (2014) a região Nordeste (NEB), exibe um forte feitiço para o crescente aumento da produção agropecuária. Sales et al. (2018) mostraram que o aumento populacional e consequentemente a elevação da demanda alimentar, é uma das preocupações da humanidade para as últimas décadas, visando à disponibilidade de água em diversos panoramas nacionais e internacionais. Restringindo o evento do setor agrícola desta região a qual se refere a ineficiência da preservação dos recursos hídricos e baixas recargas hídricas, ocasionando impacto na expansão agrícola.

Absorvendo o impacto do clima semiárido, e sendo propício à a erosão e desertificação, o planejamento adequado dos recursos hídricos se torna a base para uma agricultura sustentável. Uma forma adequada para dimensionar a utilização d'água é pela aplicação do Balanço Hídrico, que permite conhecer a disponibilidade hídrica local do solo, permitindo também realizar a classificação climática de uma determinada área (Santos et al., 2010).

Cunha et al. (2009) demonstraram que o modelo de classificação climática objetiva definir os limites geográficos dos diversos tipos de clima que acontecem no mundo por meio da descrição e mapeamento das suas regiões climáticas, para tanto tem-se a necessidade em identificá-las e classificá-las em desiguais tipos. Andrade Júnior et al. (2005) mencionaram que a classificação climática aponta a identificação de zonas climáticas e biogeográficas homogêneas, munindo de indicações valiosas sobre as condições ecológicas, potencialidades agrícolas e o meio ambiente regional. Deste modo, as condições climáticas anuais se tornam importante ferramenta para um projeto agrícola adequado (Sentelhas et al., 2008; Silva et al., 2010).

Holanda et al. (2019) efetivar as classificações climáticas por meio dos modelos: Köppen e Thornthwaite para Bom Jesus Piauí, gerando informações importantes para o planejamento e racionalização das suas diversas atividades produtivas e de políticas das atividades agrícolas. As classificações climáticas de Thornthwaite consentiram separar eficazmente os climas na área em estudo. As condições evapotranspirativos, evaporativas, e as deficiências hídricas são elevadas, não se registrou excedente hídrico entre os meses estudado. A classificação de Köppen para o clima do município estudado é do tipo "Aw", conforme a classificação de Thornthwaite o clima é do tipo B<sub>2r</sub>A'a'.

Medeiros et al. (2018) realizaram a classificação climática de Köppen para o estado de Pernambuco, utilizando-se da interpolação Kriging. As classificações mostraram-se sensíveis à orografia, a pluviometria e às variações térmicas, resultando em três tipos climáticos, tipo "AS" em 108 municípios, o tipo semiárido quente com precipitação de verão e inverno seco (BSh) foi registrado em 55 municípios e o tipo "Am" predominou em 20 municípios. Os autores mostraram que o sistema de classificação climática de Köppen é eficiente apenas para a macro escala e com

baixas capacidades para separar os tipos de clima, levando em consideração a temperatura do ar, as chuvas e os elementos resultantes do balanço hídrico.

Mazon et al. (2017) assumem que é importante ressaltar a classificação de Köppen que é baseada apenas nos valores médios pluviais e térmicos. Embora os climatologistas e meteorologistas que analisam o clima histórico sejam capazes de reconstruir as condições climáticas do passado (PINO et al., 2016), muitas vezes limitam sua análise da diversidade climática ao uso dessas variáveis, primeiro porque os registros térmicos e pluviais são os mais comuns e, segundo, porque é fácil medir variáveis por meio da rede de estações meteorológicas automáticas, assim como do banco de dados meteorológicos históricos.

Medeiros et al. (2021) realizaram as classificações climáticas, utilizando-se o modelo de aplicativo de Köppen para a área da Zona da Mata Pernambucana, com a elaboração de gráficos e tabelas. O modelo de classificação de Köppen identificou duas características climáticas: do tipo “Am” em 12 municípios e o tipo “As” predominando em 32 municípios. A altitude é um componente de controle climático, pois devido ao efeito da gravidade, a densidade da atmosfera diminui com a altura.

Para Meis et al. (1981) a análise pluviais no decorrer do tempo podem ser realizadas de diferentes maneiras, possibilitando o reconhecimento do seu comportamento geral e dos seus padrões habituais e extremos. As mudanças no ciclo hidrológico tendem a propiciar arrefecimento dos recursos hídricos que são essenciais para vida, seu uso se faz nas mais diversas atividades como agricultura e no dia-dia das pessoas (Dantas et al., 2007). A agricultura segundo Salati et al. (2006) utiliza 70% de toda água potável do mundo. Em razão disso, estudos vêm se desenvolvendo na busca de metodologias que possibilitem maior economia de água em todo o planeta.

O artigo tem o objetivo de analisar as flutuações hídricas através do computo do balanço hídrico onde se realizara as classificações climáticas pelos métodos de Thornthwaite e Köppen para o Povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira localiza-se na Microrregião do Cariri Oriental (Figura 1) e na Mesorregião da Borborema, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2023). Situado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43’S e longitude 36°36’ a oeste de Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESAs 2023) (Figura 1).

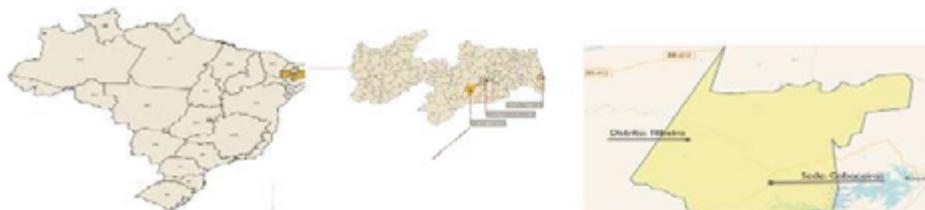


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade

(LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano (Medeiros 2024).

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodois, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESAs 2023).

Utilizaram-se dados mensais pluviiais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo software “Estima – T” disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) entre 2010-2023.

Para o cálculo do BHC utilizado foi o método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2016), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BHC.

Para o desenvolvimento da classificação Climática pelo método de Thornthwaite (1948) Thornthwaite et al, (1955), utilizou-se dos dados de excedentes hídricos (EXC) e das deficiências hídricas (DEF) anuais obtida do BHC para determinar os índices: hídrico ( $I_h$ ), aridez ( $I_a$ ) e umidade ( $I_u$ ), dada pelas Equações 1, 2 e 3.

$$I_h = (EXC/ETP) \times 100 \quad (1)$$

$$I_a = (DEF/ETP) \times 100 \quad (2)$$

$$I_u = (I_h - 0,6) \times I_a \quad (3)$$

Em que:

EXC = excedente hídrico, em mm;  
ETP = evapotranspiração total, em mm;  
DEF = deficiência hídrica, em mm;  
 $I_h$  = índice hídrico;  
 $I_a$  = índice de aridez;  
 $I_u$  = índice de umidade.

Após os cálculos de índice de umidade, consultou-se a chave para determinar o tipo climático da área estudada (Tabela 1). Logo em seguida, com as disponibilidades dos índices de aridez e hídrico determinam-se os subtipos climáticos (Tabela 2). Além disso classificou-se o tipo de clima quanto ao índice térmico, que são definidos com base na evapotranspiração potencial anual, e os seus subtipos que dependem da relação porcentual ETP no verão/ETP anual (Tabela 3 e 4).

Na Tabela 1 têm-se as chaves iniciais para a realização da classificação climática segundo o modelo de Thornthwaite, baseado nos índices de umidade.

Tabela 1. Chave inicial para a classificação climática segundo o modelo de Thornthwaite, baseado nos índices de umidade.

Tipos Climáticos	Índice de Umidade ( $I_u$ )
A - Superúmido	$100 \leq I_u$
B <sub>4</sub> - Úmido	$80 \leq I_u < 100$
B <sub>3</sub> - Úmido	$60 \leq I_u < 80$
B <sub>2</sub> - Úmido	$40 \leq I_u < 60$
B <sub>1</sub> - Úmido	$20 \leq I_u < 40$
C <sub>2</sub> - Subúmido	$00 \leq I_u < 20$
C <sub>1</sub> - Subúmido seco	$-33,33 \leq I_u < 00$
D - Semiárido	$-66,7 \leq I_u < -33,33$
E - Árido	$-100 \leq I_u < -66,7$

Fonte: Pereira et al. (2007).

A Tabela 2 mostra a segunda chave – subtipos climáticos, segundo o modelo de Thornthwaite, baseado nos índices de aridez e umidade.

Tabela 2 – Segunda chave – subtipos climáticos, segundo o modelo de Thornthwaite, baseado nos índices de aridez e umidade.

Climas úmidos (A, B <sub>4</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>1</sub> e C <sub>2</sub> )	Índice de Aridez ( $I_a$ )	Climas secos (C <sub>1</sub> , D e E)	Índices de umidade ( $I_u$ )
r- pequena ou nenhuma deficiência de água	0 – 16,7	d- pequeno ou nenhum excesso de água	0-10
s- moderada deficiência no verão	16,7-33,33	s- moderado excesso de inverno	10-20
W - Moderada deficiência no inverno	16,7-33,33	w- moderado excesso de verão	10-20
S <sub>2</sub> - grande deficiência no verão	> 33,33	S <sub>2</sub> - largo excesso de inverno	20
W <sub>2</sub> - grande deficiência no inverno	> 33,33	W <sub>2</sub> - largo excesso de verão	20

Fonte: Pereira et al. (2007).

Na Tabela 3 tem-se a terceira chave para a classificação climática segundo Thornthwaite, baseado no índice térmico (ETo anual).

Tabela 3. Terceira chave de classificação climática segundo Thornthwaite, baseado no índice térmico (ETo anual).

Tipos climático	Índice térmico (ETo anual)
A' - megatérmico	$\geq 1.140$
B'4 - mesotérmico	997 – 1.140
B'3 - mesotérmico	855 – 997
B'2 - mesotérmico	712 – 855
B'1 - mesotérmico	570 – 712
C'2 - microtérmico	427 – 570
C'1 - microtérmico	285 – 427
D' – tundra	142 – 285
E' – gelo perpétuo	< 142

Fonte: Pereira et al. (2007).

A Tabela 4 mostra a quarta chave para a classificação climática segundo Thornthwaite, baseado na relação entre a ETP de verão (ETPv) e anual (ETP).

Tabela 4. Quarta chave de classificação climática segundo Thornthwaite, baseado na relação entre a ETP de verão (ETPv) e anual (ETP).

Subtipo climático	Concentração da ETP no verão (%)
a'	< 48%
b'4	48 – 51,9
b'3	51,9 – 56,73
b'2	56,3 – 61,6
b'1	61,6 – 68,0
c'2	68,0 – 76,3
c'1	76,3 – 88,00
d'	> 88,00

Fonte: Pereira et al. (2007).

### Método de Köppen (1931)

Este método baseia-se na classificação de várias regiões, tipos e variabilidades climáticas (SOUZA et al, 2013) indicado por três letras, indicando grupo (Tabela 5), do indicador de tipo (Tabela 6) e indicador do subtipo (Tabela 7).

A Tabela 5 mostram a caracterização do indicador de grupo climático para o Método de Köppen.

Tabela 5. Caracterização do indicador de grupo climático

Código	Tipo de clima	Descrição
<b>A</b>	Tropical	Climas megatérmicos; T média do mês mais frio > 18°C; Estação invernal ausente; P anual superior a ETP anual.
<b>B</b>	Árido	Climas secos (P anual <500 mm); ETP anual superior a P anual; Inexistência de cursos d'água permanentes.
<b>C</b>	Temperado	Climas mesotérmicos; T média do mês mais frio entre -3 e 18°C (considerando a mínima média)*; T média do mês mais quente > 10°C; Verão e inverno bem definidas.
<b>D</b>	Continental	Climas microtérmicos; T média do ar do mês mais frio < -3°C; T média do mês mais quente > 10°C; Verão e inverno bem definido.
<b>E</b>	Glacial	Climas polares e de alta montanha; T média no mês mais quente < 10°C; Verão pouco definida ou inexistente.

Tabela 6 tem-se as caracterizações do indicador de tipo climático para o Método de Köppen.

Tabela 6. Caracterização do indicador de tipo climático.

Código	Descrição	Grupo
S	Clima das estepes; P anual média entre 380 e 760 mm.	B
W	Clima desértico; P anual média < 250 mm	B
f	Clima úmido; Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano; Inexistência de estação seca definida; P do mês mais seco > 60 mm.	A-C-D
w	Chuvas de verão.	A-C-D
s	Chuvas de inverno.	A-C-D
w'	Chuvas de verão-outono.	A-C-D
s'	Chuvas de inverno-outono.	A-C-D
m	Clima de monção; P anual média >1500 mm e P do mês mais seco <60 mm	A
T	T média do ar no mês mais quente entre 0 e 10°C	E
F	T média do mês mais quente < 0°C.	E

M	P abundante (inverno pouco rigoroso).	E
---	---------------------------------------	---

Tabela 7 **apresenta** a caracterização do indicador de subtipo climático para o Método de Köppen.

Tabela 7. Caracterização do indicador de subtipo climático

Código	Descrição	Grupo
a: Verão quente	T média do ar no mês mais quente > 22°C.	C-D
b: verão temperado	T média do ar no mês mais quente < 22°C; T média do ar nos 4 meses mais quentes > 10°C.	C-D
c: verão curto e fresco	T média do ar no mês mais quente < 22°C; -T médias do ar > 10°C durante menos de 4 meses; T média do ar no mês mais frio > -38°C.	C-D
d: inverno muito frio	T média do ar no mês mais frio < -38°C.	D
h: seco e quente	T média anual do ar > 18°C; Deserto ou semi-deserto quente (T anual média do ar igual ou superior a 18°C).	B
k: seco e frio	T média anual do ar < 18°C; Deserto ou semideserto frio (T anual média do ar igual ou inferior a 18°C).	B

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

SILVA et al. (2019) afirmaram que a água é um recurso indispensável e essencial para a manutenção de todas as formas de vida e desenvolvimento socioeconômico das sociedades ao redor do mundo. O conhecimento das características climáticas da região, torna-se fundamental para um melhor planejamento das atividades agrícolas.

Na Figura 2 destacam-se as variações pluviométrica, evapotranspiração real e evapotranspiração de referência, em milímetros, mensal, para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba (1910 a 2023). Os valores pluviométricos e evaporação são iguais, ou seja, tudo que choveu foi evaporado. Com evapotranspiração (ETP) anual de 1473,7 mm e suas oscilações mensais fluindo entre 88,6 mm (julho) a 159,9 mm (dezembro), estas variabilidades vem a corroborar com os resultados do estudo de Medeiros (2018).

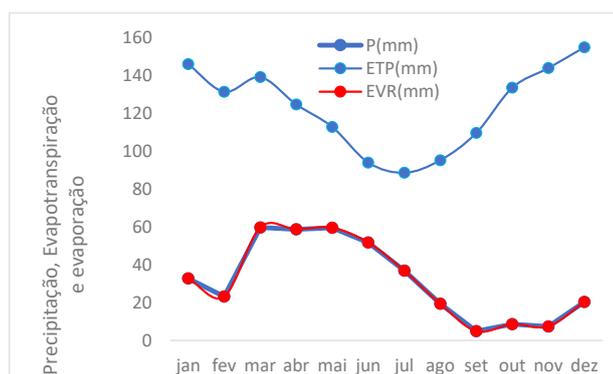


Figura 2. Variação da precipitação, evapotranspiração real e evapotranspiração de referência, em milímetros, mensal, para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba (1910 a 2023).  
Fonte: Medeiros (2024).

Chama-se a atenção quanto a melhor época para realização do plantio das culturas básicas cultivadas na região, onde a semeadura seja feita em períodos de melhor disponibilidade hídrica, visando as fases de maior desenvolvimento das culturas e evitando o período de máxima deficiência de água no solo (Ribeiro et al., 2015).

Passos et al. (2017) mostraram que durante o período de excedente hídrico o solo possui umidade ideal ao crescimento vegetativo garantindo o desenvolvimento suficiente das culturas agrícolas.

Santos et al. (2010), afirma ainda que através da aplicação da metodologia do balanço hídrico mensal é possível determinar um planejamento integrado satisfatório dos recursos hídricos para a região de aplicação dessa metodologia, onde se pode decidir pela aquisição de sistemas de irrigação e cálculo do dimensionamento da lâmina de irrigação, facilitando o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar) com base na evapotranspiração local.

A temperatura oscila de 23,4°C (julho) a 27,0°C (dezembro) com 25,6°C de temperatura anual. A precipitação anual é de 382,9 mm e suas flutuações fluindo de 4,9 mm (setembro) a 59,7 mm (março), a mesma variabilidade pode ser observada para a evaporação, ou seja, tudo que chove automaticamente evapora.

A deficiência hídrica anual é de 1090,8 mm e flutuam entre 42,3 mm (junho) a 136,5 mm em novembro, não se registram excedentes hídricos durante o ano.

As colunas Prec/ETP(%) e Prec/EVR(%) representam os percentuais ocorridos pela evapotranspiração e evaporação em relação aos índices pluviométricos, por exemplo no mês de janeiro evapotranspirou 22,4% acima do valor pluvial do mesmo mês, no caso da evaporação o índice pluvial registrado foi igual ao evaporado.

Tabela 1 – Elementos do balanço hídrico do período de 2010-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,62	100
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,06	100
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	54,99	100
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,54	100
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,25	100
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,511	100
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,474	100
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,156	100
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,12	100
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	25,98	100

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 3 tem-se a representação gráfica do balanço hídrico para o povoado de Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Durante o período em estudo registrou-se deficiências hídricas oscilando -50 mm (junho) a -140 mm (novembro), estes resultados corroboram com o estudo de Medeiros (2018).

No interior da figura tem-se os valores anuais para uma melhor visualização e compreensão da variabilidade do balanço hídrico.

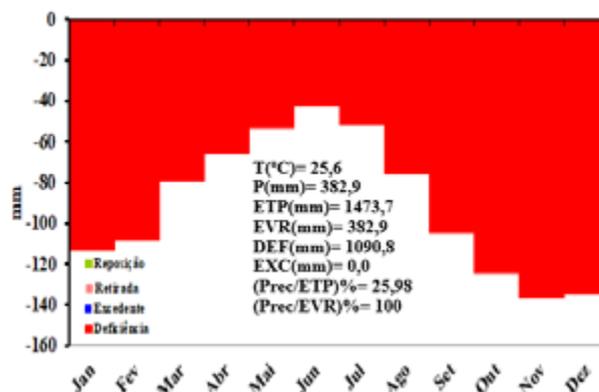


Figura 3 - Representação gráfica do balanço hídrico para o povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

A Tabela 2 ilustra os tipos de classificações climática para o povoado Ribeira de Cabaceiras, Paraíba, pelo método de Thornthwaite e Mather (1948; 1955) para o período normal, chuvoso, regular e seco e a classificação de Köppen. Registrando-se quatro tipos de classificações segundo o modelo de Thornthwaite e Mather.

Tabela 2. Classificação climática do povoado Ribeira de Cabaceiras, PB, pelo método de Thornthwaite e Mather (1948; 1955) para o período normal, chuvoso, regular e seco e a classificação de Köppen.

Thornthwaite e Mather	Normal	Chuvoso	Regular	Seco	Köppen
Classificação	C <sub>1</sub> A'S <sub>2</sub> a'	C <sub>2</sub> C'1a'	C <sub>2</sub> B'2a'	C <sub>2</sub> E'Ra'	BSH

Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

Os índices pluviiais para o povoado em estudo apresentaram pluviometrias isoladas e irregulares durante o ano inteiro devidos seus dados serem interpolados, e nos mostra que no trimestre setembro, outubro e novembro registra as menores pluviometria, salienta-se que ocorrências de chuvas extremas e de curta duração vem ocorrendo na região devidos as mudanças climáticas.

A temperatura média anual é de 25,6 °C, o mês frio (julho) registra temperatura média de 23,4°C e no mês quente (dezembro) a temperatura é de 27,0°C.

As classificações climáticas de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite et al., (1955) consentiram separar eficazmente os climas na área em estudo, obtendo os tipos: C<sub>1</sub>A'S<sub>2</sub>a' no período normal, no período chuvoso o tipo é C<sub>2</sub>C'1a', no período regular obteve-se o tipo C<sub>2</sub>B'2a', no período seco o tipo de clima foi classificado como C<sub>2</sub>E'Ra'. De acordo com a classificação climática de Köppen o clima é do tipo BSH.

As condições evapotranspirativos, evaporativas e as deficiências hídricas são elevadas, não existindo excedente hídrico entre os meses na série de dados estudado.

No geral, as duas classificações não são excludentes nem divergentes, apenas complementares. Ressaltar que a classificação de Köppen (1931) é mais simplificada, abordando menos itens, com destaque apenas na temperatura e período chuvoso, enquanto a metodologia de Thornthwaite (1948) aborda maior quantidade de variáveis, que além da temperatura, estima qualitativamente a pluviosidade e evapotranspiração potencial regional.

## 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*, Viena -AT, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Revista Irriga*, v.14, n.1, p. 1-11, 2009.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras - MG, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Nordeste. Unidade de execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife, 2014, p. 8.
- HOLANDA, R.M.; MEDEIROS, R.M. Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Pantaneira*, V. 16. Pag. 57 - 68, UFMS, Aquidauana-MS, 2019.
- Köppen, W, (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- Köppen, W, Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- MAZON, J.; PINO, D. Meteorodiversity: a new concept for quantifying meteorological diversity. *Weather*, v. 72, n. 5, p. 143-145, 2017.
- MEDEIROS, R.M.; FRANÇA, M.V.; SABOYA, L.M.F.; HOLANDA, R.M., WAGNER R.B.; SALATIEL E. Balanço hídrico e seus comparativos com 1996-2005, 2006-2015 em relação a 2015 no município de São Bento do Una - PE. *E-Acadêmica*. v.3, p.e7532226, 2022.
- MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M. FRANÇA, M.V.; SABOYA, L.M.F.; ROLIM NETO, F.C.; ARAÚJO, W.R.; PEREIRA, M.L.F.; classificação climática de Köppen na Zona da Mata Pernambucana – Brasil. *RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia*. v.2, n.5, 2021.
- MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; VIANA, M. A.; SILVA, V. P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco – Brazil. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 35, n. 3, 2018.
- MEDEIROS, R. M. Estudo agrometeorológicos para o Estado da Paraíba. P150, 2018.
- MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. C.; SOUSA, F. A. S.; GOMES FILHO, M. F. Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Rio de Janeiro, v. 06, n 04, p 652-664, 2013.
- MONTEIRO, J. E. B. A. *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. 1. ed. Brasília: INMET, 2009. 530p.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE BALSAS-MA. *Revista Scientia Agraria*, v.18, n.1, p.83-89, 2017.
- RIBEIRO, A. A.; SIMEÃO, M.; SANTOS, A. R. B. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Píripiri e São João do Piauí, Piauí, Brasil. *Revista Brasileira De Engenharia De Biosistemas*, v. 9, n. 3, p. 228-235, 2015.
- SENTELHAS, P. C.; SANTOS, D. L.; MACHADO, R. E. Water déficit and water surplus maps for Brazil, based on FAO Penman-Monteith potencial evapotranspiration. *Ambi-Água*, v.3, n.3, p.28-42, 2008.
- SILVA, A. O.; MOURA, G. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. *Revista Irriga*, v. 19, n. 1, p. 46-60, 2014.

- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Meteorologia Agrícola. Piracicaba - SP, 2007.
- PINO, D. et al. Meteorological and hydrological analysis of major floods in NE Iberian Peninsula. *J. Hydrol*, v. 541, p. 63-89, 2016.
- SALATI, E.; SANTOS, Â. A.; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes, Scielo- ESTUDOS AVANÇADOS 20 (56), p. 107 – 127, 2006.
- SALES, R. A.; OLIVEIRA, E. C.; LIMA, M. J. A.; GELCER, E. M., SANTOS, R. A.; LIMA, C. F. Ajuste dos coeficientes das equações de estimativa da evapotranspiração de referência para São Mateus, ES. *Revista Irriga*, Botucatu, v. 23, n. 1, p. 154-167, 2018.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B.T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.4(3): 142-149, 2010.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, Noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.4, nº. 3, 2010.
- SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. *Irriga*, v. 19, n. 1, p. 46, 2019.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geography Review*, Nova Iorque, v. 38, n. 1, p. 54-101, 1948.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. (*Climatology*, v. 8, n. 1).

## Capítulo 11

### BALANÇO HÍDRICO E SUAS MUDANÇAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França

#### RESUMO

Na concretização do balanço hídrico (BH) utilizou-se do exemplo de Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) com diferentes capacidades de campo (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva) verificando-se suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência da capacidade de campo no solo no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba. Os dados mensais abrangem 2010-2023 onde, para tanto usaram-se dos parâmetros estatísticos, para se obter médias mensais, anuais, plotando gráficos e tendências. Constatou-se altas temperaturas, o que vem ocasionando altos poderes evapotranspirativos, evaporativos e deficiências hídricas seguidos de registros de não ocorrências de excedentes o que expressa uma das principais características da região semiárida nordestina. Os índices computados de umidade, aridez e hídrico mostraram variabilidades nas CAD's já que as chuvas não foram repostas ao solo.

**Palavras-Chave:** Balanço hídrico, déficit e excedentes hídrico, poder evapotranspirativos e evaporativo.

#### ABSTRACT

In the implementation of the water balance (BH), the example of Thornthwaite (1948) was used; Thornthwaite et al, (1955) with different field capacities (75 mm, CAD 75 mm with +1°C -10% rain and CAD 75 mm with +4°C -20% rain; 100 mm, CAD 100 mm with +1°C -10% rain and CAD 100 mm with +4°C -20% rain; 125 mm, CAD 125 mm with +1°C -10% rain and CAD 125 mm with +4°C -20% rain) verifying their variabilities in the evapotranspiration, evaporation, deficit and surplus water levels, monitoring the influence of the field capacity on the soil in the village of Ribeira de Cabaceiras - Paraíba. The monthly data cover the period 2010-2023, where statistical parameters were used to obtain monthly and annual averages, plotting graphs and trends. High temperatures were observed, which have been causing high evapotranspiration and evaporation powers and water deficiencies, followed by records of non-occurrences of surpluses, which expresses one of the main characteristics of the semiarid region of the Northeast. The computed humidity, aridity and water indices showed variability in the CADs since rainfall was not replenished to the soil.

**Keywords:** Water balance, water deficit and surplus, evapotranspiration and evaporation power.

#### INTRODUÇÃO

Para Muthoni et al. (2018) revelaram que a compreensão dos modelos espaço temporais climáticos é o entendimento no qual se pode realizar novos planejamentos e projetos, visando táticas apropriadas. Todavia, os órgãos adequados poderão aceitar práticas que venham a garantir a demanda, manutenção e oferta d'água a população (Schmidt 2018).

Carmello et al. (2015); Giulio et al. (2019) mostraram que o panorama de mudanças climáticas é a grande demanda crescente do monopólio terrestre se introduz a necessidade da inclusão dos conhecimentos dos fenômenos extremos, de chuvas intensas e de secas prolongadas, pois a população sente diretamente seus impactos, pela carência d'água, inundações, poluição, enchentes, deslizamentos e cheias na terra.

Medeiros et al. (2013) aplicaram a metodologia do BH com o intuito de fornece o saldo d'água para a vegetação, sendo sua, contabilização d'água ocorrida pela precipitação e/ou irrigação e a saída ocasionada pela atividade do poder evapotranspiradas, considerando determinada capacidade d'água. Ainda segundo Medeiros (2016) a avaliação do BH mensal para Matinhas - Paraíba, visou o planejamento da citricultura. O BH resultou em oito meses de DEF (agosto a março) totalizando 354,5 mm, registrou-se excedente hídrico (junho/julho), evapotranspirou 32% acima da pluviometria, evaporou 906,7 mm anual.

Silva (2005) afirma que as variações térmicas e pluviiais são variáveis climáticas essenciais para entendimento e compreensão da dinâmica do meio físico dentro do ciclo hidrológico. A partir do entendimento de seu comportamento sazonal e suas tendências pode-se formular-se estratégia para o planejamento e/ou projeto para o meio ambiente com maior sustentabilidade, geração de energia, indústria, comércio, agropecuária, agricultura transportes entre tantas outras áreas. Alterações nas variáveis térmicas e pluviiais são avaliadas como iminências significativas à sobrevivência de vários ecossistemas, nas quais já foram detectadas. Mudanças térmicas e pluviiais mostram consequências drásticas nos recursos hídricos, afetando o consumo de água doce, as taxas evaporadas e evapotranspiradas, umidade, geração de energia e agricultura.

Concretizar o BH utilizando-se do exemplo de Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) com diferentes capacidades de campo (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva) com o intuito de verificar suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência d'água para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceiras encontra-se na Microrregião Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema e na área mais baixa do Planalto da Borborema, (Figura 1) limitando-se com São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. Tem-se suas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com 391 metros altitude (AESA 2024) (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua

atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, umidade e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca (Medeiros 2024). A classificação climática é do tipo BSH pelo método de Köppen (1928); Köppen et al. (1931), segundo Alvares et al. (2014) reconfirma o tipo estudado.

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodois, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AES 2024).

Os dados pluviométricos correspondem aos anos 2010-2023 onde, usaram da estatística básica, para se obter os elementos estatísticos, plotando os seus respectivos gráficos e tendências. As temperaturas trabalhadas foram estimadas pelo software estima\_T, (Cavalcanti et al., 1994; Cavalcanti et al., 2006).

Nos cálculos do BH utilizaram-se da CAD representativas da área, as CAD's trabalhada foram (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva) com o intuito de verificar suas variabilidades nos níveis evapotranspirativos, evaporativos, déficit e excedentes hídrico monitorado a influência do armazenamento d'água para o povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Utilizou-se do BH desenvolvidos por Medeiros (2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distinção das mudanças climáticas nos comentários dos elementos meteorológicos é de grande estima para os estudos agropecuários, indústria, comércio, agricultura familiar, recursos hídricos e socioeconômicos, podendo proporcionar tendências, para cenários futuros com uma melhor compreensão da dinâmica climática. A caracterização também se faz extraordinário, para o entendimento das potencialidades e fragilidades ambientais, principalmente para o semiárido nordestino.

A Tabela 1 demonstram o resultado do BH da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba com a CAD de 75 mm. Os índices térmicos fluíram de 23,4°C (junho) a 27°C (dezembro), com temperatura anual de 25,6°C, o IPCC (2014) corroboram com estas flutuações. As chuvas totalizaram 382,9 mm com flutuações mensais oscilando de 4,9 mm (setembro) a 59,5 mm (maio).

Os números evaporativos foram iguais aos pluviais, ou seja, tudo que choveu evaporou longo em seguida as ocorrências das chuvas, o resultado do estudo de Araújo et al, (2021) apresentam similaridades.

Não se registro excedentes hídricos no período estudado, visto que a CAD 75 foi insuficiente para a umidade do solo ser resposta. A ETP oscilou de 88,6 mm (julho) a 154,9 mm (dezembro) totalizando 1473,7 mm, resultados análogos podem serem vistos no estudo de França et al. (2020).

Tabela 1 – Balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 75 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Maió	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Na figura 2 observam-se o gráfico do BH no Povoado Ribeira de Cabaceiras com a CAD de 75 mm, destaca-se a predominância da DEF fluindo nos meses com intensidade moderada a forte, ocasionadas pela ausência dos sistemas causadores e/ou provocadores de chuva no povoado. O artigo de Araújo et al. (2021) registra similaridade nas discussões.

Entre os pesquisadores existe uma concordância que as mudanças no clima vêm impactando direto e significativamente nos ecossistemas e nos fatores socioeconômicos, cuja variabilidade resultam em vários impactos, muitos até irreversíveis.

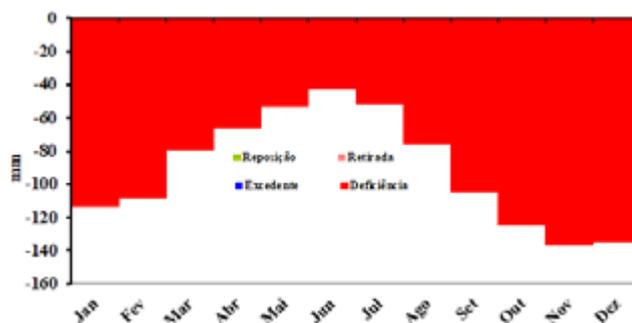


Figura 2 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 75 mm  
Fonte: Medeiros (2024).

A fluutuabilidade atmosférica registrada na tabela 2 foram decorrentes da má distribuição pluvial, ocasionada pelo sistema de bloqueios e a falta de contribuições dos sistemas causadores da pluviometria na região. Com um acréscimo de 1°C e diminuição pluviais de 10% registra-se oscilações térmicas fluindo de 24,4°C (julho) a 28,0°C (dezembro) e com oscilação anual térmica de 26,6°C, estas flutuações estão previstas no estudo do IPCC (2014) e corroboram com a discussões apresentadas. Cota anual de 344,6 mm seus movimentos mensais fluindo de 4,4 mm (setembro) a 53,6 mm. O poder evapotranspirativos superou as cotas das chuvas nos meses estudado, a ETP anual superou a pluviometria superior a cinco vezes. Os valores evaporados

foram iguais aos pluviais. Com total anual 1319,3 mm registrou-se para as DEF, não se registou excedente hídrico, similaridades podem ser conferidas no estudo de França et al. (2020).

Tabela 2 – Balanço hídrico da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 75 mm com aumento +1°C e redução de 10% chuva

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Maió	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

No gráfico do BH do Povoado Ribeira de Cabaceiras com a CAD 75 mm e acréscimo +1°C e diminuição de -10% chuva (Figura 3). Verifica-se predominância das DEF moderada a forte em todos meses estudados, estas variabilidades foram decorrentes dos sistemas de bloqueios e a má distribuição pluvial que não recebeu auxílio dos sistemas locais e regionais, o estudo de Araújo et al. (2021) confirmam as discussões.

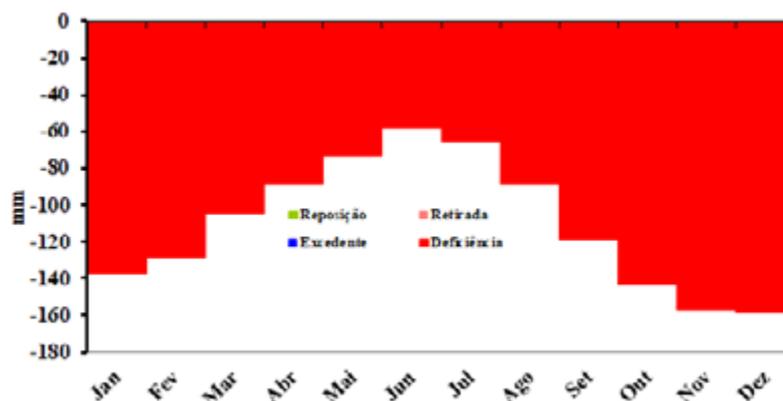


Figura 3 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 75 mm com aumento +1°C e diminuição -10% chuva.

Fonte: Medeiros (2024).

Com ampliação +4°C e uma redução de -20% nos índices das chuvas (Tabela 3) com a CAD de 75 mm, registrou-se acréscimos nas variabilidades térmicas, evapotranspirativos e nas DEF, ocorreu redução na pluviometria e o poder evaporativo igual aos das chuvas, ou seja, chove

e evapora tudo após o termino das ocorrências pluviais. Tais variabilidades estão previstos no IPCC (2014) e Marengo et al. (2021).

Tabela 3 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 75 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Maio	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0
Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
Fonte: Medeiros (2024).

Para a CAD 75 mm com aumento de +4°C nos índices térmicos e redução -20% na pluviometria mensais e anuais a tendência é que os poderes evaporativos e evapotranspirativos vem aumentar suas intensidades e ocasionou deficiências hídricas como demonstrada na Figura 4. Resultados similares foram detectados por Medeiros (2018).

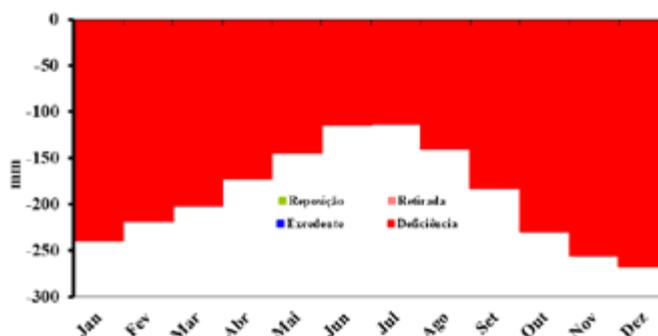


Figura 4 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a (CAD 75) mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Fonte: Medeiros (2024).

Marengo et al. (2013) confirmaram que na camada da troposfera ocorrem os fenômenos meteorológicos e mecanismos climáticos que se relacionam a circulação geral da atmosfera, e com seus mecanismos local e regional, sendo responsáveis pelas variações, oscilações, fluabilidade ou variabilidade climática. Deste modo, o amplo espectro das variações, que ocorrem no espaço (meso e microescala, locais, regionais, continentais e global) e nas escalas de tempo; como: diária, semanal, mensal, anual, decadal e secular, são características intrínsecas e marcantes do clima.

A CAD de 100 mm foi insuficiente para ocasionar EXC, e reduzir os poderes evaporativos e evapotranspirativos (Tabela 4), estudos similares como o de França et al, (2022) confirmam os resultados.

Tabela 4 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Para a CAD de 100 mm (Figura 5), registrou-se DEF em todos os meses estudados. Estas deficiências foram constituídas pelas atividades de bloqueios atmosféricos, má distribuição pluviais e as não contribuições dos sistemas de meso e microescala e dos sistemas local e regional. O estudo de França et al. (2020) apresentam similaridades de discussões e dados.

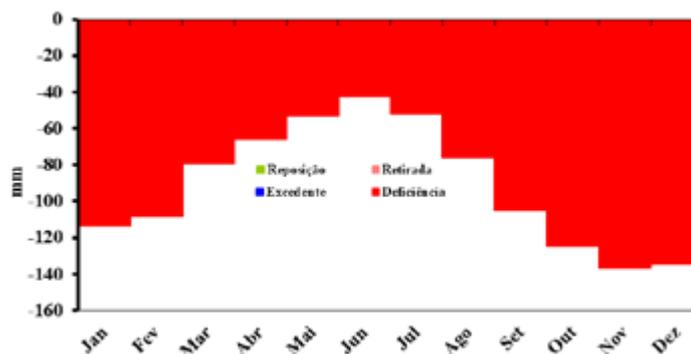


Figura 5 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm.

Fonte: Medeiros (2024).

Para a CAD 100 mm com +1°C e redução de 10% chuva, (Tabela 5) registrou-se elementos climáticos anuais de 26,6°C; chuva anual de 344,6 mm, o valor evaporativo igualou-se ao da chuva; com ETP anual de 1663,9 mm aproximadamente cinco vezes os valores pluviais registrados. Com total mensal de 1319,3 mm foram as DEF registradas, Os EXC não ocorreram visto que a CAD de 100 mm e com 1°C de acréscimo e diminuição de 10% na chuva não foram imprescindíveis para suprir a necessidade do solo. Estudo de Marengo et al, (2011) confirmam as discussões.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Tabela 5 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm com aumento +1°C e redução de 10% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Mai	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 6 destaca-se o gráfico do BH para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 100 mm com elevação de +1°C térmico e redução de 10% nos volumes mensais e anuais das chuvas registradas na área de estudo. Como a CAD não supriu as necessidades hídricas registra-se predominância de forte a moderada em toda a região. O estudo de França et al. (2022) corroboram com os resultados.

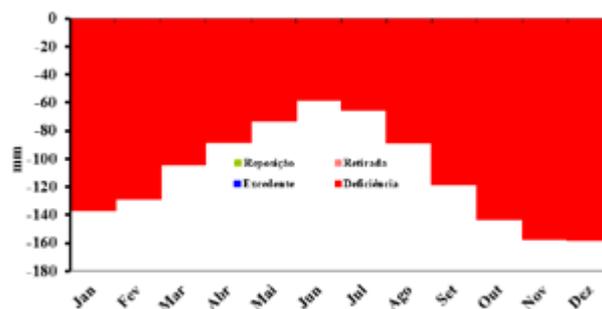


Figura 6 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 100 mm com aumento +1°C -10% chuva.

Fonte: Medeiros (2024).

Na CAD 100 mm e com aumento de +4°C, redução -20% chuva todos os elementos do BH sofreram alterações e ficaram em estado críticos de alerta para manutenção do solo, e sobrevivência humana, conforme afirma IPCC (2014).

Tabela 6 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 100 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Meses	T	P	ETP	EVR	DEF	EXC
-------	---	---	-----	-----	-----	-----

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Mai	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0
Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
Fonte: Medeiros (2024).

Com acréscimo de 4°C na temperatura e redução de 20% nas cotas pluviométricas mensais e anuais da área trabalhada observam-se predominância da DEF para a CAD 100 mm. As chuvas registradas não supriram as necessidades do solo (Figura 7).

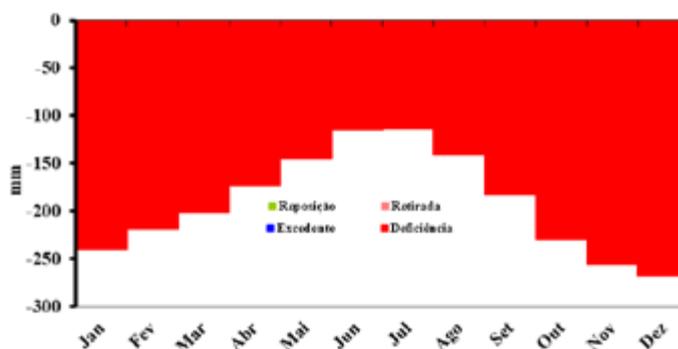


Figura 7 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba de CAD 100 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva  
Fonte: Medeiros (2024).

Não se registrou excedentes hídricos devido a CAD de 125 mm não atingir seu valor estipulado para as exigências do solo, a deficiência hídrica anual superou os índices pluviométricos em mais de 5 vezes, o valor pluvial e evaporativo igualou-se, a temperatura anual foi de 25,6°C estas variabilidades corroboram com os estudos de Marengo et al, (2011); Marengo et al. (2013).

Tabela 7 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 125 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
-------	-----------	-----------	-------------	-------------	-------------	-------------

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Maio	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

A capacidade de armazenamento de água disponível na cad de 125 mm (Figura 8) registrou DEF forte a moderada no ano inteiro. O estudo de Araújo et al. (2021); França et al. (2020); Medeiros (2017) corroboram com as discussões.

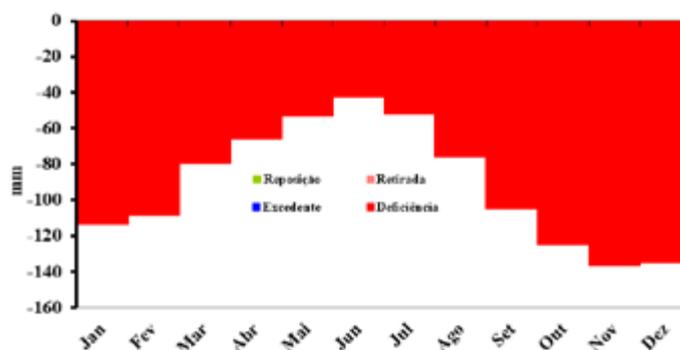


Figura 8 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 125 mm. Fonte: Medeiros (2024).

Com aumento de 1°C e redução de 10% nos índices pluviais (Tabela 8), aumentou todos os elementos do BH deixando o solo seco e vulnerável aos eventos extremos ocasionados por seca moderada a forte.

Tabela 8 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 125 mm com aumento +1°C e redução de 10% chuva.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
-------	-----------	-----------	-------------	-------------	-------------	-------------

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Janeiro	27,8	29,4	166,1	29,4	136,7	0,0
Fevereiro	27,6	20,8	149,2	20,8	128,3	0,0
Março	27,3	53,7	157,7	53,7	104,0	0,0
Abril	26,9	52,8	140,9	52,8	88,1	0,0
Maió	26,0	53,6	126,6	53,6	73,0	0,0
Junho	25,1	46,5	104,8	46,5	58,3	0,0
Julho	24,4	33,1	98,3	33,1	65,2	0,0
Agosto	24,9	17,4	106,0	17,4	88,6	0,0
Setembro	26,0	4,4	123,0	4,4	118,6	0,0
Outubro	27,1	7,8	151,1	7,8	143,3	0,0
Novembro	27,8	6,7	163,7	6,7	157,0	0,0
Dezembro	28,0	18,3	176,5	18,3	158,2	0,0
Ano	26,6	344,6	1663,9	344,6	1319,3	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

As DEF registradas na CAD 125 mm com aumento +1°C -10% chuva (Figura 9) foram decorrentes dos sistemas de bloqueios, má distribuição pluvial e térmica e a não colaboração dos sistemas provocadores de chuvas.

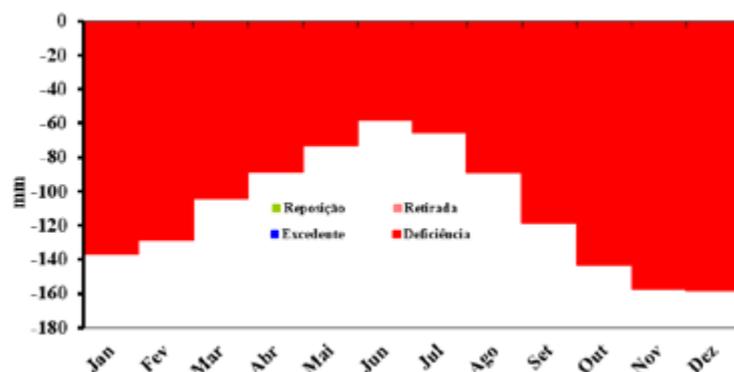


Figura 9– Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 125 mm com aumento +1°C -10% chuva.

Fonte: Medeiros (2024).

A situação já estava crítica para a CAD de 75 mm e 100 mm onde o solo não recuperou água para sobrevivência animal e vegetal, para aumento de 4°C e redução de 20% nas chuvas a situação torna mais críticas ainda, resultados similares foram encontrado por Camargo (1971).

Tabela 9 – Balanço hídrico da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 125 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva.

Meses	T	P	ETP	EVR	DEF	EXC
-------	---	---	-----	-----	-----	-----

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Janeiro	30,8	26,2	265,5	26,2	239,3	0,0
Fevereiro	30,6	18,5	237,0	18,5	218,4	0,0
Março	30,3	47,7	248,8	47,7	201,1	0,0
Abril	29,9	46,9	219,6	46,9	172,7	0,0
Mai	29,0	47,6	192,6	47,6	145,0	0,0
Junho	28,1	41,3	155,0	41,3	113,7	0,0
Julho	27,4	29,4	142,9	29,4	113,5	0,0
Agosto	27,9	15,4	156,0	15,4	140,6	0,0
Setembro	29,0	4,0	186,9	4,0	183,0	0,0
Outubro	30,1	6,9	236,7	6,9	229,8	0,0
Novembro	30,8	5,9	261,5	5,9	255,6	0,0
Dezembro	31,0	16,3	283,9	16,3	267,6	0,0
Ano	29,6	306,3	2586,5	306,3	2280,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
 Fonte: Medeiros (2024).

No gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD 125 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva (Figura 10) destaca-se o predomínio das deficiências hídricas com intensidade forte a moderada na área estudada. O estudo de Araújo et al, (2021) mostram similaridades de resultados.

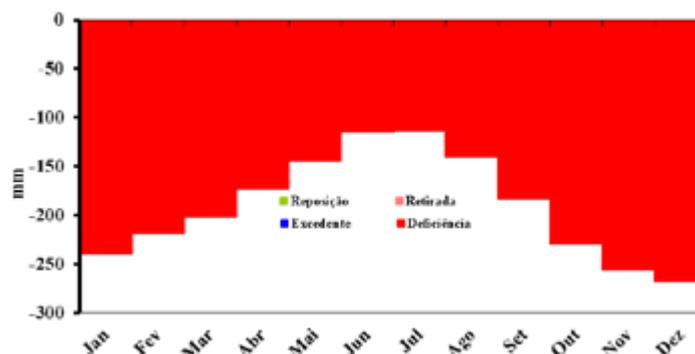


Figura 10 – Gráfico do balanço hídrico no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD 125 mm com aumento e redução +4°C -20% chuva  
 Fonte: Medeiros (2024).

CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva e para a CAD de 125 mm, na tabela 2 destacam-se as variabilidades dos Índices: umidade, aridez e hídrico para a CAD de 75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; CAD de 100 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva e CAD 125 mm com +4°C -20% chuva. O índice de umidade ( $I_u$ ) concebe o excesso hídrico expresso em percentagem da necessidade que é simulada pela evapotranspiração potencial, anuais. Observa-se flutuabilidades significativas nos índices de umidade quando se altera os valores da temperatura e reduz os índices das chuvas (Tabela 2).

O Índice de Aridez ( $I_a$ ) é definido em função da deficiência e evapotranspiração potencial (ambas anuais). Nas variabilidades das mudanças dos  $I_a$  diferenciado para a CAD 75 mm com os aumentos da temperatura e redução na pluviometria.

O índice de aridez apresentou valores diferenciais para as três CAD's estudada (Tabela 2).

Geralmente tem-se durante o ano estações de excesso e falta da água, o índice hídrico é função dos índices de aridez e de umidade. Na tabela 2 podem-se observar as flutuações dos índices hídricos para a área estudada.

**Tabela 2.** Variabilidades dos Índices: umidade, aridez e hídrico para as CAD's (75 mm, CAD 75 mm com +1°C -10% chuva e CAD 75 mm com +4°C -20% chuva; 100 mm, CAD 100 mm com +1°C -10% chuva e CAD 100 mm com +4°C -20% chuva; 125 mm, CAD 125 mm com +1°C -10% chuva, no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Índice/CAD	75		100		125	
	+1°C -10%	+4°C -20%	+1°C -10%	+4°C -20%	+1°C -10%	+4°C -20%
Umidade	74,02	79,29	74,02	88,16	74,02	79,29
Aridez	0,74	0,79	0,74	0,88	0,74	0,79
Hídrico	0,44	-0,48	0,44	-0,53	0,44	-0,48

Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

Constatou-se altas temperaturas na área de estudo, o que vem ocasionando altos poderes evapotranspirativos, evaporativos e deficiências hídricas seguidos de registros de não ocorrências de excedentes o que expressa uma das principais características da região semiárida nordestina.

Os índices computados de umidade, aridez e hídrico através do balanço hídrico comprovaram variabilidades para as CAD's visto que as chuvas não foram necessárias para repor a água do solo.

Fazendo-se necessário um realizar um planejamento, com indicadores estatísticos, para o bem estar das pessoas.

## REFERÊNCIAS

- AESA. (2024). Agencia executiva d'água e clima da Paraíba. [www.aesa.gov.br](http://www.aesa.gov.br)
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SENTELHAS, P.C.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728. 2014.
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; ROLIM NETO, F.C.; (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* ISSN 2675-6218.
- CAMARGO, A.P. Balanço hídrico para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1971. (Boletim técnico, 116).
- CARMELLO, V.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade das chuvas na vertente paranaense da Bacia do Rio Paranapanema - 1999-2000 a 2009-2010. *Revista Ra'e Ga*, Curitiba, v. 33, p. 225-247, 2015.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10. p.140-147. 2006.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157. 1994.
- FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W.R.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; MEDEIROS, R.M.; ROLIM NETO, F.C. Sequential Water Balance for The Municipality of Bom Jesus Piauí, Piauí State, Brazil. *Ijsrm.Human*, 2022; Vol. 19 (3): 111-128.
- FRANÇA, M.V.; FERRAZ, J.X.V.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; ROLIM NETO, F. C. (2020) Balanço hídrico entre 2000-2016 e seu comparativo com o ano de 2016 e sua influência do armazenamento de água no solo no município de Serra Talhada – PE. *Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais*. 1 ed.: Editora Itacaiúnas, v.1, p. 357-365.
- GIULIO, G. M. Di; TORRES, R. R.; VASCONCELLOS, M. da P.; BRAGA, D. R. G. C.; MANCINI, R. M.; LEMOS, M. C. Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no Estado de São Paulo. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, 2019.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- MARENGO, J. A.; BORMA, L. S.; RODRIGUEZ, D. A.; PINHO, P.; SOARES, W. R.; ALVES, L. M. Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation. *American Journal of Climate Change*, v. 2, p. 87-96, 2013.
- 11.Marengo, J.A. Water and climate change. *Advanced Studies*, São Paulo, v. 22, no. 63, p.83-96, 2011.
- 12.Marengo, J.A.; Schaeffer, R.; Zee, D.; Pinto, H.S. Climate change and extreme events in Brazil. Available at: 2021.
- MEDEIROS, R.M.; AZEVEDO, P.V.; SABOYA, L.M.F. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante – PI. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 7, n. 2, p. 170 – 180. 2013.
- MEDEIROS, R.M. Estudo Climático do Município de Matinhas-PB. Editora da Universidade Federal de Campina Grande – EDUFPG. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG [editora@ufcg.edu.br](mailto:editora@ufcg.edu.br). P.150. 2016.
- MEDEIROS, R.M. Planilhas eletrônicas do cálculo do balanço hídrico em conformidade com Thornthwaite e Mather (1948, 1955), 2016.
- MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológicos do estado da paraíba. 178p. 2018.

SCHMIDT, D. M.; LIMA, K. C.; JESUS, E. dos S. Variabilidade climática da disponibilidade hídrica na região semiárida do estado do Rio Grande do Norte. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, v. 41, n. 03, p. 483-491, 2018.

SILVA, J. B.; LLOPART, M.P.; BOIASKI, N. (2005). Temperatura máxima do ar em Pelotas, RS - Tabelas de probabilidades em escalas de tempo pentadal. Revista Brasileira de Meteorologia, 20(2), 267-276.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1957.311 p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).

Capítulo 12

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL UTILIZANDO-SE DE SUBSIDIO DO  
BALANÇO HÍDRICO DO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA,  
BRASIL**

Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França

**RESUMO**

O objetivo é caracterizar a variabilidade dos elementos climáticos e verificar as oscilações do balanço hídrico nos períodos 2010-2016; 2017-2023 e das médias 2010-2016 e 2017-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceiras e com isso constatar possíveis indícios de mudanças climáticas que possam ter ocorrido no período estudado. Os dados pluviiais e térmicos mensais foram agrupados entre 2010-2016; 2017-2023 e as médias dos dois períodos, onde se realizou o Balanço Hídrico. Utilizou-se das series de dados 2010-2023 onde se realizou a análise dos indicativos de mudanças climáticas no povoado Ribeira de Cabaceiras. A metodologia utilizada por Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) se mostraram aceitável, onde podem ser empregues para a realização de planejamento, projeto e realizar monitoramento e preservação das gestões dos recursos hídricos e dos recursos naturais além de monitorar a capacidade do ambiente recuperar-se dos danos causados pela urbanização rural e urbana. Na análise dos dados, observa-se acréscimo dos déficits hídricos e a não presença dos excedentes. Este fato deve-se a impermeabilidade do solo, pelas pavimentações, ocasionado a redução na infiltração de águas das chuvas, redução da umidade, modificações nos fluxos de ventos e a destruição da vegetação por arborização invasoras, gerando mudanças no clima através das alterações em sua superfície.

**Palavras-chave:** Balanço hídrico, variabilidade pluvial e térmica, excedente e déficit hídrico.

**ABSTRACT**

The objective is to characterize the variability of climatic elements and verify fluctuations in the water balance in the periods 2010-2016; 2017-2023 and the 2010-2016 and 2017-2023 averages in Povoado Ribeira de Cabaceiras and thus identify possible signs of climate change that may have occurred during the period studied. Monthly rainfall and thermal data were grouped between 2010-2016; 2017-2023 and the averages of the two periods, where the Water Balance was carried out. The 2010-2023 data series was used, where the analysis of indicators of climate change in the Ribeira de Cabaceiras village was carried out. The methodology used by Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) proved to be acceptable, where they can be used to carry out planning, design and monitor and preserve the management of water resources and natural resources in addition to monitoring the environment's ability to recover from damage caused by rural and urban urbanization. When analyzing the data, an increase in water deficits and the absence of surpluses were observed. This fact is due to the impermeability of the soil, due to the paving, causing a reduction in the infiltration of rainwater, reduction of humidity, changes in wind flows and the destruction of vegetation by invasive trees, generating changes in the climate through changes in its surface.

**Keywords:** Water balance, rainfall and thermal variability, water surplus and deficit.

**INTRODUÇÃO**

Pereira et al. (1997) mostraram que o balanço hídrico (BH), desenvolvido por Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al (1955) é um instrumento empregado para se realizar e monitorar as oscilações do armazenamento de água no solo (CAD). Através da contabilização do suprimento natural pela chuva, e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração, o BH fornece estimativas da evapotranspiração, deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), sendo possível sua realização por meio das escalas diárias até a mensal.

O BH é a principal avaliação de uma determinada região, onde se decide obter a contabilização d'água de uma certa camada do solo aonde se define os períodos secos (DEF) e úmidos (EXC) (Reichardt, 1990), assim, identificando as áreas onde as culturas agrícolas, pecuária, indústria, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos, podendo ser explorada com maior eficácia (Barreto et al., 2009).

Giulio et al., (2019) mostrou que o panorama de mudanças climáticas é a grande demanda crescente do monopólio terrestre se introduz a necessidade da inclusão dos conhecimentos dos fenômenos extremos, de chuvas intensas e de secas prolongadas, pois a população sente diretamente seus impactos, pela carência d'água, inundações, poluição, enchentes, deslizamentos e cheias na terra.

Mendonça (2007) afirmou que as demandas ambientais ligadas direta e/ou indiretamente ao clima corroboram com a intensa vulnerabilidade da sociedade em relação aos fenômenos da natureza e seus impactos.

As ocorrências das mudanças climáticas ocasionadas por razões naturais são, regra geral, lentas, acontecendo na escala de milhares de anos, uma vez que, as alterações causadas pela ação antrópica mostrar-se em poucas décadas. A analogia entre o clima e a organização do espaço vai depender do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade, em particular, e quais seus atributos climáticos são relevantes para cada região ou local. (Cassetti, 1994).

Para Marengo (2011) mais uma problemática aguardadas são as diminuições dos índices pluviiais que poderão atingir até 60% dos valores mensais, sendo assim, os reservatórios de águas ficarão obsoletos restringindo mais ainda as quantidades de água potável para a sobrevivência humana e animal, assim como, ocorreram mudanças da fauna e flora.

França et al. (2021) estimaram o BHS para Bom Jesus Piauí, visando gerar e disponibilizar subsídios para novos projetos e planejamento agrícola regional. Estimaram o BHS gerando os gráficos de precipitação, evapotranspiração, evaporação, temperatura, deficiência e excedente hídrico. Detectaram que no setor agrícola ocorrem riscos de maiores estresses com a ampliação da evapotranspiração e da evaporação. Não está descartada a recorrência do uso de água irrigada. O balanço hídrico sequencial fornece informações detalhadas sobre o comportamento da temperatura, precipitação, evapotranspiração, evaporação, deficiências e excedentes hídricos ao longo dos meses e anos. Esses resultados podem ser utilizados para o planejamento e elaboração de atividades agrícolas, fornecendo subsídios aos produtores regionais e aos tomadores de decisão governamentais.

O objetivo é caracterizar a variabilidade dos elementos climáticos e verificar as oscilações do balanço hídrico nos períodos 2010-2016; 2017-2023 e de suas medeias 2010-2016 e 2017-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceiras e com isso constatar possíveis indícios de mudanças climáticas que possam ter ocorrido no período estudado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceiras encontra-se na Microrregião Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema e na área mais baixa do Planalto da Borborema, (Figura 1) limitando-se com São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. Tem-se suas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com 391 metros altitude (AESA 2024) (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, umidade e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca (MEDEIROS 2024). A classificação climática é do tipo BSH pelo método de Köppen (1928); Köppen et al. (1931), segundo Alvares et al. (2014) reconfirma o tipo estudado.

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoads, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESA 2024).

Os dados pluviométricos correspondem aos anos 2010-2023 onde, usaram da estatística básica, para se obter os elementos estatísticos, plotando os seus respectivos gráficos e tendências. As temperaturas trabalhadas foram estimadas pelo software estima\_T, (Cavalcanti et al, 1994; Cavalcanti et al. 2006).

O clima do Povoado Ribeira de Cabaceiras é caracterizado por forte sazonalidade, definido em dois momentos distinto altamente definido de março a agosto com 82% das chuvas ocorridas anualmente e de setembro a fevereiro com 18% do seu total anual de chuva, ocasionado pelas baixas ocorrências pluvial, umidade e cobertura de nuvens e altos poderes evaporativos e evapotranspirativos.

A classificação climática de Köppen (1928); Köppen et al, (1931) registrou um clima do tipo: Tropical BSH, este resultado tem similaridade com o estudo de Alvares et al. (2014).

A vegetação nativa está perdendo espaço para as algarobas (planta invasora) pois é a vegetação predominante na área estudada além do solo que se encontram alterados devido aos impactos ambientais decorrentes da urbanização e arborização.

Os dados pluviiais e térmicos mensais foram agrupados entre 2010-2016; 2017-2023 e as médias dos dois períodos, onde se realizou o Balanço Hídrico. Utilizou-se dos dados das séries calculadas do Balanço Hídrico Climático, para realizar sua classificação climática e na análise de indicativo de mudanças climáticas no povoado Ribeira de Cabaceiras. Utilizou-se do BH desenvolvidos por Medeiros (2018).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O diagnóstico do balanço hídrico é um dos embasamentos para se conhecer os efeitos antrópicos sobre o meio natural, disponibilidade hídrica e sustentabilidade ambiental, no processo de planejamento urbano, questões ambientais são importantes, pois ajuda na preservação dos recursos naturais e na recuperação ambiental ocasionados pelos danos causados pela urbanização, além de proporcionar um bem-estar à população.

Na Tabela 1 têm-se no resultado do Balanço hídrico de 2010-2016 da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, para a CAD de 100 mm. Os valores anuais registraram: 25,6°C; os valores pluviais e evaporativos foram de 369,9 mm; o poder evapotranspirativos (1486,1 mm) superou os índices pluviais em quatro vezes acima. As deficiências hídricas registradas foram de 1116,2 mm, não ocorreu excedente hídricos.

Estas variabilidades nos elementos do BH de 2010-2016 foram ocasionadas pelas oscilações atmosférica atuando como bloqueio, má distribuição pluvial, baixa cobertura de nuvens, alta incidência solar, estas variabilidades têm similaridades com os estudos de Medeiros (2018); Araújo et al. (2021).

Tabela 1 – Balanço hídrico de 2010-2016 da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para CAD de 100 mm.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,9	42,6	148,3	42,6	105,8	0,0
Fevereiro	26,7	31,7	133,0	31,7	101,4	0,0
Março	26,4	29,6	140,4	29,6	110,8	0,0
Abril	26,0	53,3	125,7	53,3	72,3	0,0
Mai	25,2	44,6	114,4	44,6	69,8	0,0
Junho	24,1	58,8	94,5	58,8	35,8	0,0
Julho	23,5	34,5	88,8	34,5	54,3	0,0
Agosto	23,9	21,9	95,6	21,9	73,7	0,0
Setembro	25,1	5,0	110,3	5,0	105,3	0,0
Outubro	26,1	15,7	134,1	15,7	118,4	0,0
Novembro	26,8	7,2	144,8	7,2	137,5	0,0
Dezembro	27,1	25,0	156,1	25,0	131,2	0,0
Ano	25,6	369,9	1486,1	369,9	1116,2	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

No geral as oscilações entre excedente e deficiências hídricas estudadas, observar irregularidade entre máximos e mínimos mostrando que as chuvas são temporaneamente ocasionadas por fenômenos adversos. As precipitações médias anuais de cada período foram de 369,9 mm; 395,9 mm e 382,9 mm respectivamente, ocasionadas pelos sistemas provocadores e/ou exibidores de chuvas na região.

Na Figura 2 para o período 2010-2016 registra-se deficiências hídricas forte a moderada, ocasionada pela distribuição pluvial irregular e pela capacidade de armazenamento de campo de 100 mm que não supriu as necessidades de água no solo, o estudo de Araújo et al. (2021) tem similaridade com o resultado.

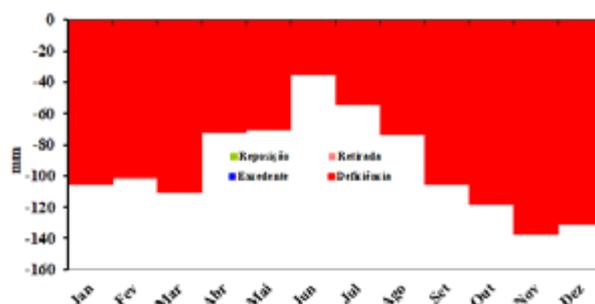


Figura 2 – gráfico do balanço hídrico de 2010-2016 da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm.

Fonte: Medeiros (2024).

Com chuvas irregulares e má distribuídas entre o período de 2017-2023 da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras para a CAD de 100 mm (Tabela 2) choveu neste período 395,9 mm. Registrou-se aumento de 1,1% em relação ao período anterior. Evaporou 395,9 mm igual ao índice pluviométrico. A temperatura anual registradas foi 25,6°C, em relação ao período anterior ocorrem 0,1°C de redução. A ETP registradas foi de 1461,5 mm, evapotranspirado em volta de 4 vezes o valor pluviométrico. O excedente hídrico não aconteceram visto que a CAD 100 mm não preencheu as necessidades do solo, isto está interligados aos sistemas de meso e microescala que foram insuficientes na contribuição das chuvas regional e local. As deficiências hídricas foram acima, da normalidade do período, estas deficiências ocorreram devido à irregularidade pluviométrica. O estudo de Araújo et al. (2021) registra similaridades nas discussões.

Tabela 2 – Balanço hídrico de 2017-2023 da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,7	22,9	143,8	22,9	120,9	0,0
Fevereiro	26,5	14,6	129,7	14,6	115,1	0,0
Março	26,3	89,7	137,8	89,7	48,1	0,0
Abril	25,8	64,0	123,7	64,0	59,7	0,0
Mai	24,9	74,4	111,1	74,4	36,7	0,0
Junho	24,0	44,6	93,5	44,6	48,9	0,0
Julho	23,4	39,1	88,4	39,1	49,3	0,0
Agosto	23,8	16,7	94,8	16,7	78,2	0,0
Setembro	24,9	4,9	108,9	4,9	104,0	0,0
Outubro	26,0	1,6	132,9	1,6	131,3	0,0
Novembro	26,7	7,6	143,1	7,6	135,5	0,0
Dezembro	27,0	15,7	153,8	15,7	138,1	0,0
Ano	25,5	395,9	1461,5	395,9	1065,6	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Com deficiências hídricas moderadas a fortes entre 2017-2023 (Figura 3) da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm, foram ocasionadas pela distribuição irregular e pela falta de auxílios dos sistemas de meso, microescala e dos efeitos local e regional, os estudos de Araújo et al. (2021) e França et al. (2020); corroboram.

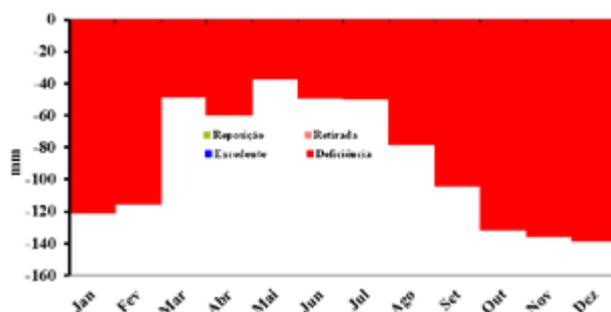


Figura 3 – gráfico do balanço hídrico de 2017-2023 da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm. Fonte: Medeiros (2024).

Na Tabela 3 correspondentes ao Balanço hídrico médio dos períodos 2010-2016 e de 2017-2023 para a área no Povoado Ribeira de Cabaceiras para CAD de 100 mm as variabilidades meteorológicas registradas não diferenciaram muitos do estudo dos períodos, onde se registraram temperatura de 25,6°C, os índices pluviiais e evaporativos foram iguais com 382,9 mm, a evapotranspiração e as deficiências hídricas foram respectivamente de 1473,7 mm e 1090,9 mm, não ocorreram excedentes hídricos.

As chuvas não foram necessárias para supri as deficiências do solo e super a capacidade de campo, similaridades de resultados e discussões podem ser vistos nos estudos de Araújo et al. (2021) e França et al. (2020)

Tabela 3 – Balanço hídrico médio do período 2010-2016 e de 2017-2023 da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para CAD de 100 mm

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0
Mai	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).  
Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 4, observa-se o gráfico do balanço hídrico médio de 2010-2016 e 2017-2023 para à área do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm. No período em estudo tem-se deficiências hídricas moderada a forte ocasionada pela ausência de chuvas que não foram necessárias para suprir o valor da CAD, o estudo de França et al, (2020) e França et al, (2022) corroboram com as discussões.

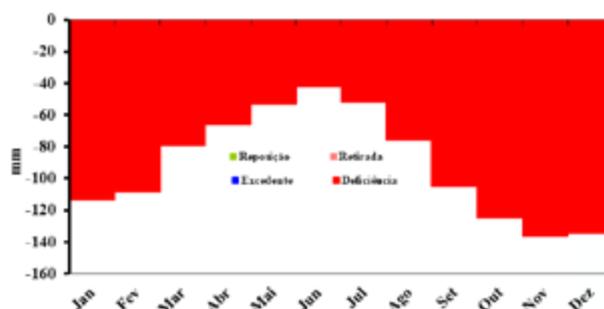


Figura 4 – Gráfico do balanço hídrico de 2010-2016 e 2017-2023 da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm.

Fonte: Medeiros (2024).

Na Tabela 4 tem-se as variabilidades dos resultados dos índices de umidade, aridez e hídricos da área do Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba para a CAD de 100 mm.

O índice de aridez apresenta uma pequena variabilidade de redução para as séries estudadas, o índice de umidade foi o que registrou maiores discrepâncias entre as séries, uma hipótese que pode ser levantada em consideração é que este indicativo climático pode estar direta e/ou indiretamente ligado ao processo de degradação ambiental e urbanização, já que foi observado acréscimo no índice hídrico da primeira série.

Tabela 4 – Representações dos Índices: umidade, aridez e hídricos da área no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba para a CAD de 100 mm.

Anos	Índice umidade	Índice aridez	Índice hídrico
2010-2016	75,11	0,75	-0,45
2017-2023	72,91	0,73	-0,44
Médio dos períodos	74,02	0,74	-0,44

Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

A metodologia utilizada por Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al, (1955) se mostraram aceitável, onde podem ser empregues para a realização de planejamento, projeto e realizar monitoramento e preservação das gestões dos recursos hídricos e dos recursos naturais além de monitorar a capacidade do ambiente em se recuperar dos danos causados pela urbanização rural e urbana.

Na análise dos dados, observa-se acréscimo dos déficits hídricos e a não presença dos excedentes. Este fato deve-se a impermeabilidade do solo, pelas pavimentações, ocasionado a redução na infiltração de águas das chuvas, redução da umidade, modificações nos fluxos de ventos e a destruição da vegetação por arborização invasoras, gerando mudanças no clima através das alterações em sua superfície.

Independente das causas que estejam impactando e/ou alterando a variabilidade climática efetuou-se o BHC com os valores obtidos dos dados históricos térmicos e pluviais para os períodos 2010-2016, 2017-2023 e os das respectivas médias visando identificar possíveis variações de mudanças climáticas na área estudada.

A análise dos dados e a metodologia aplicada vem a contribuir para a ordem de problemas ligados à gestão dos recursos hídricos e dos recursos naturais, de forma a alçar o potencial dos seus usos.

## REFERÊNCIAS

- AESA. (2024). Agencia executiva d'água e clima da Paraíba. [www.aesa.gov.br](http://www.aesa.gov.br)
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M.; SENTELHAS, P.C.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 22, 711–728. 2014.
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; ROLIM NETO, F.C.; (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* ISSN 2675-6218.
- BARRETO, P. N.; SILVA R. B. C.; SOUZA, W. S.; COSTA, G. B.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Belo Horizonte. Anais Belo Horizonte. CD-ROM. 2009.
- CASSETI, V. Elementos de Geomorfologia. Goiânia: Editora da UFG, 1994.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10. p.140-147. 2006.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais...Belo Horizonte: SBMET, 1, p.154-157. 1994.
- FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W.R.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L. M.F.; MEDEIROS, R.M.; ROLIM NETO, F.C. Sequential Water Balance for The Municipality of Bom Jesus Piauí, Piauí State, Brazil. *Ijsrm.Human*, 2021; Vol. 19 (3): 111-128.
- GIULIO, G. M. Di; TORRES, R. R.; VASCONCELLOS, M.P.; BRAGA, D. R. G. C.; MANCINI, R. M.; LEMOS, M. C. Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no Estado de São Paulo. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, 2019.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CHOU, S. C; TOMASELLA; J.; SAMPAIO, G.; ALVES L. M.; OBREGON, G. O.; SOARES, W. R.; BETTS. R.; GILLIN, K. Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil Análise conjunta Brasil - Reino Unidos sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. 56p. 2011.
- MEDEIROS, R.M. Planilhas eletrônicas do cálculo do balanço hídrico em conformidade com Thornthwaite e Mather (1948, 1955), 2016.
- MEDEIROS, R.M. Estudo agrometeorológicos do Estado da Paraíba. 178p. 2018.
- MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I. M. D. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2007.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. Barueri (SP): Manole, 1990.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. Publication in *Climatology* N° 8, Laboratory of Climatology, Centerton, N.J. 1955.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, London, v.38, p.55-94, 1948.

**Capítulo 13**

**VARIABILIDADE INTERANUAL DO BALANÇO HÍDRICO PARA O POVOADO  
RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA ENTRE 2010-2023**

Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França

**RESUMO**

Objetiva-se analisar a disponibilidade hídrica pelo cálculo do balanço hídrico interanual para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba entre os anos de 2010-2023. Utilizaram-se dados mensais pluviométricos (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos. Os dados térmicos (°C) foram gerado pelo software “Estima – T” disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande entre o período de 2010-2023. Para o cálculo do balanço hídrico (BH) interanual utilizou-se do método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BHC. Com chuvas máis distribuídas no espaço de anos compreendido entre 2010-2023 deixaram os anos sem excedentes hídricos exceto o ano de 2022 que registra nos meses de maio a julho, reposição de água nos anos 2022, 2019, 2010-2012, retirada de água nos anos 2022, 2019, 2010-2012. As deficiências hídricas foram registradas em todos anos de estudo, devido à má distribuição pluvial e os efeitos regionais e locais. A evapotranspiração superou os índices pluviométricos em todo período de estudo, e a evaporação igualando aos índices pluviométricos. Quanto ao plantio deve-se seguir-se as normas do ministério da agricultura e realizar plantios diretos e de ciclos super precoces. As informações deverão fornecer subsídios aos governos e aos tomadores de decisões nos casos de seca severas e chuvas torrenciais em curto intervalo de tempo.

**Palavras-chave:** Índice pluvial interanual, evaporação e evapotranspiração potencial, região semiárida, excedentes e deficiência hídrica interanual.

**INTERANNUAL VARIABILITY OF THE WATER BALANCE FOR THE TOWN OF  
RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA BETWEEN 2010-2023**

**ABSTRACT**

The objective is analyze water availability by calculating the interannual water balance for the Ribeira de Cabaceiras Village – Paraíba between the years 2010-2023. Monthly rainfall data (mm) interpolated using the Weighted Average method using the Inverse of the Squared Distance of the surrounding municipalities were used. The thermal data (°C) were generated by the “Estima – T” available on the Universidade Federal de Campina Grande page between the period 2010-2023. To calculate the interannual water balance (WB), the method developed by Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955) was used, for this purpose we used an electronic spreadsheet developed by Medeiros (2018), the value of available soil water capacity (CAD) used was 100 mm, to implement the BHC. With poorly distributed rainfall in the space of years between 2010-2023, they left the years without water surpluses, except for the year 2022, which recorded in the months of May to July, water replacement in the years 2022, 2019, 2010-2012, water withdrawal in years 2022, 2019, 2010-2012. Water deficiencies were recorded in all years of study, due to poor rainfall distribution and regional and local effects. Evapotranspirativos exceeded rainfall rates throughout the study period, and evaporation equaled rainfall rates. Regarding planting, the rules of the Ministry of Agriculture must be followed and direct planting and super early cycles

must be carried out. The information should provide support to governments and decision makers in cases of severe drought and torrential rains in a short period of time.

**Keywords:** Interannual rainfall index, evaporation and potential evapotranspiration, semi-arid region, interannual water surpluses and deficiencies.

## INTRODUÇÃO

Albuquerque et al. (2018), asseguram que na região semiárida brasileira ocorrem flutuações pluviais e armazenamento d'água irregulares, sendo que estas oscilações pluviais diferir significativamente de um ano para outro, desta forma, necessitasse de gestão adaptadas visando obter uma maior eficiência de uso d'água.

O clima semiárido Brasileiro tem como uma característica é a grande irregularidade pluvial, que integrada com as altas oscilações interanuais, ocasionando impactos diretos sobre as atividades agropecuárias, Oliveira et al. (2017); Martins et al. (2018), afirmaram que as informações que auxiliem no monitoramento dos desenvolvimentos agrícolas venham adequar maior segurança aos sistemas produtivos sobre tudo para a área do semiárida brasileira onde necessidade dos recursos hídricos.

França et al. (2020) avaliaram as condições hídricas dos elementos climáticos e da sua variabilidade da capacidade de campo (CAD) propendendo entender as flutuações erosivas do solo em Amparo de São Francisco – Sergipe, através do computo do balanço hídrico (BH). A metodologia aplicada para o cômputo do balanço hídrico foi de Thornthwaite. As capacidades de campo de 25 mm; 50 mm e 75 mm registraram índices erosivos altos. A CAD de 100 mm; 125 mm e 150 mm anotou erosividade moderada, e índices erosivos fracos para a CAD de 175 mm. Os índices pluviais estudados deverão ocasionar mais incidências erosivas onde se esperam chuvas fortes com grandes magnitudes, amplitude e em curto intervalo de tempo. Os resultados indicam situações críticas das condições do solo estudado, o que poderá ocasionar grandes impactos nos recursos hídricos e para a prática de cultura de sequeiro.

Araújo et al. (2021) avaliaram os cômputos dos balanços hídricos anuais do período 1981-2019 para Lagoa Seco - Paraíba e suas oscilações pluviais e evapotranspirativas, seguidamente de suas reposições, retiradas, deficiências e excedentes hídricos interanuais. Os dados pluviais e térmicos médios mensais e anuais de 1981 a 2019. O balanço hídrico foi computado pela metodologia de Thornthwaite. Os anos que o poder evapotranspirativos foi maior que os índices pluviais registram- se em: 1983-1988; 1990 a 1992; 1994; 1996; 1998; 2000; 2008; 2009 2011 e 2019. Os anos em que os índices evaporativos se ou fluíram igualaram abaixo da pluviometria anual foram: 1981; 1993; 1999; 2004; 2006; 2007; 2012 e 2015. Recomenda-se o auxílio da irrigação, mesmo nos períodos de chuva irregulares, pois conclui-se que o poder evaporativo e evapotranspirativos superam os índices pluviais.

Holanda et al. (2019); Matos, et al. (2018), mostraram que o balanço hídrico é obtido computando a demanda e a disponibilidade hídrica por meio dos índices pluviais, evapotranspirativos, evaporativo, armazenamento d'água, e pelo déficit e excesso hídrico. Por meio das informações dos fluxos de entrada (chuva) e saída (evaporação) d'água no solo, o BH, demonstram seus períodos de deficiência e excedente hídrico, fornecendo informações valiosas para os agricultores, pesquisadores e tomadores de decisões, entre tantas outras aplicações da área.

Medeiros (2020) realizou o cômputo do balanço hídrico sequencial para São Bento do Una - PE, propendendo determinar a subsídios ao armazenamento e represamento d'água, em relação à crise hídrica, suscitando e disponibilizando subsídios para preparação de novos planejamento e projeto. Os impactos climáticos vêm causando alterações no BH regional da última década. A degradação ambiental, os efeitos da ação antrópica, vêm antecipando o processo

de mudança do clima regional, afetando diretamente as condições do regime pluvial e da disponibilidade d'água no solo. A necessidade da captação d'água de chuva e de outras fontes de armazenamento auxilia a sobrevivência humana, animal, vegetal e contribuem para os setores agropecuários e em particular o setor avícola da região.

Objetiva-se em analisar a disponibilidade hídrica pelo cálculo do balanço hídrico climatológico interanual para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba entre os anos de 2010-2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira está localizado na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema (Figura 1), o povoado limita-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2023). Posicionado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESAs 2023).

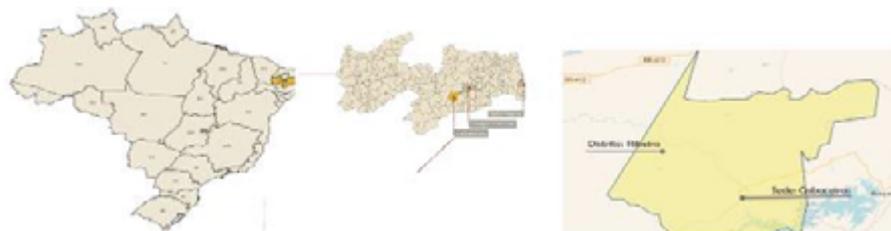


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (LI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano Medeiros (2024).

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoads, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESAs 2023).

Utilizaram-se dados mensais pluviais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo software “Estima – T” disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) entre o período de 2010-2023.

Para o cálculo do balanço hídrico (BH) interanual utilizou-se do método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BHC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Tabela 1 tem-se as variabilidades dos elementos do BH para o ano de 2010 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba. Com temperatura anual de 25,7°C e suas oscilações fluindo de 23,4°C (julho) a 27,4°C (janeiro), a precipitação média anual foi de 383,9 mm e suas oscilações ocorreram entre 0,0 mm (novembro) a 125,0 mm (junho), salienta-se que os valores pluviais registrados foram totalmente evaporados assim que cessou as chuvas, ou seja, tudo que choveu foi evaporado seguidamente. A evapotranspiração anual registrou 1494,7 mm e seus índices mensais oscilaram de 88,1 mm (julho) a 157 mm (janeiro) estas variabilidades deve-se as condições de solo, vegetação e orografia, auxiliado pela intensidade do vento e da radiação solar. Não se registrou excedentes hídricos durante o ano de 2010. As deficiências hídricas fluíram de 0,0 mm (junho) a 137,0 mm (novembro). Nas colunas Prec/ETP(%) e Prec/EVR(%) tem-se o comportamento da precipitação sobre os efeitos evapotranspiradas mês a mês. Tais variabilidades corroboram com o estudo de Medeiros (2018), IPCC (2014) e IPCC (2021).

Tabela 1 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2010 no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	27,4	57,3	157,0	57,4	99,6	0,0	36,5	99,9
Fevereiro	27,1	9,9	140,6	9,9	130,7	0,0	7,0	99,8
Março	26,9	32,2	149,4	32,2	117,2	0,0	21,5	100,0
Abril	26,4	39,1	133,1	39,1	94,0	0,0	29,4	100,0
Maió	25,4	5,7	117,7	5,7	112,0	0,0	4,8	100,0
Junho	24,2	125,0	95,9	95,9	0,0	0,0	130,3	130,3
Julho	23,4	21,3	88,1	35,5	52,6	0,0	24,2	60,1
Agosto	23,7	13,2	92,7	21,4	71,4	0,0	14,2	61,8
Setembro	24,8	5,2	106,6	9,5	97,1	0,0	4,9	54,8
Outubro	25,8	50,0	128,3	51,3	77,0	0,0	39,0	97,4
Novembro	26,5	0,0	137,8	0,8	137,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	26,6	25,0	147,5	25,2	122,3	0,0	17,0	99,2
Ano	25,7	383,9	1494,7	383,9	1110,8	0,0	25,7	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Destacam-se que os índices pluviais e a evaporação foram igualadas, tudo que choveu evaporou ao termino das chuvas, evapotranspirou 1425,9 mm com 27,7% acima do valor pluvial, os índices térmicos e pluviais anuais foram de 25,3°C e 394,9 mm respectivamente, as deficiências hídricas ocorreram em 11 meses exceto o mês de junho, ao passo que não ocorreu excedente hídrico. As duas últimas colunas nos fornecem os poderes evapotranspirativos evaporativos em relação aos índices pluviais (Tabela 2).

Tabela 2 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2011 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,5	55,3	141,2	55,4	85,8	0,0	39,2	99,9
Fevereiro	26,3	6,2	127,6	6,2	121,3	0,0	4,9	99,5
Março	26,0	32,2	133,6	32,2	101,4	0,0	24,1	100,0
Abril	25,5	35,4	119,6	35,4	84,2	0,0	29,6	100,0

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Maio	24,8	5,6	110,0	5,6	104,4	0,0	5,1	100,0
Junho	23,8	122,2	91,9	91,9	0,0	0,0	132,9	132,9
Julho	23,2	20,8	87,3	35,5	51,8	0,0	23,8	58,6
Agosto	23,7	41,5	93,7	47,8	45,8	0,0	44,3	86,8
Setembro	24,7	4,8	106,4	10,7	95,7	0,0	4,5	44,9
Outubro	25,8	44,4	129,2	46,3	82,9	0,0	34,4	95,9
Novembro	26,5	0,0	138,1	1,1	137,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	26,6	26,5	147,3	26,8	120,6	0,0	18,0	99,1
Ano	25,3	394,9	1425,9	394,9	1031,0	0,0	27,7	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

As oscilações térmicas fluíram de 23,4°C (julho) a 27,1°C (dezembro) e sua taxa anual de 25,5°C. O ano de 2012 registrou índice pluviométrico de 593,7 mm e suas flutuações inter mensais fluíram de 0,0 mm (outubro) a 138,4 mm (maio). Evapotranspirou 40,8% acima do valor anual pluviométrico, a evaporação igualou-se aos índices pluviométricos, ou seja, tudo que choveu evaporou logo após o término das chuvas. O mês de maio foi caracterizado como um mês atípico onde não se registrou deficiência hídrica (DEF), o índice anual de DEF foi de 862,3 mm. Não se registrou excedente hídrico durante o ano (Tabela 3).

Estas variabilidades nos elementos do BH podem ser explicadas pela presença dos bloqueios atmosféricos e a não contribuições dos efeitos locais e regionais conforme mostra o estudo de Medeiros (2018); França et al. (2020).

Tabela 3 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2012 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,4	89,0	138,7	89,0	49,6	0,0	64,2	100,0
Fevereiro	26,3	1,0	126,7	1,0	125,7	0,0	0,8	98,1
Março	26,0	95,6	132,7	95,6	37,1	0,0	72,0	100,0
Abril	25,6	85,0	120,8	85,0	35,8	0,0	70,4	100,0
Maio	24,9	138,4	111,7	111,7	0,0	0,0	123,9	123,9
Junho	24,0	48,1	93,2	57,8	35,4	0,0	51,6	83,2
Julho	23,4	77,1	88,9	79,0	9,9	0,0	86,7	97,6
Agosto	23,9	47,1	96,6	53,0	43,6	0,0	48,8	88,9
Setembro	25,1	0,9	111,0	7,0	104,0	0,0	0,8	12,8
Outubro	26,1	0,0	134,5	2,3	132,2	0,0	0,0	0,0
Novembro	26,9	11,0	145,3	11,6	133,7	0,0	7,6	94,9
Dezembro	27,1	0,5	156,0	0,7	155,3	0,0	0,3	75,3
Ano	25,5	593,7	1456,0	593,7	862,3	0,0	40,8	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Não se registrando excedentes hídrico durante os meses do ano de 2013 (Tabela 4), as deficiências hídricas totalizaram 1254,0 mm, os índices pluviométricos foram iguais ao índice evaporativo, e evapotranspiração anual é de 1461,9 mm totalizando 14,2% do total anual da chuva a temperatura anual foi de 25,5°C. O estudo de França (2020) e o de Araújo et al, (2021) corroboram com os resultados apresentados.

Tabela 4 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2013 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T	P	ETP	EVR	DEF	EXC	Prec/ETP	Prec/EVR
-------	---	---	-----	-----	-----	-----	----------	----------

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

	(°C)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)
Janeiro	26,8	37,0	146,7	37,0	109,7	0,0	25,2	100,0
Fevereiro	26,6	65,0	131,8	65,0	66,8	0,0	49,3	100,0
Março	26,4	34,2	139,6	34,2	105,4	0,0	24,5	100,0
Abril	25,9	1,9	124,1	1,9	122,2	0,0	1,5	100,0
Maió	24,8	19,0	110,2	19,0	91,2	0,0	17,2	100,0
Junho	23,8	29,2	90,7	29,2	61,5	0,0	32,2	100,0
Julho	23,2	18,9	85,7	18,9	66,8	0,0	22,0	100,0
Agosto	23,7	0,0	93,8	0,0	93,8	0,0	0,0	0,0
Setembro	24,9	1,3	109,0	1,3	107,7	0,0	1,2	100,0
Outubro	26,0	1,4	132,5	1,4	131,1	0,0	1,1	100,0
Novembro	26,8	0,0	143,3	0,0	143,3	0,0	0,0	0,0
Dezembro	27,0	0,0	154,6	0,0	154,6	0,0	0,0	0,0
Ano	25,5	207,9	1461,9	207,9	1254,0	0,0	14,2	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos do balanço hídrico no ano de 2014 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba podem ser observados na Tabela 5 que registraram temperatura anual de 25,5°C, precipitação total anual de 320,1 mm, a evapotranspiração anual foi de 1487,5 mm, a evaporação anual é igual ao índice pluviométrico anual. Não se registrou excedentes hídricos e a deficiência anual foi de 1167,4 mm, evapotranspirou 21,5% acima do índice anual de chuva, estas variabilidades foram decorrentes da má distribuição pluviométrica ocasionada pelos bloqueios atmosféricos e as não contribuições dos efeitos local e regional, as similaridades das discussões podem ser vistas nos estudos de Araújo et al, (2021) e Medeiros (2018).

Tabela 5 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2014 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,7	0,2	144,1	0,2	143,9	0,0	0,1	100,0
Fevereiro	26,4	2,0	128,8	2,0	126,8	0,0	1,6	100,0
Março	26,2	8,2	136,6	8,2	128,4	0,0	6,0	100,0
Abril	25,9	90,0	124,1	90,0	34,1	0,0	72,5	100,0
Maió	25,3	21,3	116,3	21,3	95,0	0,0	18,3	100,0
Junho	24,3	33,9	96,7	33,9	62,8	0,0	35,0	100,0
Julho	23,5	58,4	89,3	58,4	30,9	0,0	65,4	100,0
Agosto	24,0	30,2	96,8	30,2	66,6	0,0	31,2	100,0
Setembro	25,1	7,7	111,7	7,7	104,0	0,0	6,9	100,0
Outubro	26,3	7,0	137,0	7,0	130,0	0,0	5,1	100,0
Novembro	27,0	32,5	147,2	32,5	114,7	0,0	22,1	100,0
Dezembro	27,2	28,7	158,7	28,7	130,0	0,0	18,1	100,0
Ano	25,7	320,1	1487,5	320,1	1167,4	0,0	21,5	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

O ano de 2015 (Tabela 6) registrou variabilidade térmica fluindo de 23,9°C (julho) a 27,9°C (dezembro) e com 26,0°C anual. A precipitação anual foi de 466,7 mm fluindo de 2,7 mm (março) a 112,8 mm (maio). A ETP anual registrada foi de 1554,8 mm e suas flutuações mensais fluindo entre 93,6 mm (julho) a 174,1 mm (dezembro), salienta-se que evapotranspirou 30%

acima do valor pluvial anual. Os valores da evaporação foram iguais aos índices pluviais, o que choveu foi evaporado. Registrou-se deficiências hídricas em todos os meses do ano. Não ocorreu excedentes hídricos visto que as chuvas ocorridas não ultrapassaram a capacidade de campo neste ano. As colunas Prec/ETP(%) e Prec/EVR(%) nos mostram os percentuais evaporotranspiradas e evaporado mês a mês em relação a chuva. Resultados similares foram detectados por Araújo et al. (2021).

Tabela 6 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2015 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,9	4,2	148,3	4,2	144,1	0,0	2,8	100,0
Fevereiro	26,7	106,3	133,3	106,3	27,0	0,0	79,7	100,0
Março	26,4	2,7	140,2	2,7	137,5	0,0	1,9	100,0
Abril	26,1	55,7	126,7	55,7	71,0	0,0	43,9	100,0
Mai	25,5	112,8	118,4	112,8	5,6	0,0	95,3	100,0
Junho	24,4	36,7	97,8	36,7	61,1	0,0	37,5	100,0
Julho	23,9	38,0	93,6	38,0	55,6	0,0	40,6	100,0
Agosto	24,4	13,1	100,7	13,1	87,6	0,0	13,0	100,0
Setembro	25,6	7,5	118,0	7,5	110,5	0,0	6,4	100,0
Outubro	26,7	3,8	144,5	3,8	140,7	0,0	2,6	100,0
Novembro	27,6	6,9	159,2	6,9	152,3	0,0	4,3	100,0
Dezembro	27,9	79,0	174,1	79,0	95,1	0,0	45,4	100,0
Ano	26,0	466,7	1554,8	466,7	1088,1	0,0	30,0	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

O índice térmico anual de 25,9° C e suas oscilações inter meses fluindo de 23,6°C (julho) a 27,7°C (janeiro), com índice pluvial anual de 221,8 mm e suas oscilações variando de 0,3 mm (novembro) a 66,2 mm (abril). A ETP oscila de 88,9 mm (julho) a 164,2 mm (janeiro), totalizando 1532,6 mm ano. Salienta-se que os valores pluviais foram iguais aos valores evaporados. Com 1310,8 mm ano foi o valor da deficiência hídrica para o ano de 2016 (Tabela 7), não se registrou excedente hídrico durante o ano em estudo, nas colunas Prec/ETP(%) e Prec/EVR(%) tem-se os valores mensais evaporativos em relação a precipitação registrada. Similaridade de resultados podem serem lidos nos artigos de França et al. (2020) e Araújo et al. (2021).

Tabela 7 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2016 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	27,7	55,0	164,2	55,0	109,2	0,0	33,5	100,0
Fevereiro	27,3	31,2	143,6	31,2	112,4	0,0	21,7	100,0
Março	27,0	2,1	151,6	2,1	149,5	0,0	1,4	100,0
Abril	26,4	66,2	131,9	66,2	65,7	0,0	50,2	100,0
Mai	25,4	9,6	117,3	9,6	107,7	0,0	8,2	100,0
Junho	24,3	16,4	95,9	16,4	79,5	0,0	17,1	100,0
Julho	23,6	7,2	88,9	7,2	81,7	0,0	8,1	100,0
Agosto	24,0	8,2	95,2	8,2	87,0	0,0	8,6	100,0
Setembro	25,1	7,5	109,9	7,5	102,4	0,0	6,8	100,0
Outubro	26,1	3,1	133,7	3,1	130,6	0,0	2,3	100,0

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Novembro	26,8	0,3	143,8	0,3	143,5	0,0	0,2	100,0
Dezembro	27,1	15,0	156,6	15,0	141,6	0,0	9,6	100,0
Ano	25,9	221,8	1532,6	221,8	1310,8	0,0	14,5	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

O ano de 2017 (Tabela 8) registra temperatura anual de 25,7°C, precipitação anual de 172,8 mm, evapotranspiração de 1485,2 mm e evaporação de 172,8 mm, deficiência hídrica totalizando 1312,4 mm e sem ocorrência de excedente hídrico em todos os meses. Evapotranspirou 14,5% do valor acima do índice pluviométrico, estas oscilações foram ocasionadas pela não atuação dos sistemas de meso e microescala e dos seus auxílios regional e local, resultados similares foram detectados por Medeiros (2018).

Tabela 8 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2017 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,9	1,4	148,3	1,4	146,9	0,0	0,9	100,0
Fevereiro	26,8	0,7	134,8	0,7	134,1	0,0	0,5	100,0
Março	26,5	1,6	142,3	1,6	140,7	0,0	1,1	100,0
Abril	26,0	60,0	126,5	60,0	66,5	0,0	47,4	100,0
Mai	25,2	16,6	115,6	16,6	99,0	0,0	14,4	100,0
Junho	24,2	30,4	95,5	30,4	65,1	0,0	31,8	100,0
Julho	23,6	43,4	90,1	43,4	46,7	0,0	48,2	100,0
Agosto	24,0	6,4	96,5	6,4	90,1	0,0	6,6	100,0
Setembro	25,0	7,9	109,6	7,9	101,7	0,0	7,2	100,0
Outubro	26,0	2,4	132,6	2,4	130,2	0,0	1,8	100,0
Novembro	26,7	0,0	142,2	0,0	142,2	0,0	0,0	0,0
Dezembro	26,8	2,0	151,4	2,0	149,4	0,0	1,3	100,0
Ano	25,7	172,8	1485,2	172,8	1312,4	0,0	11,6	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

No ano de 2018 (Tabela 9) as chuvas registradas foram de baixa magnitudes e intensidades gerando um total anual de 234,7 mm com oscilações mensais fluindo de 0,0 mm (setembro/outubro) a 92,5 mm (março). Os Índices térmicos oscilam de 23,4°C a 27,3°C com total anual de 25,5°C. A ETP anual de 1471,0 mm, fluindo de 88,3 mm (julho) a 161,1 mm (dezembro). Os valores da EVR foram iguais ao pluviométricos, significando que tudo que choveu evaporou. A deficiência anual foi 1236,3 mm, não se registrou evaporação. As colunas Prec/ETP(%) e Prec/EVR(%) estimam os valores evaporativos mensais em relação a pluviometria. As oscilações nos elementos meteorológicos ocorridos durante o ano foram ocasionadas pelos sistemas de bloqueios atmosféricos, a má distribuição dos efeitos de meso e microescala e a ausência dos efeitos regionais e locais, resultados com similaridades podem serem vistos nos estudos de Araújo et al. (2022) e França et al. (2020).

Tabela 9 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2018 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,6	19,4	142,5	19,4	123,1	0,0	13,6	100,0
Fevereiro	26,4	7,8	127,7	7,8	119,9	0,0	6,1	100,0

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Março	26,1	92,5	135,4	92,5	42,9	0,0	68,3	100,0
Abril	25,7	75,0	121,3	75,0	46,3	0,0	61,8	100,0
Maió	24,9	12,4	110,4	12,4	98,0	0,0	11,2	100,0
Junho	23,9	7,6	92,1	7,6	84,5	0,0	8,2	100,0
Julho	23,4	2,1	88,3	2,1	86,2	0,0	2,4	100,0
Agosto	23,9	0,3	95,3	0,3	95,0	0,0	0,3	100,0
Setembro	25,1	0,0	110,9	0,0	110,9	0,0	0,0	0,0
Outubro	26,3	0,0	136,8	0,0	136,8	0,0	0,0	0,0
Novembro	27,1	13,0	149,0	13,0	136,0	0,0	8,7	100,0
Dezembro	27,3	4,6	161,1	4,6	156,5	0,0	2,9	100,0
Ano	25,5	234,7	1471,0	234,7	1236,3	0,0	16,0	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Na Tabela 10 registrou-se temperatura anual de 25,3°C, pluviometria de 309,0 mm igualando-se aos índices evaporativo, evapotranspiração 1430,6 mm com 21,6% evapotranspiradas acima do valor pluvial, as deficiências hídricas totalização 1121,6 mm e não se registrou excedente hídrico durante o ano, as chuvas ocorridas não foram necessárias e suficientes para atingir ou ultrapassar a capacidade de água disponível no solo,

Tabela 10 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2019 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,3	22,5	137,0	22,5	114,5	0,0	16,4	100,0
Fevereiro	26,1	15,0	123,6	15,0	108,6	0,0	12,1	100,0
Março	25,9	50,6	132,0	50,6	81,4	0,0	38,3	100,0
Abril	25,4	84,2	117,9	84,2	33,7	0,0	71,4	100,0
Maió	24,7	16,6	108,3	16,6	91,7	0,0	15,3	100,0
Junho	23,7	19,4	90,8	19,4	71,4	0,0	21,4	100,0
Julho	23,2	61,2	86,4	61,2	25,2	0,0	70,8	100,0
Agosto	23,7	35,4	94,5	35,4	59,1	0,0	37,5	100,0
Setembro	24,9	3,3	109,0	3,3	105,7	0,0	3,0	100,0
Outubro	26,1	0,4	133,6	0,4	133,2	0,0	0,3	100,0
Novembro	26,7	0,3	142,6	0,3	142,3	0,0	0,2	100,0
Dezembro	27,0	0,1	154,7	0,1	154,6	0,0	0,1	100,0
Ano	25,3	309,0	1430,6	309,0	1121,6	0,0	21,6	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

As chuvas ocorridas ou registradas no ano de 2020 (Tabela 11) foram suficientes para ultrapassar a capacidade de água disponível do solo, deixando os índices pluviiais com 407,7 mm e não reduzir os valores evaporativo e nem causar excedentes hídricos, evapotranspirou 31,9% acima das chuvas ocorridas, as deficiências hídricas totalizaram 1005,9 mm, resultados similares foram discutidos no estudo de Araújo et al. (2022).

Tabela 11 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2020 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,9	7,7	148,0	7,7	140,3	0,0	5,2	99,8

OSCILAÇÕES E VARIABILIDADES CLIMÁTICAS NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Fevereiro	26,7	32,2	132,9	32,2	100,7	0,0	24,2	100,0
Março	26,5	225,0	141,1	141,1	0,0	0,0	159,5	159,5
Abril	26,0	87,0	126,4	114,3	12,1	0,0	68,9	76,1
Mai	25,1	55,8	114,3	80,9	33,4	0,0	48,8	69,0
Junho	24,1	29,2	94,7	44,3	50,3	0,0	30,8	65,8
Julho	23,4	12,9	88,0	21,6	66,5	0,0	14,7	59,9
Agosto	23,8	2,4	94,2	7,0	87,2	0,0	2,5	34,1
Setembro	24,9	10,8	108,4	12,7	95,7	0,0	10,0	84,9
Outubro	26,0	0,2	132,2	1,1	131,2	0,0	0,2	19,0
Novembro	26,7	4,4	142,3	4,6	137,7	0,0	3,1	95,0
Dezembro	27,0	3,1	154,1	3,2	151,0	0,0	2,0	98,1
Ano	25,6	470,7	1476,6	470,7	1005,9	0,0	31,9	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Na Tabela 12 observam-se as flutuações dos elementos do balanço hídrico no ano de 2021 no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba. Onde evapotranspirou 25,4% acima do total anual pluvial que foi de 371,0 mm, os valores da evaporação foram iguais aos índices pluviais, com 1088,2 mm de deficiência hídrica anual, as duas últimas colunas nos mostram os poderes evaporativos mensais em relação a chuva. As chuvas ocorridas sofreram bloqueios, atmosféricos, má distribuição e não receberam auxílios regional e local, para França et al, (2022) as similaridades no seu estudo são bastante expressivas.

Tabela 12 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2021 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	27,0	34,6	148,8	34,6	114,2	0,0	23,2	100,0
Fevereiro	26,7	24,4	133,9	24,4	109,5	0,0	18,2	100,0
Março	26,5	60,2	141,2	60,2	81,0	0,0	42,6	100,0
Abril	26,0	55,3	126,1	55,3	70,8	0,0	43,8	100,0
Mai	25,1	61,0	113,8	61,0	52,8	0,0	53,6	100,0
Junho	24,0	44,4	93,9	44,4	49,5	0,0	47,3	100,0
Julho	23,3	39,1	87,7	39,1	48,6	0,0	44,6	100,0
Agosto	23,7	18,4	93,2	18,4	74,8	0,0	19,7	100,0
Setembro	24,8	3,1	106,5	3,1	103,4	0,0	2,9	100,0
Outubro	25,8	0,1	128,7	0,1	128,6	0,0	0,1	100,0
Novembro	26,5	0,2	138,0	0,2	137,8	0,0	0,1	100,0
Dezembro	26,6	30,2	147,4	30,2	117,2	0,0	20,5	100,0
Ano	25,5	371,0	1459,2	371,0	1088,2	0,0	25,4	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Na Tabela 13 tem-se as flutuações dos elementos do balanço hídrico no ano de 2022 no Povoado Ribeira de cabaceira – Paraíba, sendo considerado um ano muito chuvoso com total anual de 778,4 mm com flutuações mensais oscilando de 0,2 mm (setembro) a 263,4 mm (maio). A temperatura anual foi de 25,4°C. Evapotranspirou 1440,7 mm, chovendo 54% acima do valor evapotranspiradas a evaporação total foi de 720,6 mm. Registrou-se excedente hídrico em três meses totalizando 58,3 mm, as deficiências hídricas ocorreram em nove meses totalizando 720,6 mm. Os fatores provocadores de chuvas na área de estudo atuaram com bastante significância

ocasionando chuvas acima dos padrões normais. Resultados similares foram detectados por Medeiros (2020).

Tabela 13 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2022 no Povoado Ribeira de Cabaceira/ Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,5	50,4	139,9	50,8	89,2	0,0	36,0	99,3
Fevereiro	26,3	0,3	127,1	0,5	126,7	0,0	0,2	61,7
Março	26,0	118,5	133,1	118,5	14,6	0,0	89,0	100,0
Abril	25,6	36,6	120,2	36,6	83,6	0,0	30,4	99,9
Mai	24,9	263,4	110,9	110,9	0,0	52,5	237,6	237,6
Junho	23,9	95,4	92,6	92,6	0,0	2,8	103,1	103,1
Julho	23,3	91,0	88,1	88,1	0,0	2,9	103,3	103,3
Agosto	23,8	46,8	95,1	85,1	10,0	0,0	49,2	55,0
Setembro	24,9	0,2	108,7	41,0	67,6	0,0	0,2	0,5
Outubro	26,0	0,4	131,8	15,6	116,1	0,0	0,3	2,6
Novembro	26,7	28,4	141,7	32,2	109,5	0,0	20,0	88,2
Dezembro	26,8	47,0	151,6	48,2	103,4	0,0	31,0	97,6
Ano	25,4	778,4	1440,7	720,1	720,6	58,3	54,0	108,1

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Nos valores anuais registraram-se temperatura de 25,6°C, precipitação 434,4 mm sendo igual ao valor evaporado, evapotranspirou 1469,9 mm com 29,6% dos valores acima do índice pluviométrico, as deficiências hídricas totalizaram 1035,5 mm, não se registrou excedentes hídricos. O ano de 2023 (Tabela 14) foi caracterizado com chuva moderada a forte ocasionado temporais em tempo isolados de alta magnitude e intensidade.

Tabela 14 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2023 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,6	24,0	142,3	24,0	118,3	0,0	16,9	100,0
Fevereiro	26,4	22,1	128,3	22,1	106,2	0,0	17,2	100,0
Março	26,4	79,7	140,1	79,7	60,4	0,0	56,9	100,0
Abril	26,1	50,1	128,1	50,1	78,0	0,0	39,1	100,0
Mai	24,5	95,3	104,8	95,3	9,5	0,0	90,9	100,0
Junho	24,1	85,7	94,7	85,7	9,0	0,0	90,5	100,0
Julho	23,6	23,8	90,3	23,8	66,5	0,0	26,4	100,0
Agosto	23,9	7,0	95,1	7,0	88,1	0,0	7,4	100,0
Setembro	25,0	9,0	109,1	9,0	100,1	0,0	8,3	100,0
Outubro	26,2	7,8	134,7	7,8	126,9	0,0	5,8	100,0
Novembro	26,9	6,9	146,0	6,9	139,1	0,0	4,7	100,0
Dezembro	27,1	23,0	156,4	23,0	133,4	0,0	14,7	100,0
Ano	25,6	434,4	1469,9	434,4	1035,5	0,0	29,6	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (ETR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos do balanço hídrico no ano de 2010-2023 (Tabela 15) no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba, registraram temperatura anual de 25,6°C, índice pluviométrico de 382,9 mm,

evapotranspiração de 1473,7 mm com 26% de evapotranspiração acima da pluviometria, a evaporação igualou-se aos índices pluviais, registrou-se deficiências hídricas de 1091,8 mm se ocorrência de excedentes hídricos, resultados similares podem ser observados no estudo de Araújo et al. (2021).

Tabela 15 – Elementos do balanço hídrico no ano de 2010-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	32,7	146,0	32,7	113,3	0,0	22,4	100,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,4	23,2	108,2	0,0	17,6	100,0
Março	26,3	59,7	139,1	59,7	79,4	0,0	42,9	100,0
Abril	25,9	58,7	124,7	58,7	66,0	0,0	47,1	100,0
Maió	25,0	59,5	112,8	59,5	53,2	0,0	52,8	100,0
Junho	24,1	51,7	94,0	51,7	42,3	0,0	55,0	100,0
Julho	23,4	36,8	88,6	36,8	51,8	0,0	41,5	100,0
Agosto	23,9	19,3	95,2	19,3	75,9	0,0	20,3	100,0
Setembro	25,0	4,9	109,6	4,9	104,6	0,0	4,5	100,0
Outubro	26,1	8,6	133,5	8,6	124,9	0,0	6,5	100,0
Novembro	26,8	7,4	143,9	7,4	136,5	0,0	5,2	100,0
Dezembro	27,0	20,3	154,9	20,3	134,6	0,0	13,1	100,0
Ano	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	26,0	100,0

Legenda: Temperatura (T), Precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Evaporação (EVR), Deficiência hídrica (DEF) e Excedente Hídrico (EXC).

Fonte: Medeiros (2024).

As finalidades dos índices climáticos: aridez, umidade e hídrico é a caracterização climática de uma área e/ou região. A utilização dos índices e verificar possíveis alterações em função da capacidade de água disponível no solo (CAD) assim como sua classificação climática.

O Índice de Aridez caracteriza-se por indicar a deficiência hídrica expressa em percentagem da evapotranspiração potencial (necessidade). O índice de umidade representa o excesso hídrico expresso em percentagem da necessidade que é representada pela evapotranspiração potencial, ambas anuais.

A Tabela 16 demonstram as oscilações pluviais, térmicas, evapotranspiração, evaporação deficiências, excedentes hídricos e os índices de umidade, aridez e hídrico para 2010-2023 no Povoado Ribeira de cabaceira.

O ano com maior registro de temperatura foi 2015 com 26°C e o de menor oscilação térmica foi 2011 e 2019 com 25,3°C.

A maior incidência pluvial foi no ano de 2022 com 778,4 mm e sua menor variabilidade pluvial ocorreu no ano de 2017 com 172,8 mm.

Os valores da evaporação inter anos foram iguais aos valores pluviais. A maior taxa de evapotranspiração registrou-se no ano de 2015 com 1554,8 mm e sua menor taxa verificou-se no ano de 2019 com 1430,6 mm.

O único ano de excedente hídrico foi 2022 com 58,3 mm. A deficiências hídricas fluíram de 862,3 mm (2012) a 1312,4 mm (2017).

O índice de umidade oscilou de 50 (2022) a 88,4 (2°17); os índices de aridez flutuam entre 0,5 (2022) a 0,9 (2013, 2016, 2017). Os índices hídricos fluem de -0,3 (2022) a -0,5 (2013, 2016, 2017, 2018 e 2019).

Estas variabilidades corroboram com os estudos de França et al. (2021) e Medeiros (2018). Os elementos meteorológicos foram ocasionados por bloqueios atmosféricos, não contribuição aos efeitos de microescala, regional e local.

Tabela 16 – Demonstrativos dos elementos anuais dos balanços hídricos e dos índices: Umidade, aridez e hídrico dos anos de 2010-2023 no Povoado Ribeira de Cabaceira/Paraíba.

Anos	Temp (°C)	Prec (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Índice Umidade (I <sub>u</sub> )	Índice Aridez (I <sub>a</sub> )	Índice Hídrico (I <sub>h</sub> )
2010	25,7	383,9	1494,7	383,9	1110,8	0,0	74,3	0,7	-0,4
2011	25,3	394,9	1425,9	394,9	1031,0	0,0	72,3	0,7	-0,4
2012	25,5	593,7	1456,0	593,7	862,3	0,0	59,2	0,6	-0,4
2013	25,5	207,9	1461,9	207,9	1254,0	0,0	85,8	0,9	-0,5
2014	25,7	320,1	1487,5	320,1	1167,4	0,0	78,5	0,8	-0,5
2015	26,0	466,7	1554,8	466,7	1088,1	0,0	70,0	0,7	-0,4
2016	25,9	221,8	1532,6	221,8	1310,8	0,0	85,5	0,9	-0,5
2017	25,7	172,8	1485,2	172,8	1312,4	0,0	88,4	0,9	-0,5
2018	25,5	234,7	1471,0	234,7	1236,3	0,0	84,0	0,8	-0,5
2019	25,3	309,0	1430,6	309,0	1121,6	0,0	78,4	0,8	-0,5
2020	25,6	470,7	1476,6	470,7	1005,9	0,0	68,1	0,7	-0,4
2021	25,5	371,0	1459,2	371,0	1088,2	0,0	74,6	0,7	-0,4
2022	25,4	778,4	1440,7	720,1	720,6	58,3	50,0	0,5	-0,3
2023	25,6	434,4	1469,9	434,4	1035,5	0,0	70,4	0,7	-0,4
2010-2023	25,6	382,9	1473,7	382,9	1090,8	0,0	74,0	0,7	-0,4

Legenda: Temp (°C) = Temperatura; Prec (mm) = Precipitação; ETP (mm) = Evapotranspiração; EVR (mm) = Evaporação; DEF (mm) = Deficiência hídrica; EXC (mm) = Excedente hídrico;

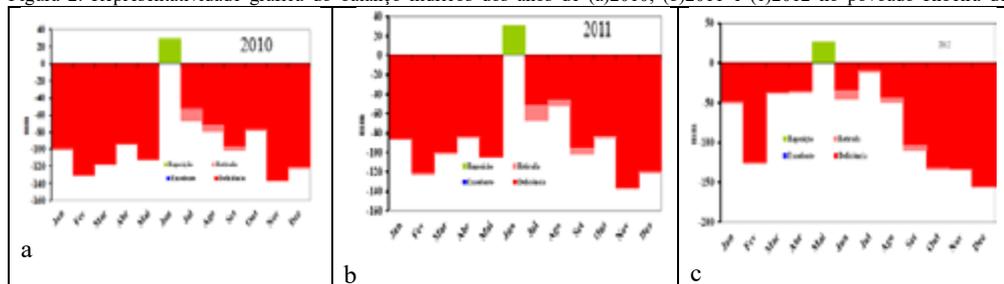
Fonte: Medeiros (2024).

A Figura 2a corresponde ao computo do balanço hídrico (BH) do ano de 2010, predomina as deficiências hídricas entre os meses de julho a maio, o mês de junho registrou-se reposição de água no solo por volta de 20 mm, ocasionado por chuvas moderadas e isoladas, o estudo de Araújo et al. (2021) apresentam similaridades com as discussões.

Com pequena porção de água repostada ao solo e com intensa deficiência hídrica registrada em 11 meses devidos as não contribuições dos efeitos regionais e locais e os bloqueios dos sistemas de meso e microescala nos fatores provocadores e inibidores das chuvas na área de estudo para o ano de 2011 (Figura 2b). O estudo de França et al. (2020); corroboram.

As chuvas ocorridas no ano de 2012 (Figura 2c) no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, foram melhores que as cotas pluviométricas dos dois anos anteriores, ocorrendo reposição de água no mês de maio, e pequena deficiência hídrica no mês de julho, nos demais meses do ano civil predominaram as deficiências hídricas moderadas a forte, os estudos de Araújo et al. (2021); França et al. (2020) tem similaridades com as discussões.

Figura 2. Representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos de (a)2010, (b)2011 e (c)2012 no povoado Ribeira de



Cabaceiras Paraíba.

Fonte: Medeiros (2024).

Os índices pluviométricos registrados no ano de 2013 (Figura 3a) não foram necessários para ultrapassar a capacidade de campo de 100 mm, deixando todos os meses com deficiências hídricas acentuadas. O estudo de Matos et al. (2018) demonstrou similaridades nos resultados.

Na Figura 3b observam-se as variabilidades das deficiências hídricas ocorridas no ano de 2014, ocasionadas pela má distribuição pluvial, provocadas pelos bloqueios atmosféricos de larga e microescala e a não contribuição dos efeitos regionais e locais, tais similaridades podem ser discutidas no artigo de França et al. (2020). Os sistemas provocadores de chuvas para ano 2015 (Figura 3c) não conseguiram ultrapassar a capacidade de campo de 100 mm e ocasionaram deficiências hídricas de moderadas a intensas no ano em estudo. Os resultados do estudo de Medeiros (2018) corroboram com as discussões.

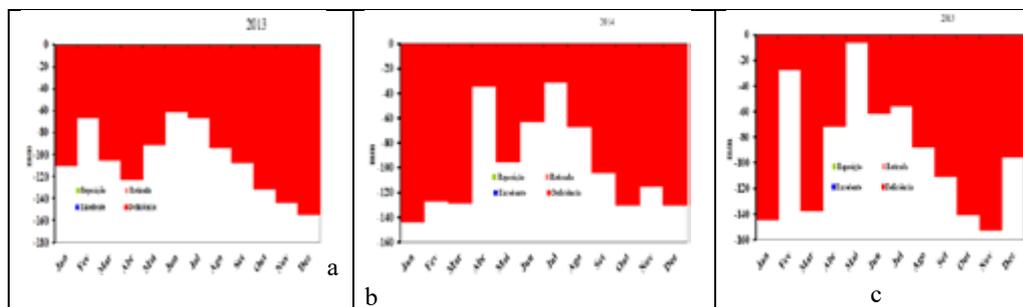


Figura 3. Representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos de (a)2013, (b)2014 e (c)2015 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Fonte: Medeiros (2024).

A figura 4a corresponde ao gráfico do BH do ano de 2016, onde as chuvas registradas foram bem abaixo da capacidade de campo (CAD) deixando os meses com deficiências hídricas moderadas a forte. Estas variabilidades de deficiências foram decorridas dos sistemas atmosféricos com bloqueios, e a má distribuição das contribuições locais e regional, o estudo de França et al. (2020) corrobora com os resultados discutidos. Observam-se na figura 4b predominância de deficiência hídrica forte ocasionada pela má distribuição pluvial e as não contribuições dos sistemas atmosféricos local e regional. Com predominância de deficiência em todos os meses de ano de 2018 ocasionadas pela má distribuição pluvial e a não participação dos efeitos atmosféricos regional, conforme visto na Figura 4c e as similaridades encontradas no estudo de Araújo et al. (2021).

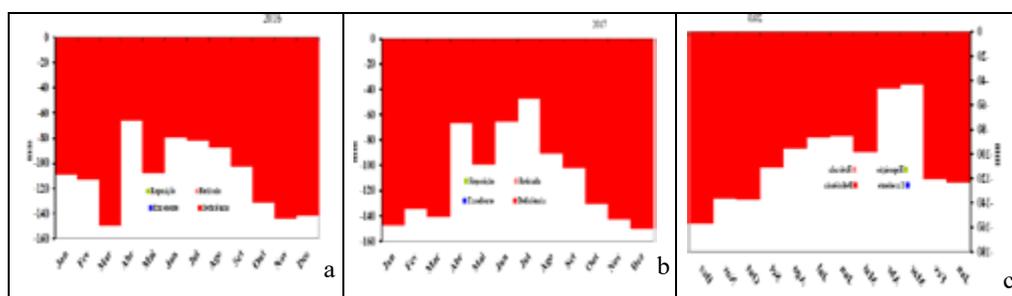


Figura 4. Representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos de (a)2016, (b)2017 e (c)2018 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2024).

Nas figuras 5a e 5c a capacidade de campo (CAD 100 mm) não foi suficiente para a não ocorrência dos outros elementos do BH, o que ocasionou deficiência hídrica moderadas a forte nos respectivos anos de 2019 e 2021. Na Figura 5b registra-se reposição de água no solo no mês de março seguidamente de retirada d'água entre os meses de abril a agosto, demonstrando que no ano de 2020 as chuvas foram de melhor distribuição e o trabalho de Araújo et al. (2021) corrobora com as discussões.

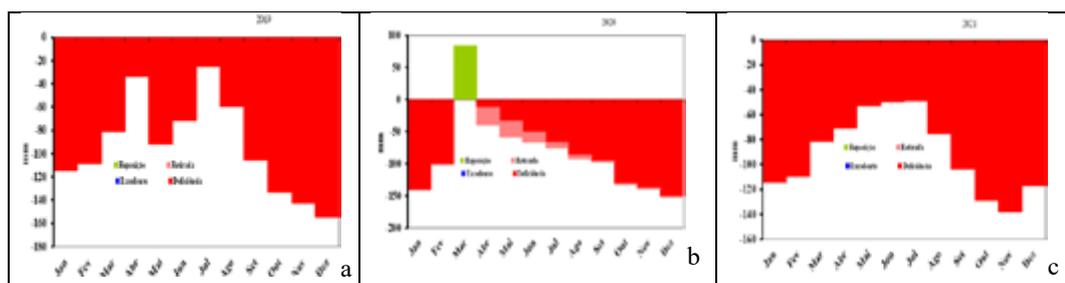


Figura 5. Representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos de (a)2019, (b)2020 e (c)2021 no povoado Ribeira de Cabaceiras Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2024).

O ano de 2022 (Figura 6a) choveu 263,9 mm no mês de maio e ocasionou excedentes nos meses de junho e julho, além de também ocasionar reposição de água no solo para o mês de maio, entre agosto e outubro registra-se retirada d'água do solo, nos demais meses do ano de 2022 registra-se deficiências hídricas fraca a moderada. Nas figuras 6b e 6c registrou-se deficiências hídricas de moderada a forte ocasionadas pela má contribuição dos efeitos local e regional. O estudo de Araújo et al. (2021) tem similaridade com as discussões.

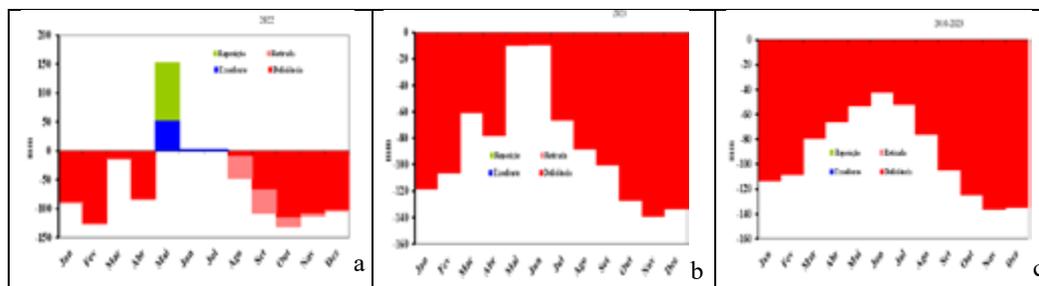


Figura 6. Representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos de (a)2022, (b)2023 e (c)2010-2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Fonte: Medeiros (2024).

## **CONCLUSÃO**

Com chuvas más distribuídas no espaço de anos compreendido entre 2010-2023 deixaram os anos sem excedentes hídricos exceto o ano de 2022 que registra nos meses de maio a julho, reposição de água nos anos 2022, 2019, 2010-2012, retirada de água nos anos 2022, 2019, 2010-2012.

As deficiências hídricas foram registradas em todos anos de estudo, devido a má distribuição pluvial e os efeitos regionais e locais.

A evapotranspiração superou os índices pluviais em todo período de estudo, e a evaporação igualando aos índices pluviais.

Quanto ao plantio deve-se seguir-se as normas do ministério da agricultura e realizar plantios diretos e de ciclos super precoces.

As informações deverão fornecer subsídios aos governos e aos tomadores de decisões nos casos de seca severas e chuvas torrenciais em curto intervalo de tempo.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. S., SILVA, E. F. F., LOPES, P. M. O., MOURA, G. B. A. & SILVA, A. O. (2018). Condições hídricas e crescimento vegetal de culturas agrícolas importantes para comunidades indígenas do semiárido brasileiro. *Revista Ceres [online]* 65.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Viena -AT, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.*
- ARAÚJO, W.R.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; FRANÇA, M.V.; ROLIM NETO. F.C.; (2021). Variabilidade interanual do balanço hídrico em Lagoa Seca, Paraíba – Brasil. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar ISSN 2675-6218*
- FRANÇA, M. V.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, W. R.; HOLANDA, R. M. Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil. *Research, Society and Development, v. 9, n. 9, 2020. eXX, (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409.*
- HOLANDA, R.M.; MEDEIROS, R.M. (2019). Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Revista Pantaneira, 16, 57 - 68.*
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; BORGES, V.E.; SOBRINHO, T.G.; DANTAS NETO, J.; SABOYA, L.M.F. (2018). Potencial agroclimático para a cultura da mangueira no município de Barbalha - CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada [online]* 12. 10.7127/RBAI.V12N100732.
- MARTINS, M. A., TOMASELLA, J., RODRIGUEZ, D. A.; ALVALÁ, R. C. S., GIAROLLA, A, GAROFOLO, L. L., SIQUEIRA JÚNIOR, J. L., PAOLICCHI, L. T. L. C. & PINTO, G. L. N. (2018). Improving drought management in the Brazilian semiarid through crop forecasting. *Agricultural Systems, v. 160, p. 21-30.*
- MEDEIROS, R.M.; FRANÇA, M.V.; SABOYA, L.M.F.; HOLANDA, R.M., WAGNER R.B.; SALATIEL E. Balanço hídrico e seus comparativos com 1996-2005, 2006-2015 em relação a 2015 no município de São Bento do Una - PE. *E-Acadêmica. v.3, p.e7532226, 2022.*
- MEDEIROS, R. M. Estudo Agrometeorológico para o Estado da Paraíba. P150, 2018.
- MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. C.; SOUSA, F. A. S.; GOMES FILHO, M. F. Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. *Revista Brasileira de Geografia Física. Rio de Janeiro, v. 06, n 04, p 652-664, 2013.*
- OLIVEIRA, P. T., SILVA, C. M. S. & LIMA, K. C. (2017). Climatology and trend analysis of extreme precipitation in sub regions of Northeast Brazil. *Theoretical and Applied Climatology, 130(1-2), 77-90.*
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geography Review, Nova Iorque, v. 38, n. 1, p. 54-101, 1948.*
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. (Climatology, v. 8, n. 1).

Capítulo 14

**COMPARATIVOS DOS BALANÇOS HÍDRICOS 2010 - 2022 COM O  
BALANÇO DE 2023 NO POVOADO RIBEIRA DE  
CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL**

Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros  
Manoel Vieira de França

**RESUMO**

Objetiva-se comparar as variabilidades dos balanços hídricos entre 2010-2022 e o ano de 2023 visando entender as relevâncias e seus comportamento sazonal dos elementos referentes aos respectivos balanços e suas oscilações para o povoado Ribeira de Cabaceira – Paraíba. Para o cálculo do BH 2010-2022 e do balanço hídrico de 2023 utilizou-se do método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BHC. Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo software “Estima – T” entre 2010-2022 e 2023. Utilizaram-se dados mensais pluviiais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos. Como a falta d’água para a região do povoado Ribeira de Cabaceiras posicionada na região do semiárido paraibano é crítica mesmo em anos onde o período chuvoso normal e acima da média, os resultados obtidos entre os comparativos demonstram que devem ser elaborados planejamentos e projetos com a finalidade de melhorar a captação de água de chuva visando dá uma melhor condição de vida a população local. Verifica-se que não ocorreram excedentes hídricos nos anos estudados, os valores das deficiências foram mais significativos entre os anos 2010-2022 de que no ano 2023. A evapotranspiração potencial foi elevada em ambos os anos.

**Palavra-chave:** Balanço hídrico, deficiência e excedente hídrico, região semiárida, poder evaporativos.

**COMPARISONS OF THE WATER BALANCE 2010 - 2022 WITH THE  
BALANCE OF 2023 IN THE VILLAGE OF RIBEIRA DE CABACEIRAS -  
PARAÍBA, BRAZIL**

**ABSTRACT**

The objective is to compare the variability of water balances between 2010-2022 and the year 2023 in order to understand the relevance and seasonal behavior of the elements relating to the respective balances and their fluctuations for the town of Ribeira de Cabaceira – Paraíba. To calculate the 2010-2022 BH and the 2023 water balance, the method developed by Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955) was used, for this purpose we used an electronic spreadsheet developed by Medeiros (2018), the value of available soil water capacity (CAD) used was 100 mm, to implement the BHC. Thermal data (°C) were generated by the “Estima – T” software between 2010-2022 and 2023. Monthly rainfall data (mm) were used, interpolated using the Weighted Average method using the Inverse of the Squared Distance of the surrounding municipalities. As the lack of water for the region of the Ribeira de Cabaceiras village located in the semi-arid region of Paraíba is critical even in years where the rainy season is normal and above average, the results obtained between the comparisons demonstrate that planning and

projects must be developed with the purpose of improving rainwater capture with the aim of providing a better living condition for the local population. It can be seen that there were no water surpluses in the years studied; the deficiencies values were more significant between the years 2010-2022 than in the year 2023. Potential evapotranspiration was high in both years.

**Keywords:** Water balance, water deficiency and surplus, semi-arid region, evaporative power.

## INTRODUÇÃO

Em diversas áreas e/ou regiões, a disponibilidade de recursos hídricos é adequada, porém mal distribuída geograficamente e temporalmente, os volumes de água armazenados são frequentemente sobre utilizados, quando deveriam propiciar vazões regularizadas visando o atendimento de demanda bem definidos e permitindo um equilíbrio entre a disponibilidade natural e a necessidade hídrica (Galvêncio et al., 2006).

Caetano et al, (2019) asseguram que não somente os conhecimentos sobre a distribuição da pluviometria adquiridas no Balanço Hídrico (BH) são importantes para uma região. Tem-se que se levar em consideração, a informação da probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como precipitações máximas diárias e mensais, as quais vem ocasionando problemas em áreas agrícolas, pecuárias e urbanas (Saboya et al., 2022).

A estimativa do BH pelo método de Thornthwaite et al, (1955), permite a realização do monitoramento d'água no solo, é um método aplicado como instrumento de planejamento estratégico agropecuário, pecuário, industrial, ambiental e lazer no âmbito de gerenciamento dos recursos hídricos (Passos 2017).

Para Silva et al., (2017) o acréscimo populacional, coligado à extensão dos setores agropecuário, industrial e energético, vem alterando o crescimento constante e considerável de demanda mundial por água, tornando este recurso mais escasso.

O balanço hídrico (BH) consiste em contabilizar a disponibilidade hídrica do solo computando os fluxos positivos e negativos que decorrem de trocas com a atmosfera, precipitação, evaporação e evapotranspiração e do próprio movimento superficial e subterrâneo da água (Varejão Silva, 2005). Sendo possível estimar a evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC), assim como o armazenamento de água no solo (ARM), elaborados conforme escala mensal (Camargo, 1971; Pereira et al., 1997).

As informações do BH para a região semiárida são de fundamental importância visto que evidenciam a sustentabilidade da área, o planejamento e reestruturação dos solos, na implantação de espécies nativas e silvestres e finalmente auxiliam na elaboração de projetos e manejo das culturas. Sabemos que naturalmente o ambiente degradado demoraria muito tempo para se recuperar, a intervenção humana é condição indispensável para essa estruturação. É importante conhecer a distribuição de chuvas em sua área, pois o balanço hídrico do ponto de vista agrônomico oferece um planejamento agrícola racional.

Objetiva-se comparar as variabilidades dos balanços hídricos entre 2010-2022 e o ano de 2023 visando entender as relevâncias e seus comportamento sazonal dos elementos referentes aos respectivos balanços e suas oscilações para o povoado Ribeira de Cabaceira – Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira está localizado na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião da Borborema (Figura 1), o povoado limita-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESAs, 2023). Posicionado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de

Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESA 2023).

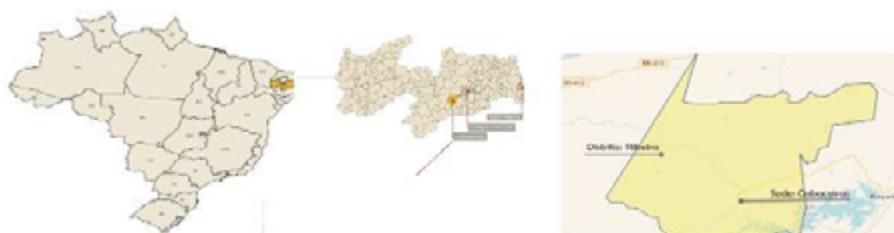


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano Medeiros (2024). Segundo a classificação climática de Köppen (1928) e Köppen et al. (1931) o clima é do tipo BSH, o estudo de Alvares et al. (2014) corroboram com os resultados discutidos.

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoads, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESA 2023).

Utilizaram-se dados mensais pluviais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Os dados térmicos foram gerados pelo software “Estima – T” disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande entre 2010-2022 e 2023.

Para o cálculo do BH 2010-2022 e de sua comparação com o BH de 2023 utilizou-se do método desenvolvido por Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso de planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2018), o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, para a efetivação do BH.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ecossistemas estão cada vez mais impactados, gerando uma crise ambiental intensa. Neste sentido, é possível citar uma série de consequências na natureza e no ambiente como um todo, devido ao alto índice de exploração humana, haja vista que o desequilíbrio da fauna e flora acarrete a tantas outras situações alarmantes, que refletem no cotidiano da humanidade.

A ação predatória do homem sobre os ecossistemas a curto e médio prazo conduzem o ambiente a um processo de instabilidade irreversível, modificando todo o ciclo biológico, social e cultural de determinadas regiões e/ou áreas afetando diretamente a geração presente e especialmente as futuras, é por isso que providências precisam ser tomadas a fim de que as gerações futuras possam ter os recursos necessários a uma vida socialmente justa.

Na Tabela 1 observa-se as variabilidades dos elementos do balanço hídrico mensal compreendido entre 2010-2022. A temperatura oscila de 23,4°C (Julho) a 27°C (dezembro) registrando uma temperatura anual de 25,6°C. Com 378,9 mm de cota anual e suas flutuações oscilando de 4,6 mm (setembro) a 59,3 mm (abril). A ETP flui de 88,5 mm (julho) a 154,8 mm (dezembro) e com 1474,0 mm de índice anual. Os valores da EVR foram iguais aos índices pluviiais, ou seja, tudo que choveu evaporou. Não ocorreu excedente hídrico visto que as chuvas registradas não conseguiram ultrapassar a CAD de 100 mm, estabelecido para o computo do BH. Com deficiência hídrica de 1095,1 mm anual e seus percentuais evapotranspiradas mensal podem ser vistos na coluna Prec/ETP(%).

As oscilações pluviiais não foram significativas para realizar excedentes pois não ultrapassaram a CAD trabalhada, os sistemas de bloqueios, a má distribuição pluvial e as atuações dos sistemas de meso e microescala seguidamente das não atualizações dos sistemas local e regional deixando os anos seco a muito seco ocasionados por sistemas transientes de larga escala. Resultados similares foram encontrados por Araújo et al. (2021); Medeiros (2018).

Tabela 1. Representações dos valores dos elementos temperatura, precipitação, evapotranspiração, evaporação, deficiências, excedentes hídricos e dos Prec/ETP\*100(%) e Prec/EVR\*100(%) do período 2010-2022 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Prec/ETP (%)	Prec/EVR (%)
Janeiro	26,8	33,4	146,3	33,4	112,9	0,0	22,8	100,0
Fevereiro	26,6	23,2	131,6	23,2	108,4	0,0	17,7	100,0
Março	26,3	58,1	139,0	58,1	80,9	0,0	41,8	100,0
Abril	25,9	59,3	124,4	59,3	65,1	0,0	47,7	100,0
Mai	25,1	56,8	113,4	56,8	56,6	0,0	50,1	100,0
Junho	24,0	49,1	93,9	49,1	44,9	0,0	52,2	100,0
Julho	23,4	37,8	88,5	37,8	50,7	0,0	42,7	100,0
Agosto	23,9	20,2	95,2	20,2	75,0	0,0	21,2	100,0
Setembro	25,0	4,6	109,6	4,6	105,0	0,0	4,2	100,0
Outubro	26,1	8,7	133,4	8,7	124,7	0,0	6,5	100,0
Novembro	26,8	7,5	143,8	7,5	136,3	0,0	5,2	100,0
Dezembro	27,0	20,1	154,8	20,1	134,7	0,0	13,0	100,0
Ano	25,6	378,9	1474,0	378,9	1095,1	0,0	25,7	100,0

LEGENDA: t – Temperatura; P – Precipitação; ETP – Evapotranspiração; EVR -Evaporação; DEF – Deficiência hídrica, EXC – Excedente hídrico; Prec/ETP – Precipitação sobre evapotranspiração; Prec/EVR – Precipitação sobre evaporação.  
Fonte: Medeiros, (2024).

Na Figura 2. Tem-se a representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos 2010-2022 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. As variabilidades pluviiais no período analisado não foram suficientes para ultrapassar a capacidade de água disponível no solo (CAD 100 mm) o que contribuiu para registra-se deficiências hídricas de moderada a forte no período estudado.

As cotas pluviiais foram reduzidas pelos bloqueios atmosféricos, a má distribuições e auxílios dos sistemas de meso e microescala e a ausência dos efeitos regionais e local, o estudo de Araújo et al. (2021), França et al. (2020) e Medeiros (2018) corroboram intensamente.

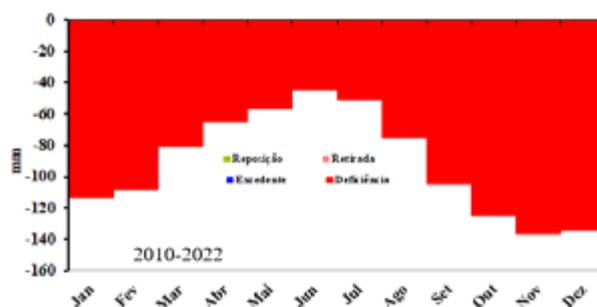


Figura 2. Representatividade gráfica do balanço hídricos dos anos 2010-2022 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba. Fonte: Medeiros (2024).

As representações dos valores dos elementos do balanço hídrico como: temperatura, precipitação, evapotranspiração, evaporação, deficiências, excedentes hídricos e dos  $Prec/ETP*100$  e  $Prec/EVR*100$  do ano 2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba estão demonstrados na tabela 2.

Os índices evaporativos foram iguais aos pluviais, não se registrou excedentes hídrico visto que as chuvas não foram necessariamente inferiores a CAD. Na coluna  $Prec/ETP(\%)$  tem os valores evapotranspiradas mensalmente em relação aos índices pluviais. Evapotranspirou no ano de 2023 1469,9 mm, precipitou 434,4 mm, as deficiências hídricas atingiram o valor de 1035,5 mm anual e sua temperatura anual foi de 25,6 mm.

Os valores pluviais registrados no ano estudado não foram necessários para atingir ou ultrapassa o valor da CAD ocasionado chuvas más distribuídas e irregulares sem auxílios dos elementos provocadores e/ou ocasionadores de chuva na região.

Tabela 2. Representações dos valores dos elementos temperatura, precipitação, evapotranspiração, evaporação, deficiências, excedentes hídricos e dos  $Prec/ETP*100$  e  $Prec/EVR*100$  do período 2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	$Prec/ETP$ (%)	$Prec/EVR$ (%)
Janeiro	26,6	24,0	142,3	24,0	118,3	0,0	16,9	100,0
Fevereiro	26,4	22,1	128,3	22,1	106,2	0,0	17,2	100,0
Março	26,4	79,7	140,1	79,7	60,4	0,0	56,9	100,0
Abril	26,1	50,1	128,1	50,1	78,0	0,0	39,1	100,0
Mai	24,5	95,3	104,8	95,3	9,5	0,0	90,9	100,0
Junho	24,1	85,7	94,7	85,7	9,0	0,0	90,5	100,0
Julho	23,6	23,8	90,3	23,8	66,5	0,0	26,4	100,0
Agosto	23,9	7,0	95,1	7,0	88,1	0,0	7,4	100,0
Setembro	25,0	9,0	109,1	9,0	100,1	0,0	8,3	100,0
Outubro	26,2	7,8	134,7	7,8	126,9	0,0	5,8	100,0
Novembro	26,9	6,9	146,0	6,9	139,1	0,0	4,7	100,0
Dezembro	27,1	23,0	156,4	23,0	133,4	0,0	14,7	100,0
Ano	25,6	434,4	1469,9	434,4	1035,5	0,0	29,6	100,0

LEGENDA: T – Temperatura; P – Precipitação; ETP – Evapotranspiração; EVR -Evaporação; DEF – Deficiência hídrica, EXC – Excedente hídrico;  $Prec/ETP$  – Precipitação sobre evapotranspiração;  $Prec/EVR$  – Precipitação sobre evaporação. Fonte: Autores (2024).

A Figura 3 demonstram o gráfico do BH para o ano de 2023 onde a distribuição foi um pouco melhor que a do período 2010-2022. Observa-se que nos meses de maio e junho a deficiência foi a menor e de julho a abril as variações foram de moderadas a forte. No seu comparativo entre as figuras 2 e 3 destaca-se a intensidade das deficiências hídricas no gráfico

do período de 2010-2022, ocasionada pela má distribuição pluvial e a não contribuições dos efeitos locais e regionais. O estudo de Araújo et al. (2021) corroboram com os resultados apresentados.

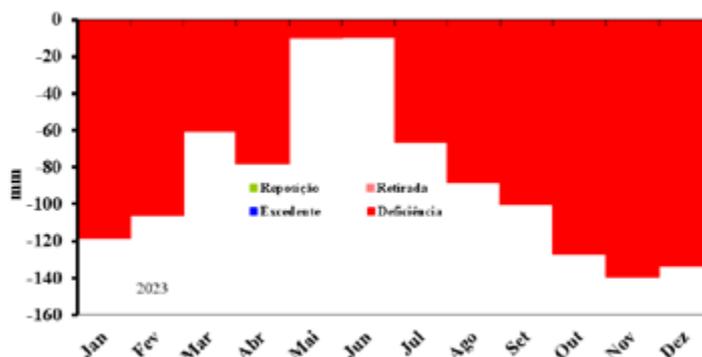


Figura 3. Representatividade gráfica do balanço hídricos do ano de 2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras Paraíba. Fonte: Medeiros (2024).

Os modelos agrometeorológico e a interpretação de dados climáticos relacionados com o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas fornecem informações que permitem ao setor agrícola tomar importantes decisões, tais como: melhor planejamento do uso do solo, adaptação de culturas, monitoramento e previsão de safras, controle de pragas e doenças estratégias de pesquisa e planejamento (Lazinski, 1993).

A representação dos índices umidade, aridez e hídrico de 2010-2022 e 2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba (Tabela 3) demonstram poucas variabilidades entre seus comparativos, destacando os índices de umidade e aridez com de maiores flutuações, os índices de umidades foram elevados por causa de alguns anos os índices pluviais terem sidos chuvosos, já os índices hídricos devem-se as flutuações pluviais e o poder evapotranspirativos da região, estas variabilidades corroboram com o estudo de Medeiros (2018)

Tabela 3. Representações dos índices hídricos, aridez e de umidade para os períodos 2010-2022 e 2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Índices	Anos	
	2010-2022	2023
Umidade	74,29	70,45
Aridez	0,74	0,70
Hídrico	-0,45	-0,42

FONTE: Medeiros (2024).

Na Figura 4 observam-se a distribuição mensal pluvial e seu percentual em relação à média histórica anual no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba entre 2010-2022. A precipitação do período chuvoso representa 70% do total anual, o período seco representa apenas 10% da precipitação anual, 10% das chuvas foram registradas para os meses de transições entre os períodos chuvosos e secos, tais variabilidades estão em conformidade com as informações cedidas pela da AESA (2023).

O período chuvoso corresponde aos meses de março a julho, o período seco agosto a novembro e os meses de transições dezembro a fevereiro. Destaca-se ainda que as ocorrências de chuvas fortes e de alta magnitudes são esperadas principalmente nos meses da estação chuvosa, todavia, podem ocorrer em qualquer época do ano. Estas variabilidades corroboram com o estudo de Medeiros (2018).



Figura 4. Distribuição mensal pluvial e seu percentual em relação à média histórica anual no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba entre 2010-2022.

FONTE: Medeiros (2024).

Com variabilidade irregulares ocasionadas pelas má distribuição pluvial devido aos bloqueios atmosfericos e a não contribuição dos sistemas local e regional (Figuea 5) tem-se que durante o período chuvoso registrou-se 77% dos valores anuais pluvial e 33% de ocorrência pluvial anual para o período seco. O estudo de Araújo et al, (2021) corroboram com os resultados apresentados.

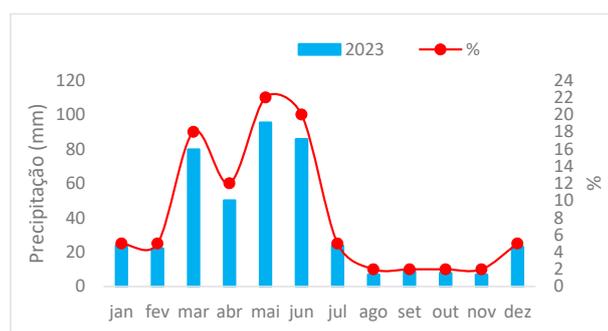


Figura 5. Distribuição mensal pluvial e seu percentual em relação à média histórica anual no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba em 2023.

FONTE: Medeiros (2024).

As variabilidades térmicas do período 2010-2022 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba está representado na Figura 6 com 58% de variabilidade térmica para os meses de janeiro a maio e 42% entre agosto a dezembro, estas variabilidades corroboram com as discussões do IPCC (2014); IPCC (2021) e Barreto et al. (2009).

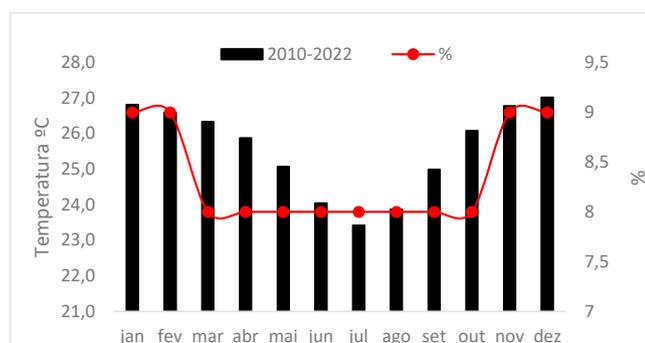


Figura 6. Distribuição da temperatura mensal e seu percentual em relação à média anual no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba no período 2010-2022.  
 FONTE: Medeiros (2024).

O ano de 2023 praticamente igualou-se ao período de 2010-2022 com pequena modificação que a reta de % ficaram abaixo dos valores térmicos isto é ocasionado pela variabilidade dos sistemas local e regional, o estudo de Lima et al. (2009) tem similaridades com os resultados.

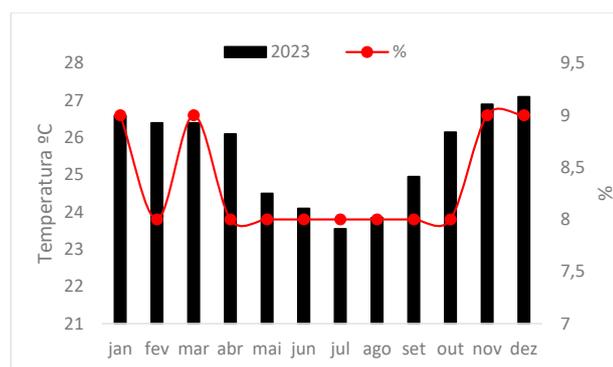


Figura 7. Distribuição temperatura mensal e seu percentual em relação à média anual no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba no ano 2023.  
 FONTE: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

Como a falta d'água para a região do povoado Ribeira de Cabaceiras posicionada na região do semiárido paraibano é crítica mesmo em anos onde o período chuvoso normal e acima da média, os resultados obtidos entre os comparativos demonstram que devem ser elaborados planejamentos e projetos com a finalidade de melhorar a captação de água de chuva visando dá uma melhor condição de vida a população local.

Os resultados indicam que os índices pluviométricos não serão suficientes para vários tipos de culturas, sendo assim inviável para este povoado o desenvolvimento de práticas agrícolas, para determinadas culturas que precisa de água de irrigação.

Verifica-se que não ocorreram excedentes hídricos nos anos estudados, os valores das deficiências foram mais significativos entre os anos 2010-2022 de que no ano 2023

A evapotranspiração potencial foi elevada em ambos os anos.

## REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2023.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. SPAROVEK, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* v.22, p.711–728.
- BARRETO, P. N.; SILVA R. B. C.; SOUZA, W. S.; COSTA, G. B.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Belo Horizonte. Anais Belo Horizonte. CD-ROM. 2009.
- CAETANO, A. L., BARBOSA, F. S. (2019). Probabilidade de ocorrência de chuvas extremas para a região de Inconfidentes –MG. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25(1),537-548
- CAMARGO, A. P.; PEREIRA, A. R. Prescrição de rega por modelo climatológico. Fundação Cargill. Campinas, 1971. 27p.
- FRANÇA, M. V.; MEDEIROS, R. M.; ARAÚJO, W. R.; HOLANDA, R. M. Balanço hídrico para diferentes capacidades de campo e a variabilidade erosiva pluvial no município de Amparo de São Francisco – SE, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, 2020. eXX, (CC BY 4.0) ISSN 2525-3409.
- Köppen, W, (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- Köppen, W, Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- LAZINSKI, L. R. Variabilidade da utilização do modelo Soygro para a região de Londrina, PR. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP, Piracicaba, 1993.
- LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.
- MEDEIROS, R. M. Estudo agrometeorológicos para o Estado da Paraíba. p.128. Divulgação avulsa. 2018.
- MEDEIROS, R. M., MEDEIROS, A. M. T., LIMA, R. C. C. Estudos dos elementos meteorológicos do Município de Gilbués. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, SESC, Guarapari, 2011.
- PASSOS, M.L.V.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R. S. (2017). Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas -MA. *Revista Scientia Agraria*,18(1), 83-89
- SABOYA, L.M.F.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; FRANÇA, M.V.; ARAÚJO, W. R.; CUNHA FILHO, M. (2022). Probabilidade de chuvas em Bom Jesus -Piauí, Brasil. *Research, Society and Development*,11(3), e32411326609.
- SILVA, S. N.; LOPES, F.G.; ANDRADE, F.E.; FERREIRA, C.B.; DANTAS, M.C.A. M., SIQUEIRA, E. C. (2017). Efeitos da escassez hídrica na economia do perímetro irrigado de São Gonçalo, Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*,
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Rev*, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

## Capítulo 15

### OSCILAÇÃO TÉRMICA MÉDIA MÁXIMA QUIQUENAL DO PERÍODO DE 2008 A 2022 NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros

#### RESUMO

Com este intuito, o objetivo do trabalho é de realizar as análises térmicas quinquenais correspondente a 2008-2012; 2013-2017; 2018-2022 e para a série inteira correspondente ao período 2008-2022. Realizou-se ainda, a diferencia térmica entre os quinquênios, seguidamente da análise da temperatura média máxima; média da média e média mínima. Para a realização da pesquisa utilizou-se dados térmicos máximo do, gerados pelo Estima-T, correspondente ao período de 2008 – 2022, logo em seguida, realizou-se os cálculos médios quinquenal do elemento trabalhado, assim descrito, os quinquênios: 2008-2012; 2013-2017; 2018-2022 e para a série inteira correspondente ao período 2008-2022. Realizou-se ainda, a diferencia térmica entre os quinquênios, seguidamente da análise da temperatura média máxima; média da média e média mínima. A variabilidade térmica máxima estudadas demonstram variações nos valores médios mensais dos índices térmicos máxima e mínima. Os sistemas de meso e microescala, acoplados aos efeitos orográficos, regional e local, desmatamento, solo nu e incidência de queimadas, provocam flutuações de altos e baixos índice térmico que afeta o ser humano, o conforto térmico e o bem estar da população.

**Palavras-Chave:** Temperatura extrema, mudanças e impactos climáticos, aquecimento global, sistemas naturais e humanos.

#### MAXIMUM FIVE-YEAR THERMAL OSCILLATION FROM 2008 TO 2022 IN THE VILLAGE OF RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRAZIL

#### ABSTRACT

With this in mind, the objective of this work is to perform the five-year thermal analyses corresponding to 2008-2012; 2013-2017; 2018-2022 and for the entire series corresponding to the period 2008-2022. The thermal difference between the five-year periods was also performed, followed by the analysis of the maximum average temperature; average of the average and minimum average. To carry out the research, maximum thermal data generated by Estima-T were used, corresponding to the period 2008 - 2022, immediately afterwards, the five-year average calculations of the element worked were performed, thus described, the five-year periods: 2008-2012; 2013-2017; 2018-2022 and for the entire series corresponding to the period 2008-2022. The thermal difference between the five-year periods was also measured, followed by the analysis of the maximum average temperature, the average of the average and the minimum average. The maximum thermal variability studied demonstrates variations in the monthly average values of the maximum and minimum thermal indices. The meso and microscale systems, coupled with orographic, regional and local effects, deforestation, bare soil and incidence of fires, cause fluctuations in high and low thermal indices that affect human beings, thermal comfort and the well-being of the population.

**Keywords:** Extreme temperature, climate change and impacts, global warming, natural and human systems.

## INTRODUÇÃO

Em conformidade com o autor Soriano (1997) o meio ambiente é formado por um conjunto natural de elementos abióticos e bióticos em constantes e complexas intercâmbios. Nestas afinidades recíprocas, o clima atual, sobretudo como fator desses intercâmbios. O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano.

O acréscimo térmico que vem ocorrendo na temperatura extremas (máxima/mínima) e na do ar global está alongando-se e tornando-se ameaça aos sistemas naturais e humanos e pondo em risco a condição de vida dos habitantes, vegetal e animal. Conforme a avaliação do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC 2021), a combustão excessiva de combustíveis fósseis ligada às atividades antrópicas como sendo a causa principal das mudanças climáticas. Desde o início da era industrial, a temperatura global média já aumentou 1,1 °C. Para limitar o aumento da temperatura a menos de 1,5°C, conforme o Acordo de Paris (2015), é essencial reduzir imediatamente as emissões de Gases de Efeito Estufa causados pelo homem.

Segundo o desenvolvimento do relatório do IPCC (2023) - Intergovernamental Painel on Climate Change, o aquecimento global alterado pela humanidade, de 1,1°C vem desencadeando mudanças e impactos no clima do planeta, onde o aumento das temperaturas vai se intensificar ainda mais sua magnitude.

A diferenciação climática da região Nordeste do Brasil (NEB) é complexa (SILVA et al., 2008), já que estabelece domínio dos climas quentes de baixas latitudes, exibindo temperaturas anuais superiores a 18°C, averiguando territórios mais secos no interior ao mais úmidos, na costa leste do NEB. Para Sales et al (2000) em todo o NEB e incluso o estado paraibano, onde as flutuações térmicas acoplado as condições topográficas locais são mais dependentes do que decorrentes de variações latitudinais.

Medeiros et al. (2015) A temperatura é, provavelmente, uma das grandezas físicas mais medidas e está de algum modo presente nas mais variadas situações, do nosso dia-a-dia. Os processos físicos e os fenômenos meteorológicos dependem quase sempre da temperatura, o que a torna um parâmetro de maior relevância.

Segundo os autores Nogueira et al. (2012) afirmaram que o elemento temperatura do ar se destaca entre as variáveis atmosféricas mais empregadas no desenvolvimento de estudos de impactos ambientais com mudanças nos processos meteorológicos e hidrológicos.

Os padrões climáticos globais atualizadas aferem que no final do século XXI a temperatura no planeta sofrerá acréscimo térmico oscilando de 2,0°C a 4,8°C, preservando ao Brasil elevada vulnerabilidade aos possíveis efeitos destas alterações (IPCC, 2013). Além do Intergovernamental Painel on Climate Change (IPCC), diversos estudiosos vêm distinguindo que o aquecimento global vem crescendo-se devido as contribuições antrópicas, em escala extremamente provável de 95% de probabilidade, ocasionado pelo excesso das emissões dos gases do efeito estufa, sobretudo, o gás carbônico, metano e óxido nitroso, resultantes da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas, uso do solo e outras atividades antrópicas (IPCC 2013). Porém, muitas questões vêm sendo abordadas, dentre elas, se determinadas regiões poderão ser atingidas e em que escala temporal ocorrerão (MINUZZI et al., 2011; ÁVILA et al., 2014).

Com este intuito, o objetivo do trabalho é de realizar as análises térmicas quinquenais correspondente a 2008-2012; 2013-2017; 2018-2022 e para a série inteira correspondente ao período 2008-2022. Realizou-se ainda, a diferencia térmica entre os quinquênios, seguidamente da análise da temperatura média máxima; média da média e média mínima.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, posiciona-se na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri Oriental, estando encavada na parte mais baixa do Planalto da Borborema (Figura 1). Limitando-se com São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. O povoado localiza-se na latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste, com altitude de 391 metros (AESAs, 2024) (Figura 1).

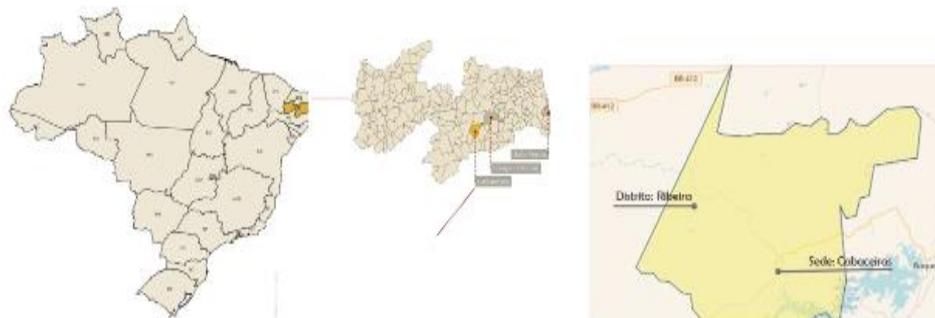


Figura 1 - Posicionamento do povoado Ribeira, na Paraíba e na América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os fatores ocasionadores e/ou provocadores de chuva, são: Zona de Convergência Intertropical, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, formações e intensificações das linhas de instabilidade, aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano (Medeiros, 2024).

Conforme a classificação climática de Köppen (1928); confirmado por Köppen et al. (1931) e Alvares et al. (2014) o povoado tem o clima do tipo BSH (Clima quente de estepe temperatura elevada, chuvas escassas no inverno, temp. > 22° C). O povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodoads, do Junco e Macambira. No povoado situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa, comumente conhecido como açude de Boqueirão (AESAs 2024).

Para a realização da pesquisa utilizou-se dados térmicos máximo do, gerados pelo Estimador, correspondente ao período de 2008 – 2022, logo em seguida, realizou-se os cálculos médios quinquenal do elemento trabalhado, assim descrito, os quinquênios: 2008-2012; 2013-2017; 2018-2022 e para a série inteira correspondente ao período 2008-2022. Realizou-se ainda, a diferencia térmica entre os quinquênios, seguidamente da análise da temperatura média máxima; média da média e média mínima.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura tem um efeito claro no desenvolvimento dos seres vivos, animal e vegetal, sendo necessária a utilização de métodos de estimativas de temperatura confiáveis e seguros para que se possa trabalhar com informações precisas.

A temperatura média máxima quinzenal no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2008-2012, está representada na figura 2, destaca-se que no mês de julho ocorre o ponto de média máxima mínima com 28,1°C e seu pico de máximo representado em dezembro com 32,9°C.

O mês frio é junho ocasionado pela intensidade do vento, final de período chuvoso seguidamente das contribuições orográficas, sistemas locais e regionais que intensificaram reduziram a incidências das oscilações térmicas. Já para o mês de dezembro, registra-se o inverso do descrito (Medeiros 2018a).

O acréscimo gradativo térmico corre entre agosto a dezembro e suas reduções registra-se de janeiro a junho, estas variabilidades são decorrentes dos sistemas de meso e microescalas, auxiliados pelos efeitos locais e regionais, similaridades de resultados podem ser revisto nos estudos de (ÁLVARES et al., 2014; Medeiros 2018b).

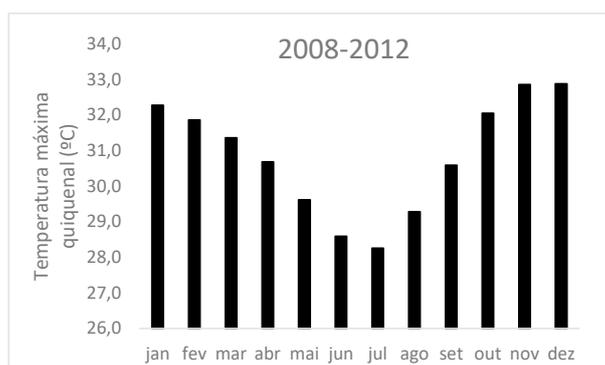


Figura 2 – Temperatura média máxima quinzenal (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2008-2012.

FONTE: Medeiros (2024).

Os autores (Ometto 1981; Pereira et al., 2002) mostraram que as oscilações dos valores das temperaturas máximas encontram-se anexas à disponibilidade de energia solar, nebulosidade, umidade relativa do ar e do solo, vento e às variáveis geográficas tais como: orografia, altitude, latitude e a cobertura e tipo de solo.

Observa-se acréscimo na temperatura média global com aumentou de 0,74 °C ao longo dos 100 anos, sendo o período de 1906 e 2005 os de maiores acréscimos de temperatura, (IPCC 2007), em conformidade ainda, com o IPCC está previsto aumento de 1,1 a 6,4 °C até o ano de 2100.

Na Figura 3, tem-se as flutuações da Temperatura média máxima quinzenal (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2013-2017.

As variabilidades térmicas máxima quinzenal (2013-2017), estão representadas na figura 3, os meses de julho e dezembro marcam os picos térmicos médios de mínima e máxima amplitude, entre agosto a dezembro registrar-se as maiores oscilações médias térmicas máxima fluindo de 29,7°C a 33,3°C. Com oscilações decrescentes fluindo 32,9°C (janeiro) e de 29°C (junho) para as oscilações média máxima em estudo.

As flutuações de meso e microescala, os efeitos regional e local, a orografia e vento contribuíram para as oscilações neste quinquênio, resultados similares podem ser consultados no IPCC (2023); Medeiros (2018) e Marengo et al. (2022).

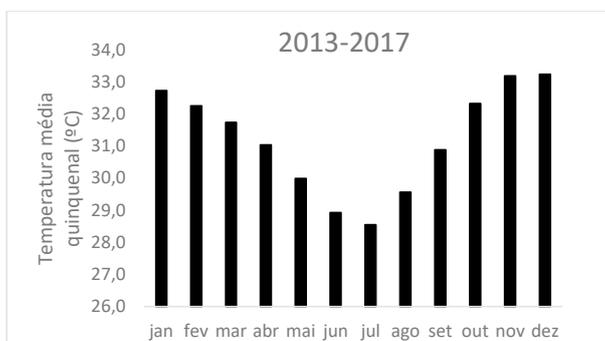


Figura 3 – Temperatura média máxima quinzenal (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2013-2017. FONTE: Medeiros (2024).

As oscilações térmicas média máxima quinzenal entre 2008 a 2022 no Povoado Ribeira de Cabaceiras, está representada na Figura 4. As flutuações de meso e microescala, as contribuições regional e local, orografia e vento forneceram fortalecimento estas variáveis que fluíram de 28,1°C (julho) representando o ponto de mínima a 33,1°C (dezembro) sendo seu ponto de máxima elevação. Entre janeiro a junho registram-se reduções térmicas, de agosto a dezembro acréscimos térmicos são graduais, com destaque para os meses de outubro a dezembro, para as oscilações neste quinquênio, resultados similares podem ser consultados no IPCC (2023); Medeiros (2018) e Marengo et al. (2022).

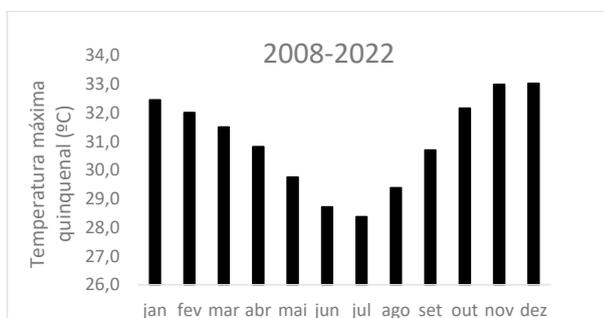


Figura 4 – Temperatura média máxima quinzenal (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2008-2022. FONTE: Medeiros (2024).

As diferenças das temperaturas médias máximas quinzenais (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, entre 2008-2012, 2013-2017, 2018-2022, estão representadas na Figura 5.

Observam-se que o quinquênio 2013-2017, apresentou as diferenças mensais térmicas todas positivas, oscilando 0,29°C (janeiro) a 0,17°C outubro, pode-se concluir que o quinquênio 2013-2017 foi o mais quente da área de estudo. Resultados similares podem ser consultados no IPCC (2023); IPCC (2022) e IPCC (2021); Medeiros (2018) e Marengo et al. (2022).

Os quinquênios 2008-2012 e 2018-2022, registraram oscilações térmicas negativas, ocasionadas pelos sistemas de meso e microescala bem inferior aos padrões normais, ocasionados pela cobertura de nuvens, baixa incidência de insolação, solo com cobertura, o IPCC (2022) e IPCC (2021) corroboram nas discussões.

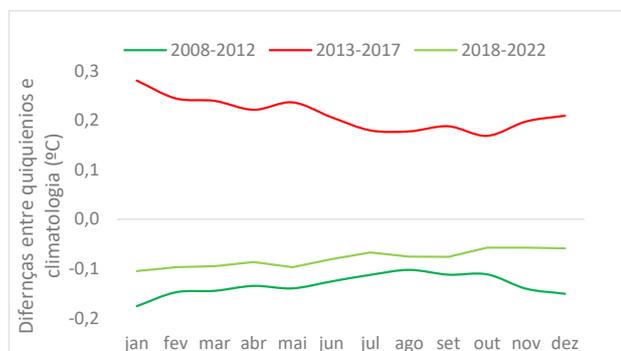


Figura 5 – diferenças das temperaturas médias máximas quinzenais (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2008-2012, 2013-2017, 2018-2022.

FONTE: Medeiros (2024).

Na Figura 6 tem-se as flutuações das temperaturas média máxima, média da média e média da mínima quinzenal (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2008-2022.

A temperatura média da máxima oscila de 29,0°C (julho) a 33,9°C em (novembro), entre agosto a janeiro tem-se aumento gradual térmico, e suas reduções térmicas ocorrem entre fevereiro a junho, essas variabilidades estão interligadas os sistemas de meso e microescala, seguidamente dos efeitos regional e local (Medeiros et al 2018b; Marengo et al 2007).

A variabilidade térmica média da média registra seu pico de máxima e mínima flutuação em novembro (33,1°C) e julho (28,5°C), nas demais flutuações segue as características da curva de máximas.

As oscilações térmicas média das mínimas oscilam de 27,9°C (Julho) a 32,6°C (novembro), destaca-se que ambas as curvas, tem os mesmos formatos, ocasionadas pelas reduções e levantamentos térmicos simultaneamente (Medeiros 2018a).

Observa-se a arrefecimento nas médias térmicas de julho a novembro, tempo no qual as médias mensais fluem de 29,1°C a 33,9°C. As flutuações sazonais térmicas oscilam próximos ao setor do território nacional segundo (Marengo et al. 2022 e Medeiros et al. 2021).

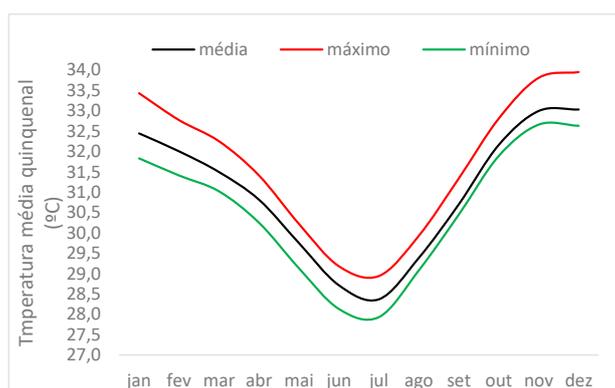


Figura 6 – Temperatura média máxima, média da média e média mínima quinzenal (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2008-2022.

FONTE: Medeiros (2024).

Com temperatura média máxima anual de 31°C correspondente ao período de 2008-2022, as distribuições inter anos fluem de 30,7°C (2019) a 31,5°C (2015), Destaca-se os anos de 2010; 2014 a 2017 com valores superiores a média climática, os anos com valores térmicos inferiores a média registrou-se em 2011 a 2013; 2019; 2021 e 2022. Os anos 2018; 2020 e 2023 registra temperatura máxima entre a normalidade. (Figura 7).

Estas flutuações foram decorrentes dos sistemas de meso e microescala, acoplados aos efeitos orográficos, regional e local, desmatamento, solo nu e incidência de queimadas, conforme reafirma Marengo et al (2023); Medeiros (2018); IPCC (2022) e IPCC (2021)

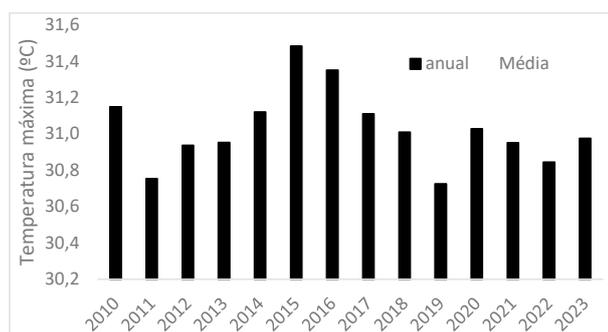


Figura 7 – Temperatura média máxima, e climatologia anual (°C) no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2008-2022.

FONTE: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

A variabilidade térmica máxima estudadas demonstram variações nos valores médios mensais dos índices térmicos máxima e mínima.

Os sistemas de meso e microescala, acoplados aos efeitos orográficos, regional e local, desmatamento, solo nu e incidência de queimadas, provocam flutuações de altos e baixos índice térmico que afeta o ser humano, o conforto térmico e o bem estar da população.

O quinquênio 2013-2017 caracterizado como quente, já os quinquênios 2008-2012 e 2018-2022 foram relativamente frio, decorrentes dos sistemas de meso e microescala, acoplados aos efeitos orográficos, regional e local, desmatamento, solo nu e incidência de queimadas

As condições climáticas se encontram diretamente ligadas, entre outros, aos processos hidrológicos que envolvem a dinâmica de um município, assim como ao gerenciamento e à utilização das águas. Isto, por sua vez, afeta: assentamentos humanos; disponibilidade de água tanto em ambientes urbanos quanto em atividades rurais; sistemas de irrigação; geração de energia, diversas outras atividades. Para o município de Recife, o tema possui importância relevante, uma vez que a região é favorecida em termos de recurso hídrico superficial e subterrâneo.

## REFERÊNCIAS

- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2024.
- 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.
- ÁVILA, L.F.; MELLO, C.R.; YANAGI, S.N.M.; SACRAMENTO NETO, O.B. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.49, n.4, p.247-256, 2014.
- CAVALCANTI, E.P.; SILVA, V.P.R.; SOUSA, F.A.S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Brasil, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.
- CAVALCANTI, E. P., SILVA, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. IN: Congresso Brasileiro de Meteorologia. 8. 1994. Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte: SBMET, 1994, v.1, 154-157pp.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K.P.; PLACHON, O.; SANT'ANNA NETO, J.L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 a 2015. *EchoGéo*, v.3, n.41, p.1-27, 2017.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2023. Synthesis Report. Disponível em <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>>.
- IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-DELMOTTE, V. et al. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2391p. 2021.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. ABSTRACT for Policymakers. In: Climate Change 2013.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. ABSTRACT for Policy Makers Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>.
- MARENCO, J.A.; CAMARGO, C.G. Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, *International Journal Climatology*, v.28, p. 893-904, 2007.
- MARENCO, J.A.; CAMARGO, C.C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. *International Journal of Climatology* 28, 893-904. 2008.
- MEDEIROS, R.M. et al. Variabilidade da Temperatura Média do Ar no Estado da Paraíba-Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* Vol. 08, N. 01, p.128-135, 2015.
- MEDEIROS, R.M.; KOZMHINSKY, M.; HOLANDA, R.M.; SILVA, V.P. Temperatura média do ar e suas flutuações no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, n.2, v.1. 081-093, 2018a.
- MEDEIROS, R.M. Fatores provocadores e/ou inibidores de chuva no estado da Paraíba. 2018b.
- MINUZZI, R.B.; CARAMORI, H.; BORROZINO, E. Tendências na variabilidade climática sazonal e anual das temperaturas máxima e mínima do ar no Estado do Paraná. *Bragantina*, Campinas, v.70, n.2, 2012, p. 471-479.
- NOGUEIRA, V.F.B.; CORREIA, M.F.; NOGUEIRA, V.S. Impacto do Plantio de Soja e do Oceano Pacífico Equatorial na Precipitação e Temperatura na Cidade de Chapadinha - MA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, p.708 –724. 2012.
- OMETTO, J.C. Bioclimatologia vegetal, São Paulo: Ceres, 1981. 440p.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. *Guaíba: Agropecuária*, 2002. 478p.
- SALES, M.C.L.; RAMOS, V.M. (2000). Caracterização ambiental das áreas sob influência do reservatório de Bocaina (PI) com base na compartimentação geomorfológica. *Carta CEPRO* 18, 149-161.

SILVA, A.M.; COSTA, D.L.C.R.; LINS, C.J.C. (2008). Precipitações no Nordeste Brasileiro: tendências de variação e possíveis implicações na agricultura. Anais...Semana do Meio Ambiente, Recife 5.

## Capítulo 16

### O POVOADO DE RIBEIRA DE CABACEIRA E SUA IMPORTÂNCIAS SOCIOECONÔMICAS NA PRODUÇÃO DE ARTESANATO DE COURO DE BODE E BOI E AO TURISMO

Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros

#### RESUMO

As prestações criativas com enfoque ao turismo e em sua cultura anexa, é a abertura para a formatação de um modelo turístico sustentável, no Povoado, com inclusão social, valorização da cultura, acréscimo na competitividade e promoção do destino, o que transforma alguns locais turísticos da Paraíba em destinos turísticos que encantam os visitantes tanto pela sua beleza e a dos produtos e lembranças que serão vendidos aos turistas. Tem-se por objetivo a divulgação do Povoado de ribeira visando o maior incentivo ao turismo e a arte do artesanato e seus derivados do couro de bode e boi. O Povoado de Ribeira teve como início de sua história no século XVIII onde se posicionavam as grandes fazendas. Em 1960 Arnaud Pereira Duarte e sua esposa Justina doaram um terreno no dia 5 de dezembro para a construção da capela destinada ao apóstolo São Paulo. Percebeu-se que Ribeira tem importante função de divulgar, conservar, manter e valorizar o seu patrimônio histórico, cultural e natural da região onde está sendo explorado o artesanato do couro, proporcionando diversos benefícios aos habitantes local, como melhorias na infraestrutura, serviços oferecidos na gastronomia, hospedagem, lazer e a divulgação dos seus produtos

**Palavras-chave:** Artesanato, turismo, caprinocultura.

#### THE RIBEIRA DISTRICT AND ITS SOCIOECONOMIC IMPORTANCE IN THE PRODUCTION OF GOAT AND OX LEATHER CRAFTS AND IN TOURISM

#### ABSTRACT

The creative services with a focus on tourism and its associated culture, are the opening for the formatting of a sustainable tourist model, in the district, with social inclusion, appreciation of culture, increased competitiveness and promotion of the destination, which transforms some tourist sites of Paraíba in tourist destinations that enchant visitors both for their beauty and for the products and souvenirs that will be sold to tourists. The objective is to publicize the Ribeira district with a view to increasing tourism and the art of handicrafts and their derivatives from goat and ox leather. The Ribeira district began its history in the 18th century, where large farms were located. In 1960, Arnaud Pereira Duarte and his wife Justina donated land on December 5th for the construction of the chapel destined for the apostle São Paulo. It was realized that Ribeira has an important role in publicizing, conserving, maintaining and valuing its historical, cultural and natural heritage in the region where leather crafts are being explored, providing various benefits to local inhabitants, such as improvements in infrastructure, services offered in gastronomy, accommodation, leisure and the promotion of its products

**Keywords:** Crafts, tourism, goat farming.

## INTRODUÇÃO

O turismo desenvolvido em áreas rurais, onde, aperfeiçoa diferentes terminologias, sobretudo em função da diversidade cultural, social e econômica, ambiental de cada região. “O termo turismo rural é utilizado indistintamente para definir as atividades turísticas que se desenvolvem no espaço rural; há uma confusão terminológica e uma diversidade de classificações” Elesbão (2005).

A área de turismo estabelecer em importante celeridade econômica, sendo adequada a geração de renda, emprego, divisas e redistribuir socioeconômica regional (Haddad et al, 2013). As prestações do turismo, igualmente como outras atividades que abrangem o consumo de bens privados, preponderam com a origem em regiões mais ricas, mas, em termos relativos, a renda gerada pelo turismo pode ser mais relevante naquelas menos desenvolvidas e que não apresentam a mesma diversidade de atividades produtivas. Assim, a redução de desigualdades regionais de renda é um dos significativos benefícios do turismo.

No que tange à geração de divisas, o turismo também é considerado uma importante atividade, particularmente para os países onde o turismo receptivo internacional é expressivo. Não é o caso ainda do Brasil, em que a relação de receitas do turismo interno é cerca de nove vezes superior à do receptivo internacional, sendo que o país recebe apenas 0,47% do total de turistas internacionais mundiais e 0,35% de seus gastos (EMBRATUR, 2002; UNWTO, 2019; Ministério do Turismo, 2019).

Dado a disponibilidade de uma ampla diversidade de atrativos e de belezas naturais, é consequência natural a enorme potencialidade que o povoado Ribeira apresenta para atender uma maior parcela do mercado interno, externo e mundial do turismo.

O Povoado de Ribeira teve como início de sua história no século XVIII onde se posicionavam as grandes fazendas. Em 1960 Arnaud Pereira Duarte e sua esposa Justina doaram um terreno no dia 5 de dezembro para a construção da capela destinada ao apóstolo São Paulo.

Sua principal fonte de sustentabilidade socioeconômica era a plantação do alho até a década de 1989, esta cultura ingressou numa grande crise sem recuperação de produção e de sobrevivência. Segundo relatos, já existe há pelo menos 3 gerações, a princípio como atividade secundária a agricultura e a criação de animais

Para tanto os habitantes do povoado Ribeira tiveram que buscarem novas alternativas para superar o problema que afetaram o povoado e suas finanças, após várias discursões e entendimentos dos seus moradores viram que a prática da caprinocultura era a solução para se restabelecer a crise enfrentada e renovar o setor socioeconômica e da nova vida ao povoado.

Tem-se por objetivo a divulgação do Povoado de ribeira visando o maior incentivo ao turismo e a arte do artesanato e seus derivados do couro de bode.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Povoado de Ribeira tem distância de 14 Km da sede municipal de Cabaceira com seu acesso por estrada de terra batida. Posiciona-se na Microrregião do Cariri Oriental, e no Planalto da Borborema, onde se concentra uma grande comunidade rural. Ribeira está posicionada na sede do município de menor índice pluviométrico da América do Sul (Cabaceira/Paraíba) do onde suas casas foram construídas ecologicamente sustentáveis, fornecendo confortos aos seus moradores.

Ribeira é uma sociedade rural que produz artesanato em couro de bode onde encontra-se instalada a Cooperativa dos Curtidores e Artesãos em Couro de Ribeira de Cabaceiras (ARTEZA), produzindo sandálias, chapéus, carteiras, bolsas, cintos e outros acessórios, de couro de boi e bode. Esses produtos são comercializados em cidades do Nordeste e de outras regiões do Brasil. Você pode viver essa experiência visitando mais de dezoito pequenos negócios que produzem o artesanato em couro. Reserve um dia para visitar Ribeira.

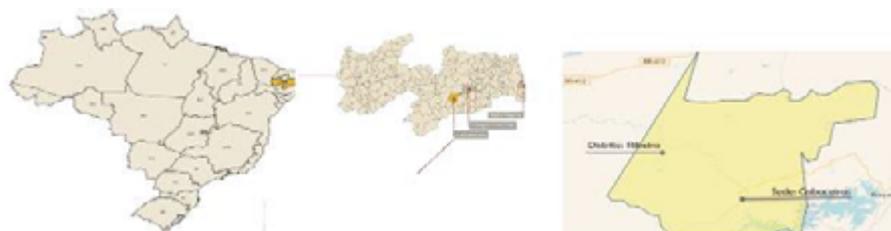


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024).

Em determinado período de forte estiagem onde a produção do alho teve seu fim e uma nova visualização para trabalhos de couro vieram a progredir, curiosamente, no período que poderia ser de maior escassez para toda população. Na década de 80, a atividade do artesanato em couro se intensifica. Com o aumento da instalação de pequenos curtumes nas margens do rio e seu consequente impacto em uma das poucas fontes de água potável da região, a prefeitura municipal de Cabaceiras desenvolveu em 1984 uma proposta de "curtume coletivo". O objetivo era concentrar a atividade em um galpão com alguns maquinários, no Povoado da Ribeira.

Em 1988, o curtidor mais atuante da região, José Carlos de Castro, participou de alguns cursos em Campina Grande e voltou aplicando seu conhecimento nas suas produções e passando adiante o aprendizado, estimulando outros curtidores a aperfeiçoar o processo de beneficiamento do couro.

Atualmente o Povoado Ribeira de Cabaceiras é uma comunidade rural e sua produção do artesanato em couro com cerca de 30 oficinas. Atrelando, 72 sócios mantidos desde 1998 a Cooperativa dos Curtidores e Artesãos em Couro de Ribeira de Cabaceiras, (ARTEZA), com produtos vendidos e distribuídos para João Pessoa, Natal, Brasília, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, além de feiras internacionais como as da Espanha, Portugal e Alemanha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Povoado Ribeira, o ciclo do couro se desenvolveu às margens do Rio Taperoá, alcançando novos curtumes nas fazendas como uma fonte de geração de renda, o se destaca na atividade coureira e turística, onde estão localizados os curtumes, onde a partir dos anos 60 foi evidenciado na região, com a dita indústria do couro. Na figura 1 mostra-se algumas peças desenvolvidas pela comunidade local.



Figura 1- Peça de couro curtidas e prontas para serem manuseadas em diversas atividades.  
Fonte: ARTEZA

A Figura 2, ilustra algumas peças de couros femininas, feitas pelos artesã locais que se encontram em exposição e a venda na ARTEZA, entre tantos outros produtos que são fabricados e desenvolvido no Povoado e são espalhados por todo Nordeste Brasileiro e no mundo inteiro.



Figura 2 - Peça de couro feminina.  
Fonte: ARTEZA

A matriz da cidade, e uma edificação (Figura 3) que reúne sua comunidade nos domingos, e épocas de festejos para comemores seu (sua) padroeira, além de realizações de casamento, batizados entre muitos outros eventos local e regional.



Figura 3 – vistas da matriz da cidade.  
Fonte: ARTEZÁ

A Figura 4, ilustra a faixada da Cooperativa, onde concentram-se as varias peças de fabricadas no povoado, sendo o local ideal para o comércio.



Figura 4 – vistas da Cooperativa.  
Fonte: ARTEZÃ

## CONCLUSÃO

Percebeu-se que o Povoado Ribeira de Cabaceiras tem importante função de divulgar, conservar, manter e valorizar o seu patrimônio histórico, cultural e natural da região onde está sendo explorado o artesanato do couro, proporcionando diversos benefícios aos habitantes local, como melhorias na infraestrutura, serviços oferecidos na gastronomia, lazer e a divulgação dos seus produtos

## REFERÊNCIAS

- ELESBÃO, I. Turismo rural em São Martinho (SC): uma abordagem do desenvolvimento em nível municipal. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2005.
- EMBRATUR. (2002). Conta Satélite do Turismo: Brasil: 1999. Brasília: EMBRATUR.
- Haddad, E.A.; Porse, A.A. & Rabahy, W.A. (2013). Domestic tourism and regional inequality in Brazil. *Tourism Economics*, 19(1), 173-186.
- <http://ribeiradoriotaperoa.blogspot.com.br/searchupdatedmax=2012-02-19T06:09:00-08:00maxresults=7>
- [http://vitinedocariri.com.br/?p=noticia\\_int&id=34591](http://vitinedocariri.com.br/?p=noticia_int&id=34591)
- <http://paraiba.pb.gov.br/investimentos-do-governo-do-estado-elevam-producao-do-couro-em-25-no-cariri/>
- UNWTO. (2019). World Tourism Barometer. Madrid: UNWTO.

**VARIAÇÕES BIENAL DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL**

Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros

**RESUMO**

É de suma importância a conscientização da população sobre o uso dos recursos hídricos, abalçando a sociedade que o uso irresponsável da água vem a provocar sua escassez. Neste perfil objetiva-se avaliar e analisar as variações bienal entre 2010-2023, da variável evapotranspiração no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, utilizando o método de (Thornthwaite 1948; Thornthwaite et al., 1953), gerados através do balanço hídrico climatológico, com o intuito de fornecer informações confiáveis ao setor agrícola e do agronegócio. Para o cálculo do balanço hídrico utilizou-se do método de Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al, (1955), para tanto valeu-se do uso dos totais mensais pluviométricos interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos. Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo softwere Estima – T disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) entre o período de 2010-2023. gerou-se os valores da evapotranspiração inter anual, e aplicou-se estes valores a uma planilha eletrônicas, visando aplicações estatísticas para o desenvolvimento deste artigo. Na falta de elementos meteorológicos necessários para determinar a evapotranspiração, a equação de Thornthwaite pode ser utilizada com razoável precisão para a estimativa da evapotranspiração. As estimativas da ETP mensais para a área estudam apresentam dependência da localização geográfica e sobretudo, da orografia local. A falta da arborização nativa e o solo quase que completamente nu, corrobora para maiores variabilidades evapotranspirativos.

**Palavras-Chave:** Estimativa ETP, balanço hídrico, variabilidades climáticas e naturais.

**BIENNIAL VARIATIONS OF EVAPOTRANSPIRATION IN THE VILLAGE OF RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRAZIL**

**ABSTRACT**

It is extremely important to raise awareness among the population about the use of water resources, as it is important to make society aware that irresponsible use of water is causing water scarcity. This profile aims to evaluate and analyze the biennial variations between 2010-2023 of the evapotranspiration variable in the Village of Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, using the (Thornthwaite method 1948; Thornthwaite et al., 1953), generated through the climatological water balance, with the aim of providing reliable information to the agricultural and agribusiness sectors. To calculate the water balance, the method of Thornthwaite (1848) and Thornthwaite et al. (1955) were used, using the monthly rainfall totals interpolated by the Inverse Distance Squared Weighted Average method of neighboring municipalities. Thermal data (oC) were generated by the Soportewe Estima – T available on the website of the Federal University of Campina Grande (UFCG) between 2010-2023. The values of interannual evapotranspiration were generated and applied to an electronic spreadsheet, aiming at statistical applications for the development of this article. In the absence of meteorological elements necessary to determine evapotranspiration, the Thornthwaite equation can be used with reasonable accuracy to estimate evapotranspiration. The monthly ETP estimates for the studied area are dependent on the geographic location and, above all, on the local orography. The lack of native trees and the almost completely bare soil contribute to greater evapotranspiration variability.

**Keywords:** ETP estimation, water balance, climatic and natural variability.

## INTRODUÇÃO

Embora as disponibilidades de dados meteorológicos, especialmente advindo das estações automáticas, ainda existe desprovidas faltas dos referidos elementos, ocasionado pela baixa densidade de estações ou com poucos sensores/instrumentos. Além disso, acrescenta-se os eventuais problemas eletrônicos presentes neste tipo de estação meteorológica que resultam em dados duvidosos ou na ausência de elementos meteorológicos necessários para a aplicação do método de evapotranspiração da FAO-98, haja vista que os instrumentos destinados a medição da ET (lisímetros) por apresentarem dificuldades operacionais, praticamente são utilizados apenas em condições experimentais visando, principalmente desenvolver e calibrar métodos de estimativas (Pereira et al., 2013).

O setor agrícola depende das condições de tempo e clima, para sua sustentabilidade e no fator econômico são responsáveis por 60 a 70% da variabilidade final da produção (Ortolani et al., 1987). As informações climáticas e como dissimulam todas as etapas agrícolas desde o plantio até o armazenamento dos produtos e seu transporte devem ser bem planejados para garantir maior sucesso.

Medeiros et al. (2020) especializaram pelo método da krigagem os elementos precipitação, evapotranspiração e evaporação prováveis ao nível de 75% de probabilidade para 187 municípios foi levada nas estações verão e outono na região litorânea, zona da Mata e Agreste, gerando suas cartas e informações para os tomadores de decisões governamentais. Os autores concluíram que na falta de elementos meteorológicos necessários para determinar a evapotranspiração, a equação de Thornthwaite pode ser utilizada com razoável precisão para estimativa da evapotranspiração de determinada área.

A evapotranspiração concebe a chuva de acordo com a teoria necessária para não faltar nem sobrar água no solo, onde se utilizada do computo do balanço hídrico para a identificação dos períodos de excesso ou escassez de água (Camargo et al., 1999; Barros et al., 2012; Costa et al., 2015).

Medeiros et al. (2021) estudando o elemento evapotranspiração (ETP) no município de Campina Grande - PB registrou *ETP* anual de 1076,8 mm, com flutuações de 105,4 mm (dezembro) a 71,3 mm em (agosto). No mês de agosto a *ETP* é reduzida carecido a sua característica do final do inverno no Hemisfério Sul. Os autores relatam a influência local que tem uma grande contribuição sobre o aquecimento pontual, o chamado “aquecimento urbano” que se pode constatar nitidamente na área estudada.

Estudos vêm confirmando que as principais variações potenciais da elevação da *ETP* se evidenciam com acréscimos ocasionados pelas variações nos índices térmicos, radiação solar, mudanças associadas ao déficit de pressão de vapor e velocidade do vento (Roderick et al. 2007; Cong et al. 2009; Fu et al. 2009; McVicar et al. 2012).

O estudo teve como objetivo avaliar e analisar as variações bial entre 2010-2023, da variável evapotranspiração no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, utilizando o método de (Thornthwaite 1948; Thornthwaite et al., 1953), gerado através do balanço hídrico climatológico, com o intuito de fornecer informações confiáveis ao setor agrícola e do agronegócio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Povoado está situado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESA 2024) (Figura 1).

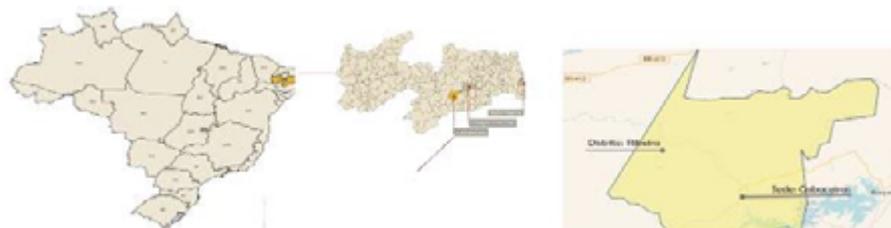


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024)

A classificação climática de Köppen (1928) e Köppen et al. (1931) e segundo a confirmações dos autores Alvares et al. (2014) o povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, tem o clima do tipo BSH (Clima quente de estepe temperatura elevada, chuvas escassas no inverno, temp. > 22° C). A área em estudo encontra-se inserida nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba.

Para o cálculo do balanço hídrico utilizou-se do método de Thornthwaite (1848), Thornthwaite et al. (1955), para tanto valeu-se do uso dos totais mensais pluviométricos interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado dos municípios circunvizinhos (Cabaceiras; São Domingos do Cariri; boqueirão, Barra de São Miguel, São João do Cariri e Boa Vista). Os dados térmicos (°C) foram gerados pelo softwete Estima – T disponível na página da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) entre o período de 2010-2023.

Após a realização do balanço hídrico através da planilha eletrônicas desenvolvidas por Medeiros (2016), onde o valor da capacidade de água disponível no solo (CAD) utilizada foi de 100 mm, gerou-se os valores da evapotranspiração inter anual, e aplicou-se estes valores a uma planilha eletrônica, visando aplicações estatísticas para o desenvolvimento deste artigo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A década atual vem evidenciando maiores conflitos climáticos em diferentes partes do globo. Percebe-se alterações relevantes nos ciclos hidrológicos, os quais vêm ocasionando mudanças nos índices pluviais e nas suas quantidades, frequência, duração, alterando também, os poderes evaporativos e evapotranspirativos e temperatura, e por consequência, afeta a disponibilidade dos recursos hídricos, ocasionados pelas frequentes ocorrências dos eventos climáticos extremos (Rápalo et al., 2021; Santos et al., 2021).

As flutuabilidades pluviais e suas tendências nos informam que venham ou estejam passando por mudanças climáticas, mais destaca-se ocorrências de eventos extremos de secas e enchentes seguidos de ocorrências de chuvas forte em curtos intervalos de tempo, ocasionados pelos sistemas atmosféricos transientes em atuação regional e local. Estas flutuabilidades estão em similaridades com os estudos de Marengo et al. (2015); IPCC (2014) e IPCC (2021).

Os meses de agosto a dezembro evapotranspiração acima de sua média climatologia, entre maio a julho a ETP registrada igualou-se a climatologia, os meses de janeiro a abril evapotranspirou abaixo da média (Figura 2), os sistemas de meso e microescala, as contribuições regionais e locais,

foram as responsáveis pelas oscilações discutidas. O estudo de Medeiros et al (2021), tem similaridade om a discussão.

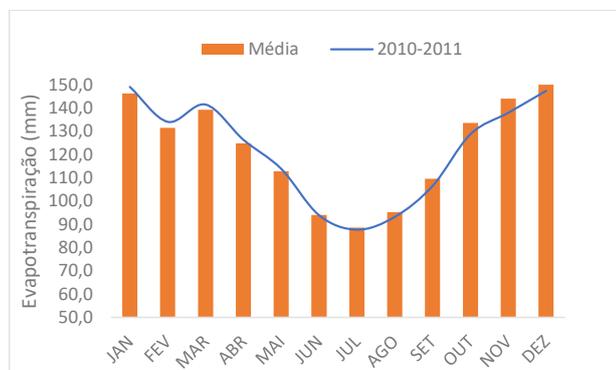


Figura 2 – Evapotranspiração bienal (2010-2011) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Na região semiárida brasileira, existe um agravante maior ocasionando pela escassez hídrica que é indispensável para otimizar a reutilização da água, e assim atender às necessidades das culturas irrigadas e da população.

A distribuição bienal (2012-2013) e sua média histórica está representada na figura 3, onde, destaca-se os meses de junho a agosto com os menores índices evapotranspirados, registra-se acréscimos gradativas entre setembro e dezembro, e redução evapotranspirativos de janeiro a maio. Salienta que os índices evapotranspirativos divergiu no mês de março com a ETP maior que a climatologia. Registro de anomalias nos meses de fevereiro e março, ocasionadas pela velocidade do vento, radiação solar e os efeitos de Meso e microescala, o estudo de França et al. (2019) corrobora com as discussões.

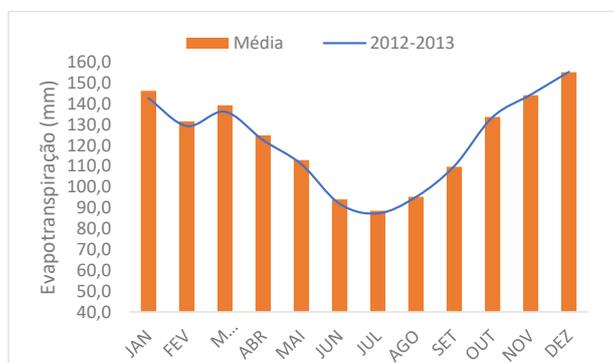


Figura 3 – Evapotranspiração bienal (2012-2013) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

As temperaturas apresentam médias elevadas e, conseqüentemente, ocasionando potencial para a alta evaporação (Clemente, 2021; Marengo, 2008).

No biênio (2014-2015), Figura 4, observa-se que entre maio a dezembro a ETP mensal fluiu acima da média climatológica, entre janeiro a abril, a ETP fluiu igual a climatologia, destaca-se ainda, queda e subida busca nos índices evapotranspirativos de fevereiro e março, estas flutuações decorrem das variabilidades dos ventos, insolação, movimentos verticais descendentes, os efeitos regionais e local com a ajuda dos sistemas de meso e microescala. O

estudo de França et al. (2019); Medeiros (2022) e Marengo et al. (2008), corrobora com as discussões.

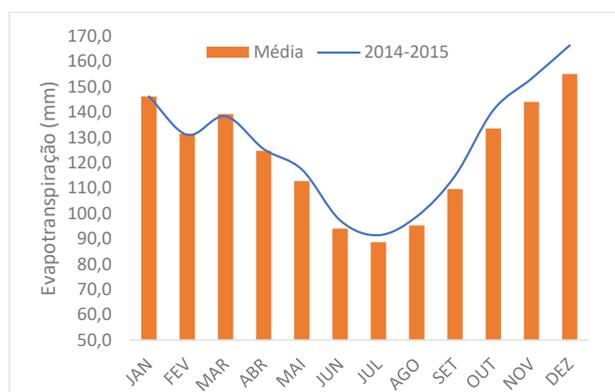


Figura 4 – Evapotranspiração bial (2014-2015) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Vilar (2020) antecipou e monitorou acontecimentos climáticos de grande contribuição para o abastecimento e represamento d’água, geração de energia elétrica e fomento de atividades agrícolas, pecuária e pesqueiras os quais auxiliam os estudos de uma região, permitindo examinar os impactos que as mudanças climáticas venham a ocasionar, assim como os seus possíveis causadores. A realização do monitoramento pluvial deve estar atento para ocorrências de secas extremas em uma região específica.

A ETP supera os índices climáticos (Figura 5) nos meses de janeiro a julho, iguala-se de setembro a dezembro, o mês de março registra anomalias devido a ocorrência dos efeitos locais, regionais e das flutuações de meso e microescala, resultados similares podem ser vistos em Marengo et al. (2022); Medeiros (2020).

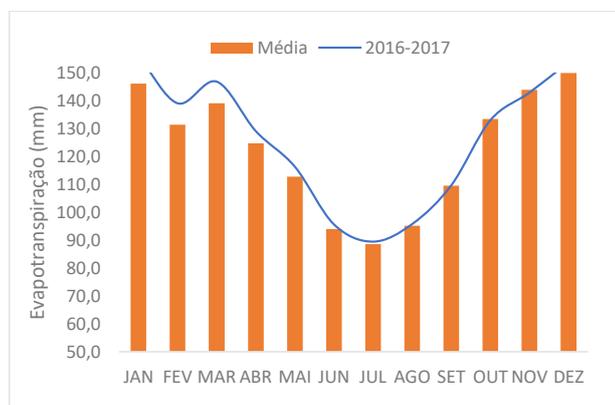


Figura 5 – Evapotranspiração bial (2016-2017) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

A utilização de configuração precisa para aquisição de valores da ETP se faz de extrema necessidade para um bom planejamento de irrigação, agricultura, recursos hídricos, meio ambiente manejo e monitoramento de represamento de água (Kartal, 2024).

A ETP mensal igualou-se aos valores médios nos meses de junho a dezembro, entre janeiro e maio a ET observada foi inferior a climatologia.

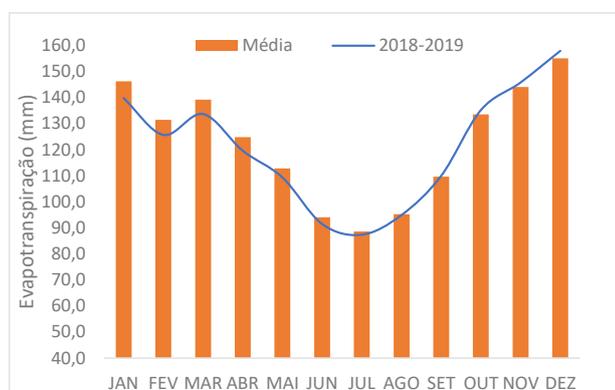


Figura 6 – Evapotranspiração bial (2018-2019) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Os meses de outubro a dezembro, (Figura 7) os índices evapotranspirativos fluíram abaixo da climatologia. De fevereiro a maio a climatologia superou a ETP. Janeiro, junho a agosto os valores da ETP foram iguais. Os picos de mínima e máxima ETP ocorreram em junho e dezembro, os efeitos de meso e microescala, seguidamente das contribuições local e regional, pouco contribuíram para o auxílio da ETP. (Medeiros 2019).

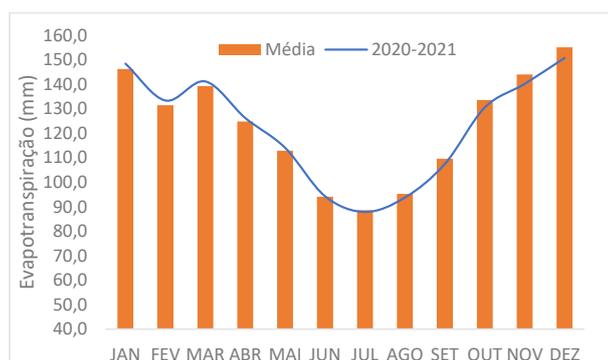


Figura 7 – Evapotranspiração bial (2020-2021) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Na Figura 8 tem-se a taxa da evapotranspiração bial (2022-2023) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Os índices evapotranspirativos bial fluíram de 89,5 mm (julho) a 155,0 mm (dezembro), registrou anomalia no mês de fevereiro e março provados pelas oscilações regional e local, de abril a julho observam-se reduções nos seus índices, e de agosto a dezembro, flutuações crescentes.

Estudos mostram que devido aos efeitos climáticos situações como a ausência de chuvas afetada negativamente toda a atividade agrícola (Castro et al., 1980), levando a graves impactos socioeconômicos sem precedentes, conforme afirmaram Souza et al. (2004).

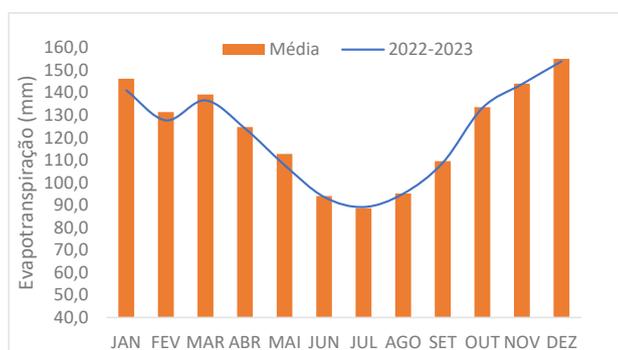


Figura 8 – Evapotranspiração bienal (2022-2023) e sua média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

A Figura 9 representam os gráficos das diferenças das evapotranspirações bienais e seu comparativo com a média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba.

O biênio 2010-2011 registrou diferenças positivas de janeiro a julho negativa entre agosto – dezembro. Em 2012-2013 as oscilações positivas ocorrem de janeiro-junho, negativas de agosto a dezembro.

No biênio 2014-2015, corresponde aos meses de abril a dezembro, registrou-se diferenças evapotranspirativos positivos, fluindo de 0,1mm a 11 mm, e nos meses de janeiro a março, diferenças de ETP negativas.

O biênio 2016-2017, registra de janeiro a agosto diferença de ETP positivos, de agosto a dezembro diferenças negativas. Já o biênio 2018-2019, registrou diferenças positivas de janeiro a junho, e negativas de agosto-dezembro.

Diferenças positivas ocorreram entre janeiro e junho e negativas de julho a dezembro, no biênio 2020-2021. Para o biênio 2022-2023 diferenças positivas junho a dezembro negativas de janeiro a maio.

Estas diferenças nos assegura as variabilidades do poder evapotranspiradas entre meses e biênios, e quais períodos foram mais intensos suas variabilidades, similaridade pode ser vista em Medeiros (2020).

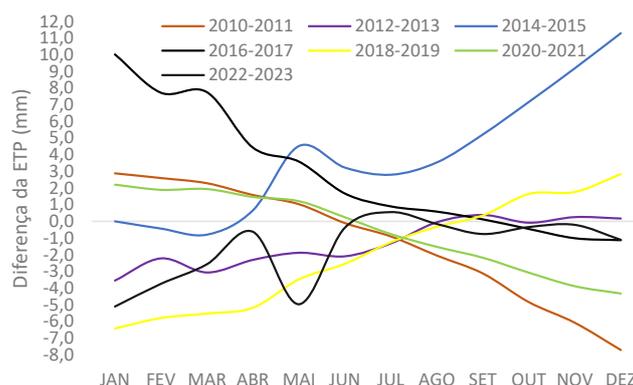


Figura 9 – Diferenças das Evapotranspirações bienais e seu comparativo com a média histórica para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

A distribuição anual da ETP e sua climatologia está representada na figura 10. Com média anual e 1469,9 mm suas flutuações oscilando de 88,6 mm (julho) a 155,7 mm (dezembro), tais

variabilidades evapotranspirativos estão interligados aos sistemas pluviais locais e regionais, aos períodos chuvoso e seco e as flutuações de meso e microescala. (Medeiros 2020; IPCC 2022; IPCC 2021).

Destaca-se os anos com menores poderes evapotranspirativos, 2011; 2019 e 2022, estas reduções evapotranspirativos foram ocasionadas pelos bloqueios atmosféricos, redução pluvial, baixa velocidade vento e os movimentos verticais. (Marengo et al 2008). Os maiores índices evapotranspirados foram nos anos de 2010; 2014-2017 e 2020. Com índices evapotranspirativos próximos a média tem-se os anos 2018 e 2023.

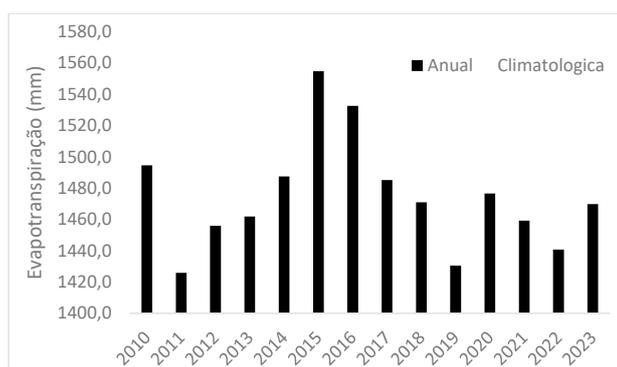


Figura 10 – Distribuição da evapotranspiração anual e sua climatologia para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

## CONCLUSÃO

Na falta de elementos meteorológicos necessários para determinar a evapotranspiração, a equação de Thornthwaite pode ser utilizada com razoável precisão para a estimativa da evapotranspiração.

Provavelmente os fatores antrópicos, acoplados a ausência de arborização nos leitos das lagoas, lagos, rios, córrego, riachos, açudes e lençóis de águas, além da desordenada edificação vertical e compactação de solo urbano e rural, falta de arborização e solo nu, seguidamente dos sistemas meteorológicos transientes e fatores regional e locais vem a contribuir para períodos com maiores variabilidades, entretanto sabe-se que dependendo da estação verão ou inverno a ETP podem realmente variar, pois estão diretamente relacionadas com as épocas de maiores e menores pluviometria, oscilações térmicas, umidade do ar entre outras variáveis como radiação solar, cobertura de nuvens, velocidade do vento e pressão de saturação do vapor, que podem reduzir e/ou aumentar o processo evaporativo.

As estimativas da ETP mensais para a área estudam apresentam dependência da localização geográfica e sobretudo, da orografia local.

A falta da arborização nativa e o solo quase que completamente nu, corrobora para maiores variabilidades evapotranspirativos.

## REFERÊNCIAS

BARROS, A.H.C.; ARAÚJO FILHO, J.C.; SILVA, A.B.; SANTIAGO, G.A.C.F. (2012). Climatologia do Estado de Alagoas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.211. Embrapa Solos, 32p.

- CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. (1999). Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 7(2), 251-257.
- CLEMENTE, C.M.S. (2021). Serviços ambientais e valoração dos estoques de carbono no semiárido baiano. 2021. 195 p. Tese (Doutorado em Geografia - Tratamento da Informação Espacial). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte
- CONG, Z.T.; YANG, D.W.; NI, G.H. Does evaporation paradox exist in China? *Hydrol. Earth Syst. Sci.* v.13, p.357-366, 2009.
- COSTA, M.N.M.; MEDEIROS, R.M.; GOMES FILHO, M.F. (2015). Variabilidade da evaporação no tanque classe “A” entre o período de 1976 a 2011 e suas comparações com as três décadas e meia e com o ano de 2011 no município de Teresina, Piauí. 7º Workshop de Mudanças Climáticas do Estado de Pernambuco e 4º Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade. Recife-PE, CD RON. 107-123.
- FRANÇA, M.V.; MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; ROLIM NETO, F.C.; CORREA, M.C. (2019). Análise da evapotranspiração potencial e evaporação real para Bom Jesus — Piauí, Brasil. 9º Workshop de Mudanças Climáticas do Estado de Pernambuco e 7º Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade. Recife-PE, CD RON. 150-173.
- FU, G.; CHARLES, S.P.; YU, J. A critical overview of pan evaporation trends over the last 50 years. *Clim. Change* 97,193-214, doi:10.1007/s10584-009-9579-1, 2009.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023. Synthesis Report*. Disponível em <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>>.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- MCVICAR, T.; RODERICK, M.; DONOHUE, R.; LI, T.L.; VAN NIEL, T.G.; THOMAS, A.; GRIESER, J.; JHAJHARAI, D.; HIMRI, Y.; MOHOWALD, N.M.; MESCHERSKAYA, A.V.; KRUGER, A.C.; REHMAN, S.; DIMPASHOH, Y. Global review and synthesis of trends in observed terrestrial nearsurface wind speeds: Implications for evaporation. *J. Hydrol.* p.416-417, 182-205, doi: 10.1016/j.jhydrol.2011.10.024, 2012.
- IPCC. *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014.
- MARENGO, J.A.; et al. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v. 1, Campina Grande, PB: INSA, p. 383- 416.
- MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A.; LACERDA, F.F. *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. ISBN 978-85-64265-01-1. INSA. Pag. 303 – 422. Campina Grande-PB. 2015.
- MEDEIROS, R.M. *Fatores provocadores e/ou inibidores de chuva no estado da Paraíba*. 2020
- MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R.M.; SABOYA, L.M.F.; ROLIM NETO, F.C.; ARAÚJO, W.P.; FRANÇA, M.V. (2021). Espacialização pelo método da Krigagem nas variabilidades pluvial, evapotranspiração e evaporação no Estado do Pernambuco – Brasil. *Research, Society and Development*, 10, n. 2, e51010212758, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12758>
- PEREIRA, A.R.; SEDIYAMA, G.C.; VILLA NOVA, N.A. (2013). *Evapotranspiração*. Campinas, Fundag. 323p.
- RODERICK, M.L.; FARQUHAR, G.D. Changes in Australian pan evaporation from 1970 to 2002. *Int. J. Climatol.* v.24, p.1077-1090, 2004.
- RÁPALO, L.M.C.; ULIANA, E.M.; MOREIRA, M.C.; SILVA, D.D.; RIBEIRO, C.B.M.; CRUZ, I.F.; PEREIRA, D.R. Effects of land-use and-cover changes on streamflow regime in the Brazilian Savannah. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v.38, 100934, 2021.

- SANTOS, E.F.N.; BARRETO, I.D.C.; BARBOSA, E.A.S.; CAMPOS, L.; SILVA, A.S.A. Contribuição das técnicas multivariadas a índices de seca na compreensão das otto-regiões da bacia do São Francisco. *Research, Society and Development*, v.10, n.3, p.e7210313118, 2021.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geogr.Rev*, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W. *Topoclimatology*, Proc. Toronto Meteorologic Conf., p.227-232.1953.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- VILAR, R.A.; CORREIA, M.F.; NOBREGA, R.S.; ARAGÃO, M.R.S.; BARBIERI, L.F.P.; FILHO, M.G.M. Avaliação dos impactos de secas severas no nordeste brasileiro na geração de energia elétrica através do modelo Newave: Projeção de energias afluentes e armazenadas. *Revista brasileira de meteorologia*, 35, 89-98, 2020.

Capítulo 18

**VARIABILIDADE PLUVIAL E SUAS CLASSIFICAÇÕES NO POVOADO  
RIBEIRA DE CABACEIRAS/ PARAÍBA ENTRE 2010-2023, BRASIL**

Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros

**RESUMO**

As oscilações climáticas de uma determinada área tem fundamental importante nas diversificadas atividades socioeconômicas, recursos hídricos, monitoramento e em especial na produção da agropecuária e agronegócio. Objetiva-se análise as variabilidades pluviiais e suas classificações no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023, visando contribuir nas decisões de setores socioeconomia, agropecuária, ambiental e dos recursos hídrico da área estudada, e definir os anos seco e chuvosos. Os dados utilizados foram os totais mensais e anuais pluviométricos da série 2010 – 2023, da área em estudo. As classificações foram realizadas pelo cálculo do desvio padrão percentual (DPP). A classificação climática revelou as ocorrências de extremamente seco com 47% de ocorrências; extremamente chuvoso 31%; Normal e seco com ocorrência de 34% e 19%, respectivamente. As análises das variabilidades temporais o índice pluviial, proporciona informações ao homem rural e urbano de como deverá estabelecer medidas para captura de águas de chuvas e seu armazenamento usando o período mais chuvoso, além de realizar seu planejamento agropecuário e bem está.

**Palavras-Chave:** Recursos hídricos, monitaamento pluviial, agriultura.

**RAINFALL VARIABILITY AND ITS CLASSIFICATIONS IN THE VILLAGE OF  
RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA BETWEEN 2010-2023, BRAZIL**

**ABSTRACT**

Climate fluctuations in a given area play a fundamental role in the diverse socioeconomic activities, water resources, monitoring and especially in agricultural and agribusiness production. The objective of this study is to analyze rainfall variability and its classifications in the village of Ribeira de Cabaceiras, Paraíba/Brazil between 2010-2023, aiming to contribute to decisions in the socioeconomic, agricultural, environmental and water resources sectors of the studied area, and to define dry and rainy years. The data used were the monthly and annual rainfall totals from the 2010-2023 series of the study area. The classifications were performed by calculating the standard deviation percentage (SDP). The climatic classification revealed the occurrences of extremely dry with 47% of occurrences; extremely rainy 31%; Normal and dry with occurrence of 34% and 19%, respectively. The analysis of the temporal variability of the rainfall index provides information to rural and urban people on how they should establish measures to capture rainwater and its storage using the rainiest period, in addition to carrying out their agricultural and well-being planning.

**Keywords:** Water resources, rainwater monitoring, agriculture.

## INTRODUÇÃO

Segundo os autores (Borges et al., 2021; Helmi et al., 2023; Lucas et al., 2022; Sousa et al. 2023) a monitoração e análise das oscilações e flutuações pluviais, são de grande relevância, para o represamento, abastecimento de água e dos recursos hídricos, perante as adulterações no comportamento do clima, onde cada vez mais trabalhos investigam o comportamento espaço-temporal das chuvas e buscam compreender suas possíveis tendências

Na região semiárida nordestina, as flutuações pluviais difundir-se irregularmente de tal maneira na distribuição temporal e espacialmente, ocorrendo longos períodos de estiagem. (Clemente, 2021). Segundo Marengo et al. (2011) a distribuição pluvial é resultado da dinâmica atmosférica, sendo influenciada ainda por fatores locais, relevo e a posição geográfica.

Medeiros et al. (2015) mostraram que é de ampla importância a análise e o diagnóstico das flutuações das chuvas no NEB, e em especial no Estado da Paraíba principalmente devido à sua irregularidade, por serem importantes sob a abordagem climática. Os resultados confirmaram tendências de reduções nos índices pluviais, com oscilações ao longo da série amostral evidenciando a recorrência de valores máximos de precipitação anual dentro de intervalo de 15, 12 e 7 anos.

A década atual vem evidenciando maiores conflitos climáticos em diferentes partes do globo. Percebe-se alterações relevantes nos ciclos hidrológicos, os quais vêm ocasionando mudanças nos índices pluviais e nas suas quantidades, frequência, duração, alterando também, os poderes evaporativos e evapotranspirativos e temperatura, e por consequência, afeta a disponibilidade dos recursos hídricos, ocasionados pelas frequentes ocorrências dos eventos climáticos extremos (Rápalo et al., 2021; Santos et al., 2021).

Atualmente é perceptível a importância das pesquisas que envolvem o estudo do clima na busca da construção de novos parâmetros de conhecimento e consequente aplicação nas diversas atividades humanas (agricultura, represamento de água, agropecuário, economia, comércio, lazer) que dependem dos dados e informações cada vez mais concisos sobre chuvas, secas, temporais e eventos extremos, enfim informações de médio e longo prazo geradas com um alto grau de acerto (Viana, 2010).

Medeiros (2018) analisou a climatológica da precipitação no município de Cabaceiras - PB, no período de 1930-2011 como contribuição a Agroindústria e constatou que os índices pluviômetros são essenciais a sustentabilidade agroindustrial.

Medeiros (2020) identificou as oscilações pluviométricas e suas variabilidades espaço-temporal aplicando as técnicas de quantis, visando apoio à avicultura de São Bento do Una – Pernambuco. As técnicas dos quantis foram essenciais para demonstrar as flutuações pluviométricas e suas irregularidades nos períodos: seco e muito seco na área de estudo. Constatou-se afinidade dos fenômenos interligados dos índices pluviais com os térmicos e com os processos ambientais, socioeconômico e climáticos.

Objetiva-se análise as variabilidades pluviais e suas classificações no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Paraíba/Brasil entre 2010-2023, visando contribuir nas decisões de setores socioeconomia, agropecuária, ambiental e dos recursos hídrico da área estudada, e definir os anos seco e chuvosos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O povoado Ribeira de Cabaceira localiza-se na Microrregião do Cariri Oriental (Figura 1) e na Mesorregião da Borborema, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2024). Situado nas coordenadas geográficas latitude de 7°43'S e longitude 36°36' a oeste de Greenwich, com

altitude média em relação ao nível do mar de 391 metros, localizada na área mais baixa do Planalto da Borborema (AESA 2024) (Figura 1).

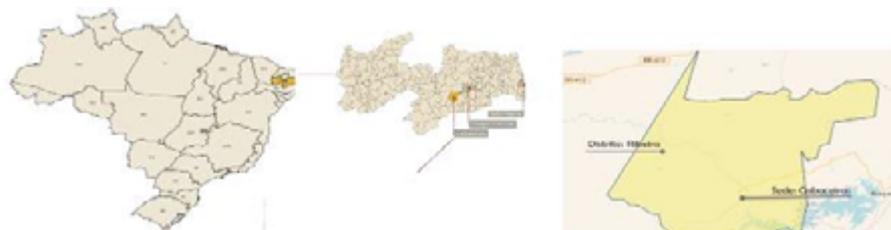


Figura 1. Posicionamento do povoado Ribeira na Paraíba e América do Sul.  
Fonte: Medeiros (2024)

Os elementos causadores e/ou provocadores de chuva no povoado Ribeira de Cabaceira, seu clima e atinado pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical, quando da sua atividade mais ao sul do equador, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor sensível por latente e vice-versa, as contribuições dos efeitos locais, fatores que aumentam a cobertura de nuvens, a umidade relativa do ar e provocam chuvas de intensidades moderada a fraca em quase todos os meses do ano.

O povoado Ribeira de Cabaceiras insere-se nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais cursos da água são os rios Taperoá, Paraíba e Boa Vista, e os riachos do Pombo, Gangorra, Pocinho, da Varjota, do Tanque, Fundo, Algodóais, do Junco e Macambira. No município situa-se o Açude Público Epitácio Pessoa ou comumente conhecido como o açude de Boqueirão (AESA 2023).

Os dados utilizados foram os totais mensais e anuais pluviométricos da série 2010 – 2023, da área em estudo.

O cálculo do desvio padrão percentual (DPP) foi realizado de acordo com a fórmula 1.

$$DPP = ((\text{Prec. Obs.} - \text{Prec. Clima}) / \text{Prec. Clima}) \times 100. \quad (1)$$

Em que:

Prec. Obs. – Precipitação observada;

Prec. Clima – Precipitação climatológica.

Após a realização do cálculo do DPP, utilizou-se dos critérios de classificações, levando em consideração os intervalos de classes do DPP, representado na tabela 1.

Tabela 1 - Critérios de classificação inter anos conforme classes do desvio percentual mensal e anual para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Critério de classificação	
Desvio Padrão	Classificação
±0,0 a 25,0%	Normal (N)
±25,1 a 45,0%	Seco (S) / Chuvoso (C)
±45,1 a 70,0%	Muito seco (MS) / Muito chuvoso (MC)
±70,1 a >100,0%	Extremamente seco (ES) / Extremamente chuvoso (EC)

Fonte: CPTEC/INPE e núcleos de meteorologia (2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 tem-se a distribuição da classificação do desvio padrão percentual da variabilidade pluvial no período 2010-2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras - Paraíba.

A realização da aplicação da formula 1, nos demonstram as variabilidades registradas inter meses e anos para a área de estudo. Estas flutuações estão interligadas aos sistemas de meso, microescala, os efeitos locais e regionais, aos sistemas provocadores e/ou inibidores da chuva na região (Medeiros 2022).

Tabela 2 - classificação do desvio padrão percentual da variabilidade pluvial no período 2010-2023 no povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

Meses/Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
2010	EC	MS	MS	S	ES	EC	S	S	N	EC	ES	N	N
2011	MC	ES	MS	S	ES	EC	S	EC	N	EC	ES	C	N
2012	EC	ES	MC	C	EC	N	EC	EC	ES	ES	MC	ES	MC
2013	N	EC	MS	EC	MS	S	MS	ES	ES	ES	ES	ES	MS
2014	ES	ES	ES	MC	MS	S	MC	MC	MC	N	EC	C	N
2015	ES	EC	ES	N	EC	S	N	S	MC	MS	N	EC	N
2016	MC	C	ES	N	ES	MS	ES	MS	MC	MS	ES	S	S
2017	ES	ES	ES	N	ES	S	N	MS	EC	ES	ES	ES	MS
2018	C	MS	MS	C	ES	ES	ES	ES	ES	ES	EC	ES	S
2019	C	S	N	MC	ES	MS	MC	EC	S	ES	ES	ES	N
2020	ES	C	EC	MC	N	S	MS	ES	EC	ES	S	ES	N
2021	N	N	N	N	N	N	N	N	S	ES	ES	MC	N
2022	MC	ES	EC	S	EC	EC	EC	EC	ES	ES	EC	EC	EC
2023	S	N	C	N	MC	MC	S	MS	EC	N	N	N	N

Legenda: C = Chuvoso; S = Seco; N = Normal; MC = Muito chuvoso; MS = Muito Seco; EC = Extremamente chuvoso; ES = Extremamente seco.

Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 2 observam-se os tipos de ocorrências de classificações registradas mensalmente e anual, no decorrer do período de 2010 – 2023, no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.

A classificação climática revelou as ocorrências de extremamente seco com 47% de ocorrências; extremamente chuvoso 31%; Normal 34%; seco 19%; Muito chuvoso 18%; Muito Seco 19% e chuvoso 9%. Os sistemas provocadores de chuvas sofreram bloqueios atmosféricos e não atuaram com esperados, as contribuições locais e regionais, seguidamente dos sistemas de meso e microescala registraram falhas e chuvas esparsas de magnitudes diversificada. (Medeiros 2018).

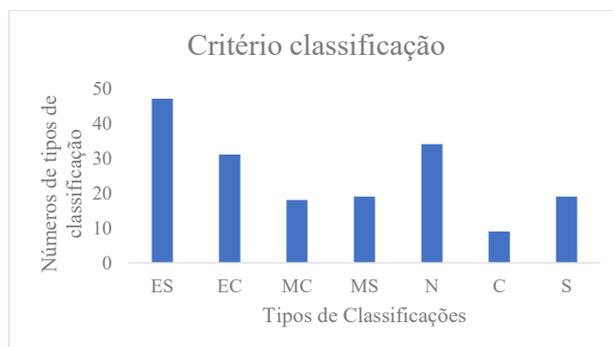


Figura 2 – Tipos de ocorrências de classificações registradas mensalmente e anual, no decorrer do período de 2010 – 2023, no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba

Fonte: Medeiros (2024).

A distribuição pluvial mensal histórica e seu percentual em relação ao total anual das chuvas do povoado Ribeira de Cabaceiras está representada na Figura 4. Com chuvas irregulares e má distribuídas observam-se que as menores incidências se registram nos meses de setembro e novembro e suas maiores flutuações estão centradas entre março a junho fluindo de 52,1 mm a 60 mm. Nos demais meses registra-se precipitações aleatórias e irregulares ocasionadas pelos eventos extremos e suas contribuições dos efeitos locais e regionais onde as atividades dos movimentos verticais ascendentes atuaram com média variabilidade. Nos meses mais chuvosos registra-se total de 72% de ocorrências das chuvas anuais, nos demais meses ocorrem 28% dos índices pluviais (Medeiros 2024).

Estas oscilações têm similaridade com os estudos de Marengo et al. (2011); Marengo et al. (2022); IPCC (2022).

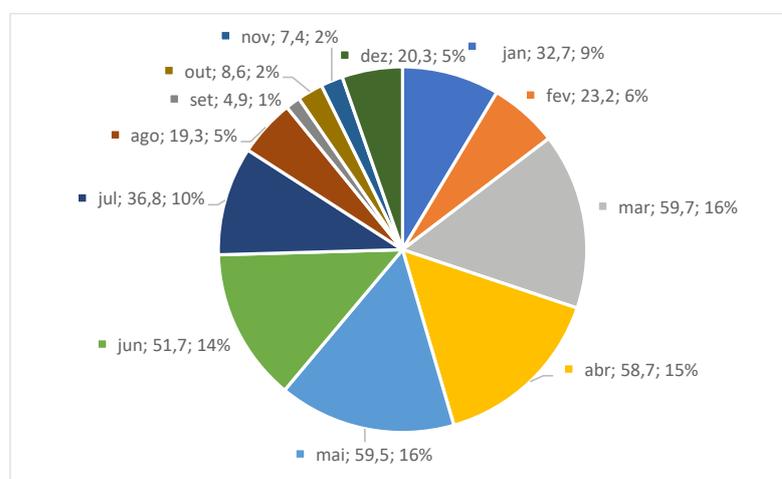


Figura 4 – Representação do período chuvoso e seco e suas áreas de transição pluviais entre 2010 – 2023, no Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2024)

Silva et al. (2020) afirmaram que no decorrer da última década, as problemáticas encaradas nas áreas da região do NEB, com a escassez hídrica vem se tornando mais frequentes e ativas em decorrência aos períodos de seca, eventos extremos e enchentes. Sendo assim, o monitoramento climático nesta região torna-se essenciais para o gerenciamento dos recursos hídricos.

A Figura 5 representa a variabilidade pluvial anual e sua climatologia no Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil entre 2010-2023. Com precipitação climatológica de 382,9 mm em 14 anos de observações. Os anos 2012, 2015, 2020, 2022 e 2023 registraram chuvas acima da climatologia. Nos anos de 2013, 2014, 2016 a 2019 os índices pluviais foram abaixo da climatologia. Com chuvas entre a normalidade ocorreram para os anos de 2010, 2011 e 2021. O estudo de Marengo et al (2008); IPCC (2021) e Medeiros et al. (2022) corroboram com os resultados discutidos.

Estas distribuições pluviais inter anos foram ocasionadas pelas más formações dos elementos provocadores de chuvas na área de estudo, os sistemas de bloqueios e a falta de transporte de umidade e vapor sobre parte da região do NEB.

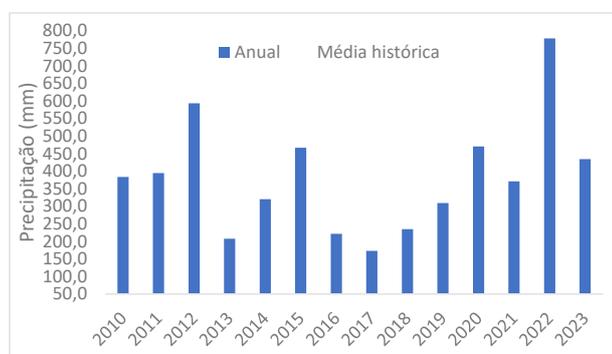


Figura 5 – Precipitação anual e sua climatologia para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

A precipitação média tem seus picos de máximos e mínimos registrados nos meses de fevereiro e março respectivamente (Figura 6). Os meses de menores índices pluviométricos correspondem a setembro, outubro e novembro e os de altos valores pluviométricos março, abril e maio, ocasionados pelos sistemas provocadores e/ou inibidores de chuvas na região de estudo, esta variabilidade vem a corroborar com o estudo de Marengo et al (2022) e IPCC (2023).

Os mínimos pluviométricos oscilaram de 0,0 mm a 7,5 mm, estes índices são ocasionados por eventos isolados de baixa magnitude e intensidades quando ocorrem transporte de vapor e umidade e a atmosfera tem condições térmicas para condensá-los registrando chuvas finas e isoladas.

Os índices pluviométricos máximos oscilaram de 25,0 mm (setembro) a 325,0 mm (março) estas variabilidades foram ocasionadas por chuvas moderadas a forte a quais provocaram eventos extremos em curtos intervalos de tempo. Estas variabilidades corroboram com os resultados de França et al. (2021).

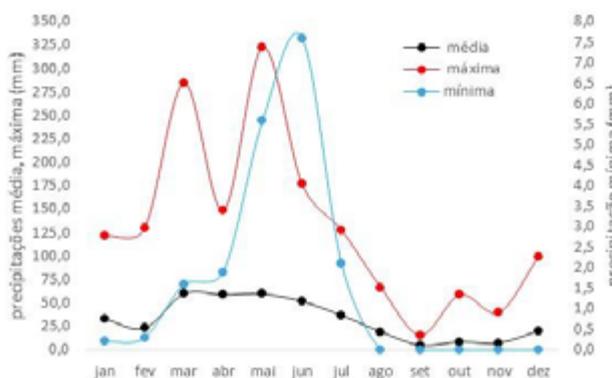


Figura 6 – Precipitações máxima, média e mínima mensais para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Medeiros et al. (2022) caracterizaram e analisaram a anomalia pluvial entre Alagoa Nova e Lagoa Seca (PB) tentando entender as variações anômalas climáticas, como sendo a provável influência e ocorrência dos episódios El Niño e La Niña, nos setores das citriculturas e hortifrúteis. O que pode ter contribuído também para as variabilidades das anomalias estudadas.

Para Junqueira et al. (2022) as consequências das concentrações das chuvas no período seco colaboram como agravante para seca prolongadas, visto que a maior concentração da água de chuva anual se concentra em um curto período, atrapalhando o seu acervo e, conseqüentemente, o fornecimento de água nos períodos de estiagem.

Na Figura 7 tem-se as distribuições das anomalias pluviiais anuais do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023. Destaca-se os anos de menores anomalias anuais 2011 com anomalias positivas (cor verde) e 2021 com anomalias negativa (cor vermelha), as maiores anomalias (negativas e positivas) registram-se nos anos de 2012, 2022, 2013, 2017.

As flutuações oscilaram de 400 mm (2022) a 187,2 mm (2017), estas variabilidades foram decorrentes dos sistemas atmosféricos regional e local acoplado aos sistemas pluviiais com má distribuição conforme demonstrados na figura 7. Estas oscilações vêm a corroborar com os estudos de Marengo et al. (2022); Medeiros et al. (2024).

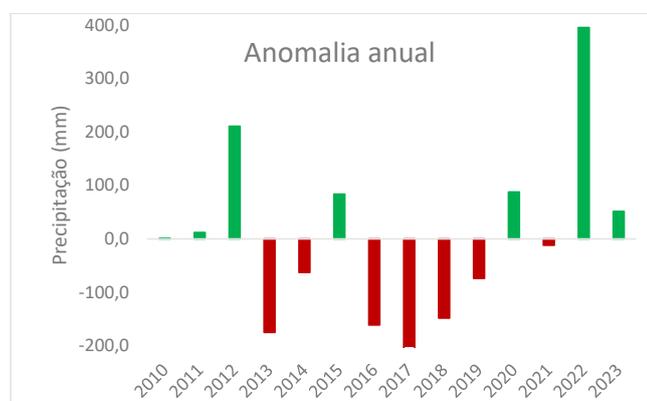


Figura 7. Anomalia pluviial anual do povoado Ribeira de Cabaceiras entre 2010-2023.  
Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

A classificação climática revelou as ocorrências de extremamente seco com 47% de ocorrências; extremamente chuvoso 31%; Normal e seco com ocorrência de 34% e 19%, respectivamente.

As análises das variabilidades temporais o índice pluviiais, proporciona informações ao homem rural e urbano de como deverá estabelecer medidas para captura de águas de chuvas e seu armazenamento usando o período mais chuvoso, além de realizar seu planejamento agropecuário e bem está.

As oscilações pluviiais estão sendo motivadas por fatores de grande escala, como Zona de Convergência Intertropical, eventos climáticos extremos como movimentos convectivos, linhas de instabilidades, flutuação da microescala, locais e o crescimento urbano desordenado. As discussões nas oscilações e flutuações dos elementos climáticos em estudos apresentaram expressivas variabilidades interanual.

## REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2023.
- ALVARES, CA, STAPE, JL, SENTELHAS, PC, GONÇALVES, JLM.; SPAROVEK, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(1): 711–28.
- BORGES, A.; FUJITA, R.H.; BINDA, A.L. (2021). As chuvas do baixo rio Iguaçú (Sudoeste do Paraná) no período de 1976 a 2016. *GEOSUL – Revista do Departamento de Geociências*, v. 36, n. 78, 64-85. [https://doi.org/10.5007/2177\\_5230.2021.e71496](https://doi.org/10.5007/2177_5230.2021.e71496).
- CLEMENTE, C.M.S. (2021). Serviços ambientais e valoração dos estoques de carbono no semiárido baiano. 2021. 195 p. Tese (Doutorado em Geografia - Tratamento da Informação Espacial). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- FRANÇA, M.V. Climatologia do município de Amparo de São Francisco (se) entre 1963-2019. *Revista Mirante, Anápolis (GO)*, v. 14, n. 1, jun. 2021. ISSN 1981-4089
- HELMI, A.M.; ELGAMAL, M.; FAROUK, M.I.; ABDELHAMED, M.S.; ESSAWY, B.T. (2023). Evaluation of Geospatial Interpolation Techniques for Enhancing Spatiotemporal Rainfall Distribution and Filling Data Gaps in Asir Region, Saudi Arabia. *Sustainability*, v. 15, n. 8, 14028. <https://doi.org/10.3390/su151814028>.
- HOLANDA, R.M.; MEDEIROS, R.M.; SILVA, V.P.R. Recife-PE, Brasil e suas flutuabilidades da precipitação decadal. *Revista Geográfica de América Central* Nº 52, ISSN 1011-48X, enero-junio 2014, pp.103-116.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023. Synthesis Report*. Disponível em <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>>.
- IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. PÖRTNER, H.O. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 3056p. 2022.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2391 p. 2021.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- LUCAS, M.P.; LONGMAN, R.J.; GIAMBELLUCA, T.W.; FRAZIER, A.G.; MCLENA, J.; CLEVELAND, S.B.; HUANG, Y.-F.; LEE, J. (2022). Optimizing automated kriging to improve spatial interpolation of Monthly rainfall over complex terrain. *Journal of Hydrometeorology*, v. 23, 561-572. [https://doi.org/10.1175/JHM-D-21\\_0171.1](https://doi.org/10.1175/JHM-D-21_0171.1).
- MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P.; CUARTAS, L.A.; LEAL, K.R.D.; BROEDEL, E.; SELUCHI, M.E.; MICHELIN, C.M.; BAIÃO, C.F. DA P.; ÂNGULO, E.C.; ALMEIDA, E.K.; KAZMIERCZAK, M.L.; MATEUS, N.P.A.; SILVA, R.C.; BENDER, F. (2021). Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019-2020: Characterization, Causes, *Frontiers in Water, and Impacts*. 3:639204. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>.
- MARENGO, J.A. et al. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v. 1, Campina Grande, PB: INSA, p. 383- 416.
- 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.

- MEDEIROS, R.M. A técnica dos quantis para diferentes regimes pluviais e a aplicabilidade do balanço hídrico em São Bento do Una – Pernambuco, Brasil visando apoio a avicultura. *Revista de Engenharia e Tecnologia*. V12, N.3. 2020.
- MEDEIROS, R. M. Estudo Agrometeorológicos para o Estado da Paraíba. 2018. 138 pp
- MEDEIROS, R.M.; MATOS, R.M; SABOYA, L.M.F. Oscilações Pluviométricas e da Temperatura Média do Ar em Seis Regiões Homogêneas do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física* V. 08 N. 03 (2015) 327-340. Disponível em [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)
- RÁPALO, L.M.C.; ULIANA, E.M.; MOREIRA, M.C.; SILVA, D.D.; RIBEIRO, C.B.M.; CRUZ, I.F.; PEREIRA, D.R. Effects of land-use and-cover changes on streamflow regime in the Brazilian Savannah. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v.38, 100934, 2021.
- REBOUÇAS, A.C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Estudos avançados*, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.
- REIS, F.A.S. et al. Aplicação da estatística descritiva: análise da precipitação pluviométrica no município de Canavieiras, BA. *Gaia Scientia*, [S.l.], v.14, n.3, 2020. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.51721.
- SILVA FILHO, J.A.; ARAÚJO, S.C.; NOGUEIRA, V.F.B. Análise temporal do regime pluviométrico no município de Sousa - PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 1, p. 08 - 13, 22 Jan. 2016.
- SILVA, R.M.G.; LACERDA, G.L.B.; BARBOSA, P.G.; SÁ, A.C.N.; ALVES, N.B.P; NETO, OLAVO R. Análise da variação pluviométrica do município de Cajazeirinhas-PB a partir de séries históricas. *Brazilian Journal of Development*. Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8074-8081 jul, 2019.
- SANTOS, E.F.N.; BARRETO, I.D.C.; BARBOSA, E.A.S.; CAMPOS, L.; SILVA, A.S.A. Contribuição das técnicas multivariadas a índices de seca na compreensão das otto-regiões da bacia do São Francisco. *Research, Society and Development*, v.10, n.3, p.e7210313118, 2021.
- SOUSA, L.B.; MONTENEGRO, A.A.A.; SILVA, M.V.; ALMEIDA, T.A.B.; CARVALHO, A.A.; SILVA, T.G.F.; LIMA, J.L.M.P. (2023). Spatiotemporal analysis of rainfall and droughts in a semiarid basin of Brazil: Land use and land cover dynamics. *Remote Sensing*, 15, 2550. <https://doi.org/10.3390/rs15102550>.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1953. 311p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).
- VIANA, P.C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas com base em um modelo digital de elevação para o Estado do Ceará. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Educação e Ciência Tecnológica, Campus Iguatu - CE, 2010.

## Capítulo 19

### TENDÊNCIA PLUVIAL NO POVOADO RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRASIL

Manoel Vieira de França  
Romildo Morant de Holanda  
Moacyr Cunha Filho  
Raimundo Mainar de Medeiros

#### RESUMO

As flutuações e oscilações pluviiais são de ampla importância sua análise e diagnóstico na região Nordeste do Brasil e em especial no Estado da Paraíba, principalmente devido à sua irregularidade, por serem importantes sob a abordagem climática. Analisar e discutir as distribuições espaço temporal histórica e sua tendência futura pluvial para o Povoado Ribeira de Cabaceiras – Paraíba, Brasil utilizando da série compreendida entre o período de 2010 a 2023. Utilizaram-se dados mensais pluviiais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado correspondente aos municípios circunvizinhos, para o período de 2010-2023. Em seguida utilizou-se de planilhas eletrônicas par plotar seus gráficos e as retas de tendencias. As oscilações pluviiais decorreram de chuvas extremas com alta magnitude e amplitude em curto intervalo de tempo, ocasionadas pelos movimentos verticais descendentes, formações de linha de instabilidade e dos aglomerados convectivos. A série pluvial estudada tem-se regime complexo, sendo bastante diversificado sazonalmente registrando oscilações mensais e inter anuais diversificadas. Os meses com tendencias negativa, janeiro, fevereiro, junho, agosto, outubro. Os meses março, abril, maio, julho, setembro, novembro, dezembro e anual registraram tendências positivas. Salienta-se que todos os  $R^2$  foram, não nos afirmando que estas tendências poderão acontecer. Espera-se que chuvas fortes em curto intervalo de tempo, seguido de alta magnitude e intensidade venha acontecer, ocasionando danos irreversíveis a população e ao setor socioeconômico.

**Palavras-chave:** Flutuações pluviiais, clima, mudanças climáticas.

### RAINFALL TRENDS IN THE VILLAGE OF RIBEIRA DE CABACEIRAS/PARAÍBA, BRAZIL

#### ABSTRACT

Rainfall fluctuations and oscillations are of great importance for their analysis and diagnosis in the Northeast region of Brazil and especially in the State of Paraíba, mainly due to their irregularity, as they are important under the climatic approach. To analyze and discuss the historical space-time distributions and their future rainfall trends for the Village of Ribeira de Cabaceiras - Paraíba, Brazil using the series between the period 2010 to 2023. Monthly rainfall data (mm) interpolated by the Weighted Average method by the Inverse of the Squared Distance corresponding to the surrounding municipalities were used for the period 2010-2023. Then, electronic spreadsheets were used to plot their graphs and trend lines. The rainfall fluctuations were due to extreme rainfall with high magnitude and amplitude in a short period of time, caused by downward vertical movements, formation of instability lines and convective clusters. The rainfall series studied has a complex regime, being quite diversified seasonally, recording diverse monthly and interannual fluctuations. The months with negative trends were January, February, June, August and October. The months March, April, May, July, September, November, December and annually recorded positive trends. It should be noted that all  $R^2$  were positive,

Cunha Filho, M.; França, M.V.; Medeiros, R.M.; Holanda, R.M.

which does not mean that these trends will occur. It is expected that heavy rainfall in a short period of time, followed by high magnitude and intensity, will occur, causing irreversible damage to the population and the socioeconomic sector.

**Keywords:** Rainfall fluctuations, climate, climate change.

## INTRODUÇÃO

O sexto relatório do Programa Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2022) manifesta que as mudanças climáticas, compreendendo eventos extremos pluviais, vêm se tornando frequentes e intensos, ocasionando estragos irreparáveis à sociedade e à natureza, além das alterações naturais do clima.

Segundo Alencar et al. (2011) uma tendência de alguma variável atmosférica, deve ser compreendida como uma mudança contínua e sistemática, observada e/ou registrada em uma série temporal, a qual reflete o quanto o valor de uma variável pode ser reduzido ou acrescido.

Segundo Medeiros et al. (2015) as variabilidades espaço-temporal nas oscilações pluviais e térmicas para o Estado da Paraíba, distribuída pelas regiões homogêneas, mostraram que as contribuições pluviométricas foram de 70% para a região do litoral; 69% no Agreste e Brejo, na região do Cariri/Curimataú 66%, no Sertão e Alto Sertão as contribuições foram de 86% e 75% respectivamente; e ocorreram reduções de temperatura entre os meses de maio a agosto nas regiões do Agreste, Cariri/Curimataú e Alto Sertão, e para os meses de junho a agosto ocorreram nas regiões do Litoral, Brejo e Sertão.

Os eventos extremos climáticos das variáveis atmosféricas, podem ser analisados como fenômenos que aparecem de forma diferente quanto ao seu padrão tradicional, os quais podem ser estudados estatisticamente a partir de valores estabelecidos acima ou abaixo dos seus desvios (Mendes et al. 2022).

Segundo os autores (Borges et al., 2021; Helmi et al., 2023; Lucas et al., 2022; Sousa et al., 2023) a monitoração e análise das oscilações e flutuações pluviais, são de grande relevância, para o represamento, abastecimento de água e dos recursos hídricos, perante as adulterações no comportamento do clima, onde cada vez mais trabalhos investigam o comportamento espaço-temporal das chuvas e buscam compreender suas possíveis tendências

No Brasil, os eventos extremos vêm impactando várias regiões Globais, estudos mostram acréscimo da altura pluviométrica durante episódios de El Niño e episódios de seca durante episódios de La Niña (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos [CPTEC], 2022; Marengo et al., 2021).

A década atual vem evidenciando maiores conflitos climáticos em diferentes partes do globo. Percebe-se alterações relevantes nos ciclos hidrológicos, os quais vêm ocasionando mudanças nos índices pluviais e nas suas quantidades, frequência, duração, alterando também, os poderes evaporativos e evapotranspirativos e temperatura, e por consequência, afeta a disponibilidade dos recursos hídricos, ocasionados pelas frequentes ocorrências dos eventos climáticos extremos (Rápalo et al., 2021; Santos et al., 2021).

Na região semiárida nordestina, as flutuações pluviais difundir-se irregularmente de tal maneira na distribuição temporal e espacialmente, ocorrendo longos períodos de estiagem. (Clemente, 2021). Segundo Marengo et al (2011) a distribuição pluvial é resultado da dinâmica atmosférica, sendo influenciada ainda por fatores locais, relevo e a posição geográfica.

Medeiros et al. (2015) mostraram que é de ampla importância a análise e o diagnóstico das flutuações das chuvas no NEB, e em especial no Estado da Paraíba principalmente devido à sua irregularidade, por serem importantes sob a abordagem climática. Os resultados confirmaram tendências de reduções nos índices pluviais, com oscilações ao longo da série amostral evidenciando a recorrência de valores máximos de precipitação anual dentro de intervalo de 15, 12 e 7 anos.

O estudo tem como objetivo, analisar e discutir as distribuições espaço temporal histórica e sua tendência futura pluvial para o Povoado Ribeira de Cabaceiras/Paraíba, Brasil utilizando da série compreendida entre o período de 2010 a 2023.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Povoada Ribeira de Cabaceiras limita-se com os municípios: São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista. Localiza-se na latitude de 7°43'S e longitude 36°36'W, e 391 m altitude, (AESA 2024) (Figura 1).



Figura 1. Localização do Povoado Ribeira de Cabaceira na América do Sul e Paraíba.  
Fonte: Medeiros (2024).

Os fatores provocadores de chuva, onde seu clima é ativado pela atividade da Zona de Convergência Intertropical, contribuição dos Vórtices Ciclônicos de altos níveis, às formações e intensificações das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos, auxiliado pelos ventos alísios de nordeste, a convergência de umidade e a troca de calor, as contribuições dos efeitos locais, cobertura de nuvens, umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas moderadas a fracas em quase todos os meses do ano (Medeiros 2024).

A classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948) Thornthwaite et al (1953) é do tipo C<sub>1</sub>A'S<sub>1</sub>a' (clima seco subúmido, megatérmico com 2,9% da ETP com acentuado excesso no inverno), é do tipo BSH (clima quente de estepe, temperatura elevada, chuvas esparsas no inverno, temperatura 22°C) pelo método de Köppen (1928); Köppen et al, (1931), o estudo Alvares et al, (2014) reconfirma o tipo da classificação para a área estudada.

Utilizaram-se dados mensais pluviais (mm) interpolados pelo método da Média Ponderada pelo o Inverso da Distância ao Quadrado correspondente aos municípios circunvizinhos, para o período de 2010-2023. Em seguida utilizou-se de planilhas eletrônicas par plotar seus gráficos e as retas de tendências.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tendência pluvial no mês de janeiro (Figura 2), no Povoado Ribeira de Cabaceira é decrescente, as flutuações pluviais oscilam de 0,2 mm (2014) a 89,0 mm (2012). Suas maiores flutuações ocorrem nos anos de 2012; 2014, 2016; 2017 e 2022. Estas flutuações estão integradas aos movimentos verticais descendentes, linha de instabilidade e aglomerados convectivos, auxiliados pelos efeitos locais e regional. (Medeiros, 2018; Marengo et al. 2022; IPCC 2023).

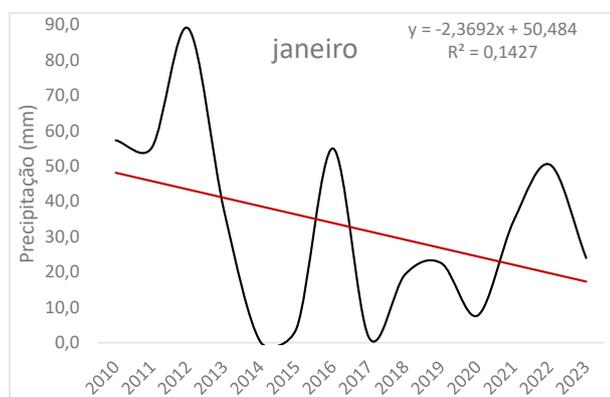


Figura 2 – Tendência pluvial no mês de janeiro, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Soriano (1997) analisou que o exame das tendências de precipitações é de suma importância para averiguar as variabilidades climáticas interanual e decenal, visando identificar as possíveis alterações climáticas podendo modular estes padrões temporais de oscilações.

Com variabilidade pluvial fluindo de 0,5 mm (2012; 2017) a 108,8 mm (2015) (Figura 3). Destaca-se o intervalo de anos compreendido entre 2018 a 2023, os quais passaram por variabilidades pluviiais diferenciadas, ocasionadas pela má distribuição pluvial inter anos, atuação dos bloqueios atmosféricos, O estudo de Borges et al (2021), Mendes et al. (2022); corroboram.

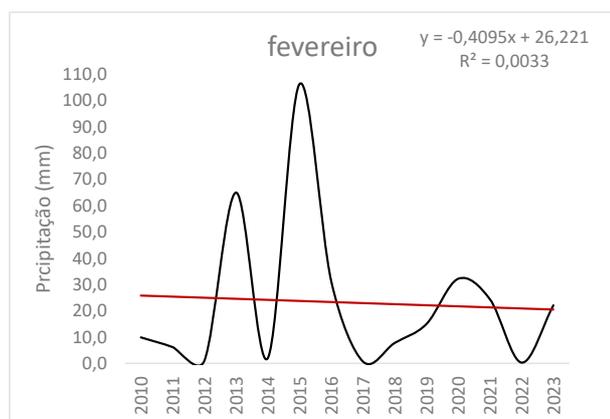


Figura 3 – Tendência pluvial no mês de fevereiro, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

As oscilações espaciais e temporais pluviiais vem causando desequilíbrios hídricos, ocasionando impactos de caráter socioeconômico e prejuízos as comunidades, tais como: enchentes, cheias, alagamentos, derrubadas de barreiras.

O mês de março em estudo, registrou irregularidades pluviiais, seguidos de intensidade e magnitudes diferenciadas, com ocorrências de eventos extremos, ocasionadas pelas contribuições dos sistemas de meso e microescala, auxiliados pelos efeitos locais e regionais, deixando os índices pluviiais com maiores amplitudes exceto os anos de 2014 a 2017.

O mês trabalhado, tem tendência pluvial positiva e de fraca significância de acordo a Figura 4, estas variabilidades vem a corroborar com as discussões do IPCC (2022); Marengo et al. (2022) e Medeiros (2020).

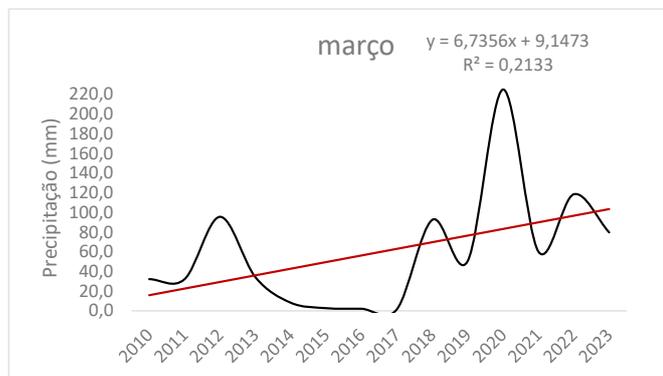


Figura 4 – Tendência pluvial no mês de março, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 5 tem-se as variabilidades pluviais e a sua tendência positiva com  $R^2$  de fraca intensificação para o mês de abril, destaca-se o intervalo interanual compreendidos de 2015 a 2019, onde se registrou as oscilações pluviais de 55,7 mm a 84,2 mm, ver-se ainda a menor intensificação pluvial no ano de 2013 (1,9 mm).

As irregularidades foram ocasionadas pela má distribuição dos sistemas atmosféricos de meso e microescala, seguidamente das não contribuições regional e local, conforme afirma os autores Marengo et al. (2022), Helmi et al. (2023) e Medeiros (2022).

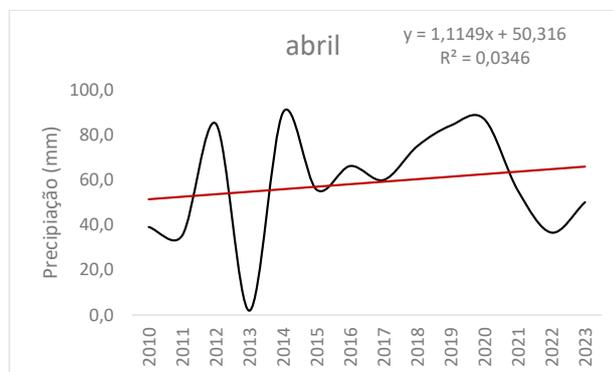


Figura 5 – Tendência pluvial no mês de abril, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Conforme afirmação de Haylock et al. (2006) na sua análise pluvial sobre a América do Sul, observaram tendência de acréscimo anual de chuva sobre o NEB. O estudo realizado por Santos et al (2007), utilizando índices de extremos climáticos e correlacionando-os com as anomalias da temperatura da superfície do mar, mostraram tendência de ampliação pluvial anual nos estados da Paraíba e Rio Grande de Norte. Já Santos et al. (2009), confirmou tendência crescentes para o estado do Ceará.

Os autores, mostram tendência positivas para o mês de maio (Figura 6), com maior incidência para os anos de 2017 a 2023. As oscilações interanuais fluíram de 0,5 mm (2011) a

256,8 mm (2022). Entre 2016 a 2019, as oscilações pluviais foram as menores registradas, as quais sofreram bloqueios atmosféricos, ocasionando redução, as quais os efeitos locais, regional e os sistemas de meso e micro escala não contribuíram para chuvas normais na área de estudo. (Medeiros 2022).

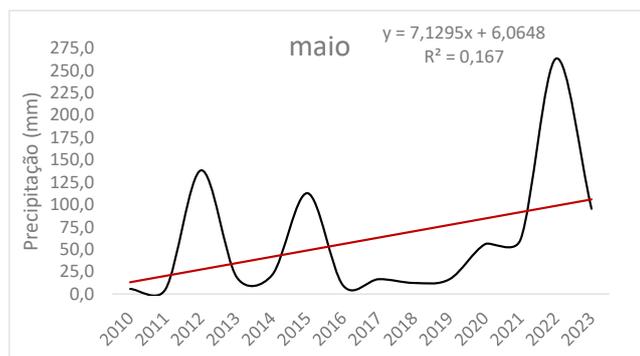


Figura 6 – Tendência pluvial no mês de maio, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Na região semiárida nordestina, as flutuações pluviais difundir-se irregularmente de tal maneira na distribuição temporal e espacialmente, ocorrendo longos períodos de estiagem, conforme distribuído na Figura 7 para o mês de junho da área em estudo.

Com índices pluviais oscilando de 100 mm a 130 mm (2010 e 2011) e com 100 mm (2022), ocasionados por chuvas forte de intensidade e magnitude moderada com ocorrência de período de tempo médio, devido a atuação dos movimentos verticais descendente, as ativações dos sistemas atmosféricos regional e local, seguido da atuação do sistema de microescala ativo como mostrado na Figura 7.

Entre os anos de 2012 a 2021 os índices pluviais oscilaram de 60,0 mm a 10,0 mm, ocasionados pela má distribuição pluvial, decorrentes dos efeitos locais e regionais e dos sistemas atmosféricos de meso e microescala, conforme afirma Marengo et al (2022); Lucas et al. (2022); IPCC (2022) e Medeiros (2022).

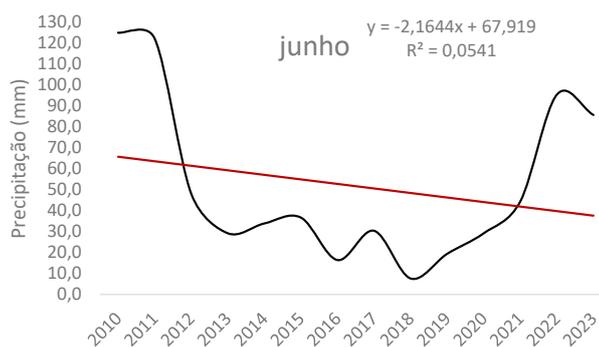


Figura 7 – Tendência pluvial no mês de junho, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

As variabilidades nas mudanças, pode ser entendida pelas variabilidades dos comportamentos climáticos regionais que é de eventual importância para o desenvolvimento de diversos setores da atividade humana, como agrícola, ambiental e socioeconômico.

O mês de julho (Figura 8), registrou tendência pluvial positiva, com baixa significância. As irregularidades inter mensais foram provocadas pela má distribuição dos sistemas atmosféricos, movimentos verticais descendentes, troca de calor, efeitos de meso e microescala, local e regional, registrando flutuações de 97,7 mm a 1,8 mm.

Estudos realizados por Mendes et al. (2023) abalizaram que a inquietação com os impactos nas mudanças climáticas podem ser um forte provocador ao setor socioeconômico local.

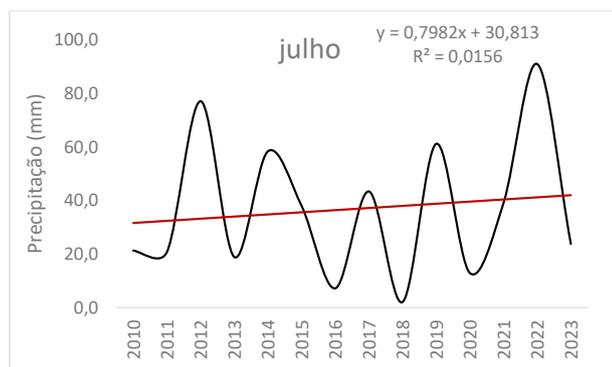


Figura 8 – Tendência pluvial no mês de julho, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

O mês de agosto (Figura 9), é caracterizado por ser um mês de transição pluvial, com moderada a fraca intensidade de chuvas seguidos de registro com tendência negativa e  $R^2$  insignificante. A ocorrência de chuvas intensas em curto intervalo de tempo registrou-se nos anos 2012 e 2022, similaridades foram detectados nos estudos Lucas et al. (2022) e IPCC (2022).

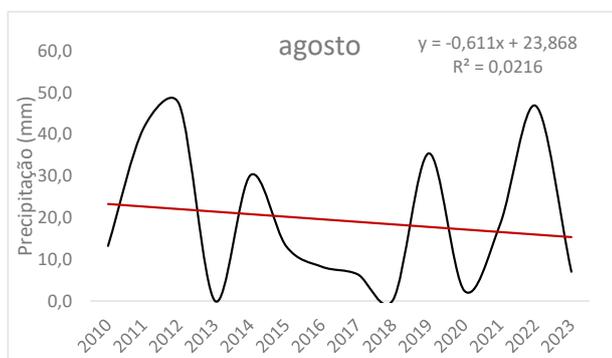


Figura 9 – Tendência pluvial no mês de agosto, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Essas modificações procedentes das ações antrópicas estão provocando sérias consequências nas variáveis climáticas, como alteração nos padrões da precipitação e dos recursos hídricos (Heerspink et al., 2020).

Como afirmaram (Heerspink et al., 2020), as alterações nos padrões pluviais podem serem constatados na figura 10, com as irregularidades, intensidade e magnitudes, fluindo inter anos, ocasionados por ausências dos sistemas inibidores e/ou provocadores de chuvas na área estudada. O mês em estudo apesar de seus índices pluviais fluírem de 0,1 mm (2018) a 10,8 mm (2020),

estes volumes só contribuem para o aumento dos poderes evapotranspirativos, (Marengo et al., 2008; Marengo et al., 2016).

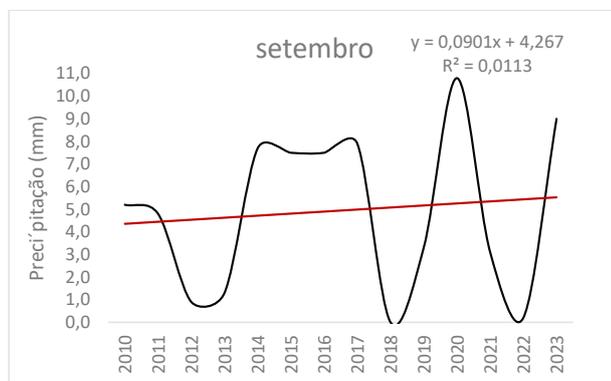


Figura 10 – Tendência pluviométrica no mês de setembro, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

A Figura 11 representa a tendência pluviométrica no mês de outubro, onde se registrou os menores índices pluviométricos, fluindo de 50 mm (2010) a 0,2 mm (2021), por considerar o mês seco, ocasionado pelas ausências dos elementos provocadores de chuvas na região de estudo, estas variabilidades estão em conformidade com o resultado do estudo de Medeiros (2022); Marengo et al. (2022) e IPCC (2023).

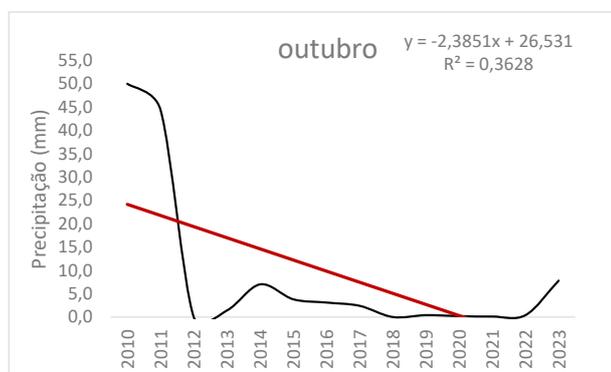


Figura 11 – Tendência pluviométrica no mês de outubro, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

O mês de novembro, considerado seco e de baixa oscilação pluviométrica, com flutuações registradas de 0,0 mm (2010; 2011; 2013; 2017 e 2021) a 32,5 mm (2014), figura 12. Os sistemas de meso e microescala, seguidamente dos regionais e locais, não auxiliaram as chuvas, devido a presença de bloqueios atmosféricos, alta incidência de radiação, baixa umidade e cobertura de nuvens, com alta tendência térmica.

O mês em estudo pode vir registrar volumes pluviométricos iguais e de moderada variabilidade, (IPCC 2021) e IPCC (2022).

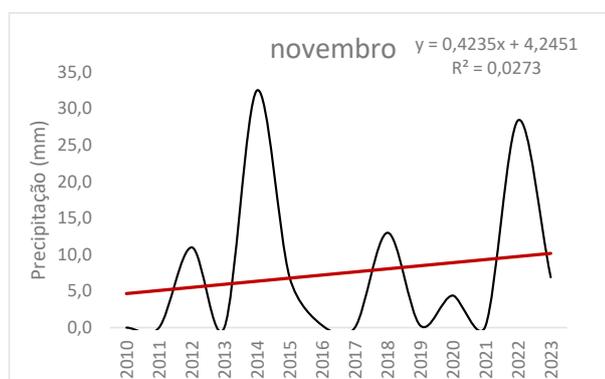


Figura 12 – Tendência pluvial no mês de novembro, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

Caracterizado por ser um mês de transição com moderado índice pluvial, fluindo entre anos, registra tendência positiva e altas variabilidades pluviiais ocasionadas pelos eventos extremos isolados e magnitudes variada, (Marengo et al., 2022; Medeiros 2022).

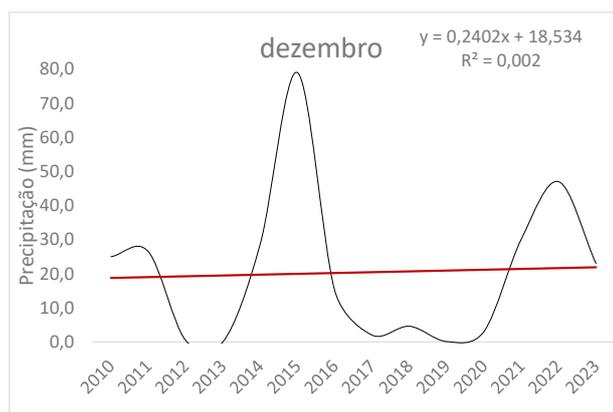


Figura 13 – Tendência pluvial no mês de dezembro, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

A distribuição anual pluvial do Povoado Ribeira de Cabaceiras, Paraíba – Brasil, entre 2010-2023, (Figura 14), registrou tendência positiva, com irregularidades, amplitudes e magnitudes diferencias, devidos aos sistemas de bloqueios, má contribuição dos efeitos local e regional e as não contribuições dos efeitos de meso e microescala.

Destacam-se os anos 2013, 2016 e 2017 com menores intensidades pluviiais e 2022 o de maior intensidade, salienta-se a contribuição dos eventos extremos nas variabilidades interanuais, ocasionando irregularidades como as destacadas por Lucas et al. (2022) e IPCC (2023).

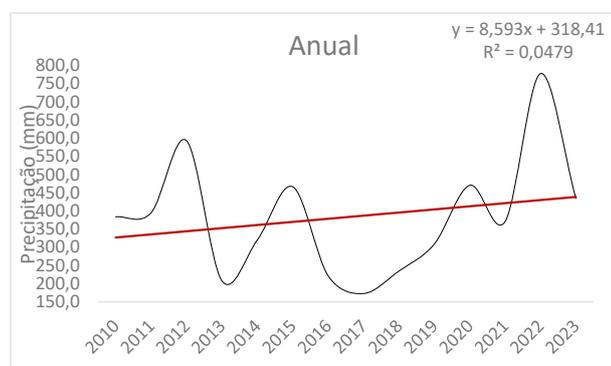


Figura 14 – Tendência pluvial anual, no Povoado Ribeira de Cabaceiras, Brasil, entre 2010-2023. Fonte: Medeiros (2024).

## CONCLUSÃO

As oscilações pluviiais decorreram de chuvas extremas com alta magnitude e amplitude em curto intervalo de tempo, ocasionadas pelos movimentos verticais descendentes, formações de linha de instabilidade e dos aglomerados convectivos.

A série pluvial estudada tem-se regime complexo, sendo bastante diversificado sazonalmente registrando oscilações mensais e inter anuais diversificadas.

Os meses com tendencias negativa, janeiro, fevereiro, junho, agosto, outubro. Os meses março, abril, maio, julho, setembro, novembro, dezembro e anual registraram tendências positivas. Salienta-se que todos os  $R^2$  foram, não nos afirmando que estas tendências poderão acontecer.

Espera-se que chuvas fortes em curto intervalo de tempo, seguido de alta magnitude e intensidade venha acontecer, ocasionando danos irreversíveis a população e ao setor socioeconômico.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, L.P.; MANTOVANI, E.C.; BUFON, V.B.; SEDIYAMA, G.C.; SILVA, T.G.F. (2014). Variação temporal dos elementos climáticos e da ETo em Catalão, Goiás, no período de 1961 2011. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (8), 826-832.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. SPAROVEK, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* v.22, p.711–728.
- BORGES, A.; FUJITA, R.H.; BINDA, A.L. (2021). As chuvas do baixo rio Iguaçu (Sudoeste do Paraná) no período de 1976 a 2016. *GEOSUL – Revista do Departamento de Geociências*, v. 36, n. 78, 64-85. <https://doi.org/10.5007/2177.5230.2021.e71496>.
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. (2022) Condições Atuais do ENOS: La Niña. <http://enos.cptec.inpe.br>.
- CLEMENTE, C.M.S. (2021). Serviços ambientais e valoração dos estoques de carbono no semiárido baiano. 2021. 195 p. Tese (Doutorado em Geografia - Tratamento da Informação Espacial). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- HEERSPINK, B.P.; KENDALL, A.; COE, M.; HYNDMAN, D. (2020). Trends in streamflow, evapotranspiration, and groundwater storage across the Amazon basin linked to changing precipitation and land cover. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100755>

- HELMI, A.M.; ELGAMAL, M.; FAROUK, M.I.; ABDELHAMED, M.S.; ESSAWY, B.T. (2023). Evaluation of Geospatial Interpolation Techniques for Enhancing Spatiotemporal Rainfall Distribution and Filling Data Gaps in Asir Region, Saudi Arabia. *Sustainability*, v. 15, n. 8, 14028. <https://doi.org/10.3390/su151814028>.
- IPCC (2022). Sexto Relatório de Avaliação do Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- KÖPPEN, W. (1931). *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.
- KÖPPEN, W, GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.
- LUCAS, M.P.; LONGMAN, R.J.; GIAMBELLUCA, T.W.; FRAZIER, A.G.; MCLENA, J.; CLEVELAND, S.B.; HUANG, Y.F.; LEE, J. (2022). Optimizing automated kriging to improve spatial interpolation of Monthly rainfall over complex terrain. *Journal of Hydrometeorology*, v. 23, 561-572. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-21 0171.1>.
- MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P.; CUARTAS, L.A.; LEAL, K.R.D.; BROEDEL, E.; SELUCHI, M.E.; MICHELIN, C.M.; BAIÃO, C.F. DA P.; ÂNGULO, E.C.; ALMEIDA, E.K.; KAZMIERCZAK, M.L.; MATEUS, N.P.A.; SILVA, R.C.; BENDER, F. (2021). Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019-2020: Characterization, Causes, *Frontiers in Water, and Impacts*. 3:639204. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>.
- MARENGO, J.A. et al. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v. 1, Campina Grande, PB: INSA, p. 383- 416.
- MEDEIROS, R.M.; MATOS, R.M; SABOYA, L.M.F. Oscilações Pluviométricas e da Temperatura Média do Ar em Seis Regiões Homogêneas do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física V. 08 N. 03 (2015) 327-340*. Disponível em [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe).
- MENDES, J.V.; ARMOND, N.B.; BIZERRA DA SILVA, L.C. (2022). Ilhas de calor urbanas de superfície, ondas de calor e de frio no município do Rio de Janeiro – RJ (2015 - 2019). *Revista Brasileira De Climatologia*, 30 (18), 133–155. Disponível <https://doi.org/10.55761/abclima.v30i18.14908>.
- MENDES, A.V.P.; SILVA, G.V.; GOMES, A.C.S.; BATALHA, S.S.A.; COSTA, G.B.; SILVA, A.W.D.; CRUZ, R.F. (2023). Percepção das condições climáticas e o turismo em Alter do Chão, Santarém (PA). *Revista Brasileira de Climatologia*, 33, 534-557. <https://doi.org/10.55761/abclima.v33i19.16874>
- RÁPALO, L.M.C.; ULIANA, E.M.; MOREIRA, M.C.; SILVA, D.D.; RIBEIRO, C.B.M.; CRUZ, I.F.; PEREIRA, D.R. Effects of land-use and-cover changes on streamflow regime in the Brazilian Savannah. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v.38, 100934, 2021.
- SANTOS, C.A.C.; BRITO, J.I.B. Análise dos índices de extremos para o semiárido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.22, n.3, p.303-312, 2007.
- SANTOS, E.F.N.; BARRETO, I.D.C.; BARBOSA, E.A.S.; CAMPOS, L.; SILVA, A.S.A. Contribuição das técnicas multivariadas a índices de seca na compreensão das otto-regiões da bacia do São Francisco. *Research, Society and Development*, v.10, n.3, p.e7210313118, 2021.
- SORIANO, B.M.A. Caracterização climática de Corumbá - MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 25p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).
- SOUSA, L.B.; MONTENEGRO, A.A.A.; SILVA, M.V.; ALMEIDA, T.A.B.; CARVALHO, A.A.; SILVA, T.G.F.; LIMA, J.L.M.P. (2023). Spatiotemporal analysis of rainfall and droughts in a semiarid basin of Brazil: Land use and land cover dynamics. *Remote Sensing*, 15, 2550. <https://doi.org/10.3390/rs15102550>.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1953. 311p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).

## INFORMAÇÕES DOS AUTORES

### **Coordenador do projeto**

#### **Moacyr Cunha Filho**

Professor Titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Doutor em Ciência do Solo pela UFRPE. Mestre em Biometria e Estatística Aplicada pela UFRPE. Graduação em Engenharia Civil (1988). Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho (1991), Didática das Disciplinas Profissionalizantes (1992), Administração Pública (2012) e Tecnologia da Informação e Inovação (2019).

### **Demais autores:**

#### **Manoel Vieira de França**

Possui graduação em Agronomia pela Faculdade de Agronomia do Médio São Francisco (1982), Mestrado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE (2010) e Doutorado pela Universidade Federal de Campina Grande UFCG (2023). Atualmente é professor associado I da UFRPE. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Topografia, atuando principalmente nos seguintes temas: GPS, Estação Total, georreferenciamento de imóveis rural, área degradada, erosão, assoreamento, ensino, capacitação, educação e Ilhas Oceânicas.

#### **Raimundo Mainar de Medeiros:**

Pós-Doc e ex-Pesquisador da Universidade Federal Rural de Pernambuco (setembro/2016-abril/2018); Doutor em Meteorologia (2016) Universidade Federal de Campina Grande; mestre em Meteorologia (1990) Universidade Federal da Paraíba; Graduado em Meteorologia (1985) Universidade Federal da Paraíba; Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (2005) Universidade Federal do Piauí; Curso de especialização em Ciências Ambientais (2003), Universidade Federal do Piauí. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Meteorologia Dinâmica e Sinótica, atuando principalmente nos seguintes temas: Vapor da água, água precipitável, divergência, interpretação de imagens de satélites, previsão de tempo. Exerceu na Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí, o Cargo de Gerente de hidrometeorologia, símbolo DAS-3, no período de 06 de outubro de 2003 a 31 de dezembro de 2010. Prestação de serviço na Secretaria do Desenvolvimento Rural - SDR, no Departamento de Hidrometeorologia, no período de 01 de janeiro de 1995 a 31 de dezembro de 1999. Instalação, manutenção e operação de PCD's; Trabalhos com reta de regressão múltipla; serviços de preenchimentos de falhas e consistências de dados meteorológicos. Estudos climatológicos para: Construções de pontes; barragens de pequeno, médio e grande porte; adutoras; floricultura; piscicultura; apicultura; carcinicultura; olericultura; hortaliças; contenção de dunas; urbanização; reflorestamento; produção agrícola; zoneamento e aptidões agrícolas; posto de combustível; esgotamento sanitário; abastecimento; abatedouro; geração de Biodiesel; aeródromo; boletim agrometeorológico. Bolsista RHEA do CNPq entre o Período de 1990 a 1994 no Departamento de Hidrometeorologia do Estado do Piauí; Consulto da Agroconsult LTDA no período de 2002 a 2009; Elaboração de estudos climáticos para reflorestamento com Eucaliptos para a empresa SUSANO; Elaboração e desenvolvimentos de projetos e estudos sobre inclusões de municípios na área do Semiárido Brasileiro e em área de desertificação; Estágio como bolsista do CNPq no núcleo estadual de Meteorologia do Estado da Paraíba no período de abril de 2011 a março de 2012; Consultor da CONSPLAN no controle Ambiental das dunas da Lagoa do Portinho. Elaboração, diagnósticos e prognóstico do balanço hídrico normal; climatológico; decendial e diários. Classificação e Aptidão Agroclimática de Culturas. Assessoria e consultoria; Assessoria e consultoria ao I Workshop Internacional sobre a água no semiárido brasileiro, 2013; Comissão Organizadora do

II Workshop Internacional sobre água no semiárido brasileiro, 2015; Comissão Científica do Workshop Internacional sobre água no semiárido brasileiro, 2015; avaliador de painéis e de trabalhos científicos sobre água no semiárido brasileiro, 2015; Assessoria e consultoria a Revista Pesquisa Agropecuária Tropical como consultor 'ad hoc', 2013; Prestação de serviço de Assessoria e fornecimento de dados e informações técnicas para a organização e elaboração de dois mapas pela Editora SCIPIONE S.A na obra Geografia do Piauí; Coordenou o Simpósio Causas e Efeitos das Mudanças Climáticas no IV Congresso Nacional de Educação Ambiental & VI Encontro Nordeste de Biogeografia.

#### **Romildo Morant de Holanda**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Pernambuco, Graduação em Psicologia pelo Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Paraíba, Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Especializações em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UFPE e em Gestão da Qualidade na Construção Civil pela UPE. Coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - PPEAMB/UFRPE. Professor das disciplinas de Materiais de Construção, Construções Sustentáveis, Gestão da Qualidade, Gestão da Produção, Higiene e Segurança do Trabalho e Gerenciamento de Resíduos Industriais. Tem experiência na área de: Garantia de Controle de Qualidade; Desperdício na indústria da construção; Sistema Integrado de Gestão, Gestão de Resíduos, Reuso de água; planejamento: físico, financeiro e orçamentário e Custos Ocultos. Campos de Pesquisa na área de Gerenciamento de Resíduos Industriais, Gestão de Recursos Naturais, Inovações Tecnológicas, Novos Materiais, Sustentabilidade, desperdício e eficácia de processos e sistemas. Líder do Grupo de Pesquisa Registrado no CNPq: CITAR-Centro de Inovação Tecnológica Aplicada aos Recursos Naturais (UFRPE).

#### **Marília Gabriela Medeiros Ordono Lages**

Graduada em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Católica de Pernambuco (2023). Mestranda do Programa de Pós-graduação em Biometria e Estatística Aplicada da UFRPE.

