

Water balance and climate of the Ipojuca river water basin – Pernambuco, Brazil

*Raimundo Mainar de Medeiros

*Universidade Rural de Pernambuco, e-mail: mainarmedeiros@gmail.com

Received 20 February; accepted 10 March.

ABSTRACT

The objective is to carry out the analysis of the climatic water balance and make a comparison between the municipalities surrounding the Ipojuca River basin, using the applications of climatic indices and aridity. The study area is the Ipojuca River – Pernambuco river basin, made up of twenty-seven municipalities. The rainfall data were provided by the Water and Climate Agency of the State of Pernambuco and thermal data were estimated by the Estima_T software corresponding to the years 1962 to 2018. For the climatic and agricultural suitability analysis, climatic indices of aridity and water availability were applied to the vegetation. The aridity index was calculated using the UNEP formulation, the climatic classifications, using the aridity index or dry month, recommended by Gaussen. Municipalities with higher altitudes provide conditions for better natural development of vegetation followed by greater potential for the development of agricultural activities, when compared to municipalities at lower altitudes. A marked change was observed between the climatic conditions of municipalities with high and low altitudes in the basin area, with emphasis on water deficits and high temperatures. Marked disputes between climate variability in municipalities at higher and lower altitudes were recorded in water deficits and inter-municipal thermal fluctuations.

Keywords: Climatic indices, elements and aridity, Northeast of Brazil. Water availability.

Balanço hídrico e clima da bacia hidrográfica do rio Ipojuca – Pernambuco, Brasil

RESUMO

Objetiva-se concretizar a análise do balanço hídrico climático e realizar comparativo entre os municípios de entorno da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, utilizando das aplicações dos índices climáticos e aridez. A área de estudo é a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca – Pernambuco, composta por vinte e sete municípios. Os dados pluviométricos foram cedidos pela Agência das águas e clima do Estado do Pernambuco e térmicos foram estimados pelo software Estima_T correspondentes aos anos de 1962 a 2018. Para a análise climática e de aptidão agrícola, foram aplicados índices climáticos de aridez e de disponibilidade hídrica para a vegetação. O cálculo do índice de aridez realizou-se pela formulação do UNEP, as classificações climáticas, utilizou-se do índice de aridez ou mês seco, recomendado por Gaussen. Os municípios com maiores altitudes proporcionam condições de melhores desenvolvimento natural da vegetação seguidamente de maior potencial para o desenvolvimento das atividades agrícolas, quando comparadas com os municípios de menores altitudes. Observou-se alteração acentuada entre as condições climáticas de municípios com altitudes elevadas e reduzidas na área da bacia, com destaque para os déficits hídricos e as elevadas temperaturas. Contestações marcantes dentre as variabilidades climáticas nos municípios de maiores e menores altitudes foram registradas nos déficits hídricos e nas oscilações térmicas intermunicipais. Palavras-chaves: índices, elementos climáticos, Nordeste do Brasil, Disponibilidade hídrica

1 Introdução

Na região semiárida brasileira (RSB) encontra-se posicionada a bacia hidrográfica do rio Ipojuca, que afronta dificuldades de seca e estiagens prolongadas entre as quadras chuvosas, enchentes, inundações, alagamentos e eventos extremos, estas espécies vem se tornam graves e cotidianas (NOBRE et al., 2001). Holanda et al (2019); Horikoshi et al (2007) asseguram que ultimamente é espantosa a demanda do uso dos recursos hídricos nas variáveis climáticas, precipitação evapotranspiração, evaporação, umidade relativa do ar.

Segundo os autores Correia et al (2011) a RSB tem culminantes incidência de temperatura e insolação e alta variabilidade inter anos nos totais de precipitação irregulares. Já Malvezzi (2007) mostrou que nesta região, predominam condições de déficit hídrico, associadas a condicionantes climáticos, gestão das águas, associadas aos controles da terra.

Segundo Martins et al (2020) o balanço hídrico viabiliza identificar a melhor cultura a ser explorada em uma região, a qual permitir conhecer períodos de necessidade de irrigação durante o ano. Matos et al (2019) realizaram o computo do balanço hídrico e analisaram a aptidão agrícola para a cultura da mandioca em Barbalha (CE). Medeiros et al (2020) averiguaram a aptidão do caju *X* sorgo para a metrópole Recife (PE). França et al (2020) verificaram a aptidão agroclimática do sorgo para São Bento do Una (PE).

Para Lemos et al (2020) a região semiárida brasileira possui problemas relacionados a atividades agrícolas, principalmente no setor da agricultura familiar e agricultura de sequeiro, que são aquelas que depende diretamente das chuvas ocorridas para gerarem suas faturas. Esse problema é ocasionado pelas variabilidades interanuais e intrasazonais das chuvas, refletindo na anomalia da quantidade precipitada entre diferentes anos e na alteração de ciclos de estiagem e chuvas estacionais (fluindo entre 10 e 90 dias) (SOUZA et al., 2017). Associados à variabilidade pluviométrica, ocorrem frequentemente elevados valores mensais e anuais de insolação, temperatura e evapotranspiração potencial, o que gera déficit hídrico (GOMES et al., 2023). Assim, a espacialização da classificação climática baseada no balanço hídrico expõe informações importantes para a gestão das águas e agrícola na região. A área em estudo é considerada como áreas de destaque,

incluindo as atividades agrícolas praticadas, como a policultura de subsistência (GOIS et al., 2019), e o potencial turístico, especialmente o ecoturismo (Barbosa et al., 2016; NascimenTO et al., 2022).

Conforme as citações do relatório Intergovernamental Painel on Climate Change (IPCC 2023) o aquecimento global ocasionado pelas alterações da humanidade, de 1,1°C vem desencadeando mudanças e impactos no clima do planeta, onde as ampliações térmicas estão cada vez mais se intensificando assim como também a sua magnitude.

Na determinação da consignação de uma cultura em determinada área, tem-se que definir as melhores técnicas de cultivo e estabelecer estratégias adequadas que aprove o episódio da produtividade, onde tem-se que realizar análise da relação existente entre clima e agricultura (Baldisera et al., 2017). Para Araújo Júnior et al (2018) as decorrências da má repartição pluviométrica comprometem a produção agrícola diretamente, acarretando prolongados tempos de déficits hídricos, levando a ocorrência de menor produtividade.

Em conformidade Rodrigues et al (2021) diversos estudos de ocorrência de frequência de eventos extremos se fazem de grande importância e de fundamental entendimento para compreender-se seus efeitos em bacia hidrográfica, seus impactos em áreas urbanas, e as causam graves de prejuízos na socioeconômica, saúde, segurança e habitação.

Villa et al (2022) destacaram que a abrangência e o monitoramento dos períodos de chuvas e secos das quadras chuvosas, das temperaturas excelentes para os desenvolvimentos das culturas, a disponibilidade de radiação e do balanço hídrico são condições principais para ocorrer o retorno produtivo na agricultura.

Os autores Holanda et al (2019); Matos et al (2018) afirmaram que o desenvolvimento do balanço hídrico foi computado pela demanda e a disponibilidade hídrica dos índices pluviais, evapotranspirativos, armazenamento d'água e das deficiências e excedentes hídrico. Levando em consideração a entrada pela chuva e saída pela evaporação. Mostraram ainda, que os períodos de

deficiência e excedente hídrico, são elementos valiosos para os agricultores.

Medeiros (2020) realizou o cálculo do balanço hídrico sequencial para a cidade de São Bento do Una - Pernambuco, visando gerar subsídios ao armazenamento e represamento d'água, em relação à crise hídrica, fornecendo subsídios para elaboração de novos projeto e planejamento. O autor destacou que os impactos climáticos vêm ocasionando mudanças no balanço hídrico regional da última década. A degradação ambiental e as ações antrópica estão antecipando o procedimento de mudança do clima local, afetando as condições pluviais e a disponibilidade d'água no solo.

Tem-se como objetivo concretizar a análise do balanço hídrico climático e realizar comparativo entre os municípios de entorno da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, utilizando das aplicações dos índices climáticos e aridez

2 Material e métodos

A bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, achar-se posicionada em 08°09' e 08°40' de latitude Sul e 34°57' e 37°02' de longitude Oeste. Com conformação alongada no sentido oeste-leste, essa área tem posição estratégica no Estado do Pernambuco, servindo de grande calha hídrica interligada entre a Região Metropolitana do Recife e a região do Sertão. O trecho superior, médio e sub médio localizam-se nas regiões do Sertão e Agreste, o trecho inferior na zona da Mata Sul. (Figura 1).

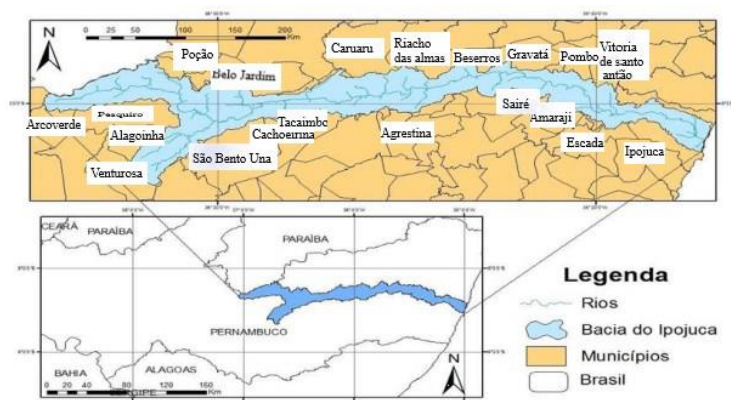


Figura 1. Perfil da Bacia Hidrográficas do rio Ipojuca e dos seus municípios de entorno.

Fonte: Medeiros (2024).

O período chuvoso tem início em fevereiro com registros de chuvas de pré-estação e seu término acontecendo no final de agosto, podendo dilatar-se até setembro. O trimestre chuvoso registra-se de maio a julho e os meses mais secos incidem de outubro a dezembro. Os fatores provocadores de chuvas na área estudada são Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAS), influência dos ventos alísios de nordeste no transporte de vapor e umidade, linhas de instabilidades e aglomerados convectivos, orografia, contribuições regionais e locais, formando nuvens e provocando chuvas de moderada a forte, (Medeiros 2016).

Os balanços hídricos foram desenvolvidos em planilha eletrônica por Medeiros (2016) utilizando do método de Thornthwaite (1948); Thornthwaite et al (1955). O índice de aridez (Ía) anual, adotado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP (2022); e o índice de aridez, também conhecido como índice de mês seco, proposto por Gaussen et al (1962).

Os dados pluviais foram cedidos pela Agencia das águas e clima do Estado do Pernambuco (APAC 2024), correspondente aos 27 postos pluviométricos que entorna a bacia estudada, a capacidade de campo (CAD) foi de 100 mm, a série pluvial corresponde ao intervalo de anos de 1962 e 2018. Os valores da temperatura média do ar foram estimados pelo software Estima_T (Cavalcanti et al., 1994;

Cavalcanti et al., 2006) do mesmo período pluvial. O modelo empírico de estimativa da temperatura do ar é uma superfície quadrática para as temperaturas: média mensal, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude, (Cavalcanti et al., 2006).

O calculado do índice de aridez (Ía) realizou-se pela formulação do UNEP (CONTI, 2008; UNEP, 2022), sendo seus resultados organizados em diferentes classes climáticas de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1. Classificação climática por índice de aridez

Valor de (Ia)	Classes climáticas
< 0,05	Hiperárido
0,05 < 0,20	Árido
0,21 < 0,50	Semiárido
0,51 < 0,65	Subúmido seco
> 0,65	Subúmido úmido

Fonte: UNEP (2022)

Utilizou-se do índice de aridez ou mês seco, recomendado por Gaussen et a (1962) apud Nimer et al (1967), de acordo com a equação 2, os resultados foram organizados em classes climáticas, Tabela 2.

$$Ia = P/ETP \text{ (Eq.1)}$$

Onde

Ía - índice de aridez

P – Precipitação anual

ETP – Evapotranspiração anual

$$Ia = P \leq 2 \text{ T} \text{ (Eq.2)}$$

Onde

P – Precipitação anual

T - Temperatura média mensal do ar.

Tabela 2. Classificação climática pelo índice de aridez ou mês seco.

Quantidade de meses secos	Tipos climáticos
12	Desértico
9-11	Subdesértico
7-8	Seco acentuado
5-6	Seco médio
3-4	Seco Tênu
1-2	Clima transicional
0	Úmido

Fonte: Torres et al (2011).

3 Resultados e discussão

A ampla provocação para os tempos futuros é de gerar conhecimento e tecnologias visando melhorar a circunstância atual e resguardar

os recursos naturais no futuro. Entretanto, as pesquisas e seus resultados, sistematizados e difundidos têm importância fundamental.

O clima da bacia hidrográfica do Rio Ipojuca – Pernambuco segundo o método da classificação climática de (Köppen 1928; Köppen et al., 1931), (Thornthwaite 1948; Thornthwaite et al., 1955), está representado na Tabela 3, os estudos de (Medeiros et al., 2018; ALVARES et al. 2014) vêm a corroborar com os resultados encontrados por Köppen. As classificações climáticas detectadas na área de estudo foram dos tipos de clima “AS” (clima tropical com estação seca de Verão), “Am” (clima de monção); “BSh” (clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude).

Para Galvani (2008) o índice de aridez recomendado por Thornthwaite são mais vantajosos do que os índices indicados por Gaussen, visto que melhor representa a “determinação das melhores épocas de semeadura indicando qual época é menos sujeita a restrições hídricas para as culturas trabalhadas”, dentre diversas vantagens, não se descarta a acuidade do índice de mês seco de Gaussen, por ser de fácil aplicabilidade.

Tabela 3. Municípios e postos pluviais, coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude) e classificação climática, segundos os autores Köppen & Thornthwaite.

Municípios/Parâmetros	Latitude	Longitude	Altitude	Classificações	
	° ‘	° ‘	(Metros)	Köppen	Thornthwaite
Porção	-8,18	-36,70	904	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Capoeiras	-8,73	-36,63	834	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Arcoverde	-8,43	-37,05	794	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Pesqueira	-8,35	-36,69	791	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Belo Jardim	-8,33	-36,42	727	As	C ₂ B' ₄ Sa'
Sanharó	-8,36	-36,56	726	As	C ₁ B' ₄ Sa'
Alagoinha	-8,46	-36,77	717	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Camocim S Félix	-8,31	-35,74	672	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
São Bento Una	-8,52	-36,46	662	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
São Caitano	-8,32	-36,13	639	BSh	C ₁ B' ₄ Sa'
Venturosa	-7,92	-38,96	638	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Sairé	-8,32	-35,70	628	As	C ₂ B' ₄ Sa'
Tacaimbó	-9,10	-38,15	621	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Cachoeirinha	-8,48	-36,23	572	As	C ₂ B' ₄ S ₂ a'
Bezerras	-8,24	-35,75	553	As	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Caruaru	-8,23	-35,91	539	BSh	C ₁ B' ₄ S ₂ a'
Altinho	-8,49	-36,06	530	As	DB' ₄ S ₂ a'
Chã Grande	-7,72	-39,24	466	As	C ₁ A'S ₂ a'
Gravatá	-8,20	-35,54	460	As	C ₁ A'S ₂ a'
Agrestina	-8,45	-35,95	458	As	C ₁ A'S ₂ a'
Riacho Almas	-8,13	-35,85	443	As	C ₂ B' ₄ Sa'
Amaraji	-8,38	-35,45	386	Am	C ₁ A'S ₂ a'

Primavera	-8,35	-35,35	367	As	C ₁ A'S ₂ a'
Pombos	-8,14	-35,40	341	As	C ₁ A'S ₂ a'
Vitória S Antão	-8,84	-35,63	253	As	C ₁ A'Sa'
Escada	-8,37	-35,23	145	Am	C ₂ A'Sa'
Ipojuca	-8,51	-35,01	062	Am	C ₁ A'S ₂ a'

Fonte: Medeiros (2024).

Coelho et al (2016) manifestaram que as contribuições no controle do Ciclo Neutro foram caracterizadas como atípico, mais seco, ocasionado pelo sistema anômalo do centro de alta pressão no oceano Atlântico adjacente à região Sudeste, o qual ocasiona bloqueios aos sistemas frontais, beneficiando a conservação do aquecimento oceânico pela incidência da radiação solar direta, desprotegendo a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Nas figuras 2 a 28 tem-se o resultado do balanço hídrico representados por gráficos, assim como as representações gráficas das variabilidades da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura dos municípios de entorno da área estudada.

O gráfico do balanço hídrico para o município de Arcoverde (Figura 2a) com altitude de 794 metros registra reposição da água no solo nos meses de março, abril e junho, retirada d'água do solo nos meses de maio, agosto a dezembro, as deficiências hídricas predominaram de julho a fevereiro e maio com variabilidade moderada a forte, não se registro excedentes hídrico. Estas variabilidades não foram auxiliadas pelos efeitos de meso e microescala, e suas contribuições regional e local fizeram que se registra chuvas moderadas a fraca em curtos intervalos de tempo, salienta-se que a contribuição do vento foi insignificante no transporte de vapor e umidade,

resultado semelhante foram detectados por França et al (2021) Holanda et al (2019).

Para Aquino (2010) a Evapotranspiração (ETP) contenta à quantidade d'água imprescindível para manter a vegetação sempre verde em função de uma adequada temperatura. Nos cálculos do balanço hídrico, 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 figura 2b tem-se a variabilidade gráfica dos elementos precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura. Destaca-se os meses de maio a agosto onde as flutuações térmicas fluíram abaixo dos 21°C e registraram decréscimos nos demais elementos de estudo. Nos meses onde as flutuações térmicas foram superiores aos 21°C registraram os índices evaporativos e evapotranspirativos inferiores as cotas pluviais. Nos meses de julho a dezembro os índices de ETP foram superiores a EVR e chuvas. Salienta-se que neste período as chuvas ocorridas foram de baixa magnitudes e intensidades pois os movimentos verticais descendentes estavam em atividade reduzindo a cobertura de nuvem e aumentando a incidência de insolação a superfície da área estudada. Corroborações destes elementos podem ser visto em Marengo et al (2011); IPCC (2021).

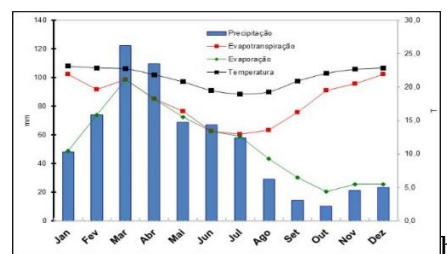
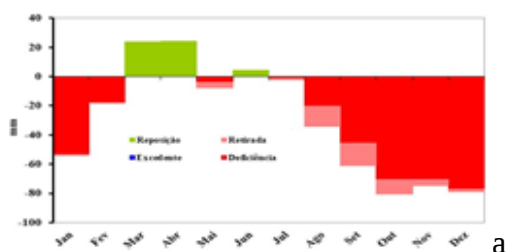


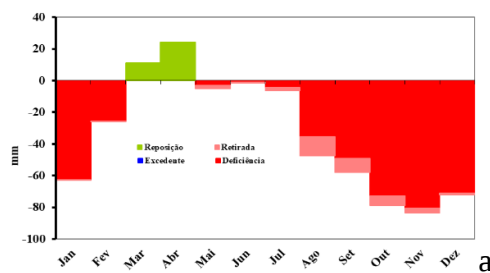
Figura 2 – Gráfico do balanço hídrico do município de Arcoverde com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

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.

Na figura 3a os índices pluviiais não foram mesários e nem suficiente para ocasionar excedentes hídricos, com a capacidade de campo (CAD 100 mm) tem-se predominância de deficiência hídrica nos meses de maio a fevereiro com forte e fraca intensidade, a reposição de água ocorreram nos meses de março e abril e as retiradas entre maio a dezembro.

As chuvas ocorridas no município de Alagoinha – PE não foram necessárias para superar a CAD de 100 mm ocasionado maiores deficiência hídricas e sem excedentes onde os movimentos verticais descendentes foram bloqueados pelo sistema de meso escala (França et al 2021).

Com estação chuvosa entre os meses de fevereiro a julho correspondente a 81% do total



anual acumulado e a estação seca caracterizada nos meses de agosto a janeiro com total anual de 19% do valor anual (Figura 3b), os meses de março e abril caracterizado como os de maiores incidências pluviiais e outubro e novembro como os de menores incidências pluviiais, chama-se a atenção a possibilidade de chuvas extremas em qualquer meses do ano ocasionados por chuvas fortes e de alta magnitude superando os valores climáticos.

As variabilidades térmicas fluíram de 24,8°C (dezembro e janeiro) a 20,2°C (julho), que são correspondentes aos seus pontos de máximos e mínimos térmicos. A ETP foi superiora aos índices pluviiais em todos os meses seus picos de máximos registra-se em novembro e dezembro e o de mínima em julho. A EVR iguala-se a ETP nos meses de março e abril, entre agosto a novembro a EVR super os índices pluviiais e iguala-se nos demais meses estudados similaridades podem ser visto no estudo de França et al (2021).

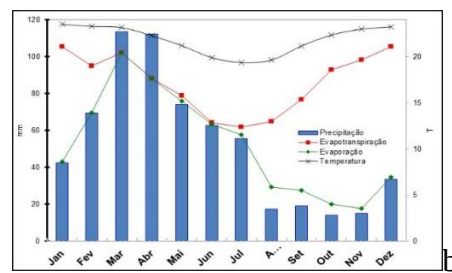


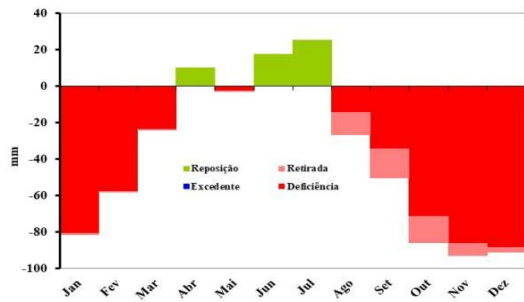
Figura 3 – Gráfico do balanço hídrico do município de Alagoinha com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

O gráfico do balanço hídrico do município de Altinho – PE para a capacidade de campo de 100 mm compreendido entre 1962-2018 (Figura 4a) registrou deficiências hídricas nos meses de agosto a março e maio, não ocorreu excedentes hídricos visto que a CAD de 100 mm não superou as deficiências. A reposição de água no solo foi nos meses de abril, junho e julho, a retirada de água no solo deu-se entre agosto e dezembro. similaridades foram descritos por Viana (2010).

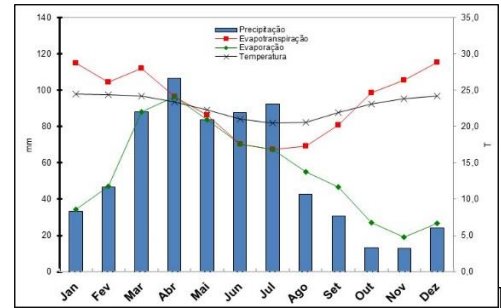
Com chuvas má distribuídas e de grande variabilidade em magnitudes e amplitude deixou o município sem registro de excedentes hídricos e registrando grandes variabilidades inter meses nos seus índices (Figura 4b). Seu pico de máximo ocorre em abril e seus picos de mínimos nos meses de outubro/novembro. O período chuvoso centra-

se de março a julho e o período seco de agosto a janeiro, fevereiro é o mês da transição entre chuvoso/seco. As variabilidades térmicas oscilam de 22,5°C (julho) a 25,8°C (dezembro/janeiro) os meses com elevações térmicas registra-se de agosto a janeiro e com redução térmicas de fevereiro e julho.

Os poderes evaporativos e evapotranspirativos estão registrados na figura 4b. As chuvas superaram os valores da ETP nos meses de abril a julho, nos demais meses a ETP superam as chuvas. A EVR e superior aos índices pluviiais de agosto a dezembro nos demais meses estes valores igualam-se, similaridades de estudos podem ser visto em França et al (2021); Viana (2010).



a



b

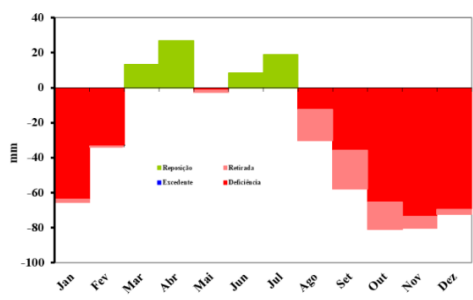
Figura 4 – Gráfico do balanço hídrico do município de Altinho com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).

Fonte: Medeiros (2024).

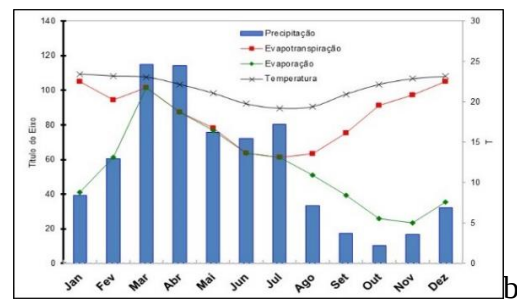
Com chuvas esparsas e irregulares e má distribuídas temporariamente no município de Belo Jardim no período de 1962 e 2018, a figura 5a demonstram o gráfico do BH, registra-se deficiências hídricas entre agosto a fevereiro e maio, retirada de água no solo de agosto a janeiro, as reposições de água no solo deu-se por ocasião de chuvas fortes e de magnitudes e intensidade diferencias registradas nos meses de março/abril e junho/julho através das formações de linhas de instabilidade e aglomerados convectivos e auxiliados pelos sistemas regional e local (Marengo et al., 2022); IPCC (2021).

Para Aquino et al (2013) a ETP retribui à quantidade de água estabelecida para sustentar a vegetação em função do elemento temperatura. A temperatura flui de 20,4°C (julho) a 24,1°C (dezembro), as flutuações máximas registram-se nos meses de setembro a fevereiro e as menores

flutuações térmicas mínimas ocorrem de março a agosto (Figura 5b) o estudo de Holanda et al (2019) corroboram com as discussões. As oscilações pluviais máximas ocorrem em março/abril a mínima em outubro, a quadra chuvosa ocorre de março a julho com irregularidades devidos as flutuações dos sistemas de meso e microescala, os menores índices pluviais registra-se de agosto a dezembro, suas flutuações se devem as formações de linhas de instabilidade ocasionando chuvas isoladas de magnitudes diferenciadas. Os índices ETP/EVR são iguais nos meses de fevereiro a julho, a ETP mante-se com índices elevados sobre a EVR e as cotas pluviais de agosto-novembro, a EVR iguala-se aos índices de chuvas nos meses de dezembro a fevereiro, e reduções em março/abril, junho/julho. Tais variabilidades estão em conformidades com o estudo de Viana (2010); IPCC (2022).



a



b

Figura 5 – Gráfico do balanço hídrico do município de Belo Jardim com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

As variabilidades pluviais não foram necessárias para ocasionar excedentes hídricos (Figura 6a), as deficiências moderadas a forte ocorreram de agosto a março, a retirada de água no

solo de agosto a janeiro e reposição de água no solo fraca de abril a julho, tais variabilidades vem a corroborar com o estudo de Medeiros (2018).

Para o município em estudo, a evapotranspiração potencial (ETP) foi de 1.038 mm, com variação mínima de 47,07 mm no mês mais frio (julho) e máxima de 116,15 mm no mês mais quente (janeiro) (Figura 6b). Matos et al. (2019) também observaram menores taxas de evapotranspiração potencial nos meses mais frios e as maiores nos meses mais quentes do ano. Estes resultados vão de encontro aos determinados no presente estudo. Sousa et al. (2022) afirmam que a evapotranspiração potencial é mais intensa no verão, visto que a quantidade de radiação que

chega até a superfície é mais intensa. A evapotranspiração real (ETR) apresentou uma variação de 19,7 mm no mês de julho e no mês de janeiro 116,2 mm, com uma taxa anual de 907,8 mm. Nos meses de outubro a março, a ETP e a ETR apresentam os mesmos valores. A oscilações térmicas fluem de 20,6°C (julho) a 24,8°C (janeiro). Os meses de março/abril registras os maiores pluviais e novembro o menor índices deste elemento, estas variabilidades pluviais vem a corroborar com o estudo de Marengo et al (2022); IPCC (2023).

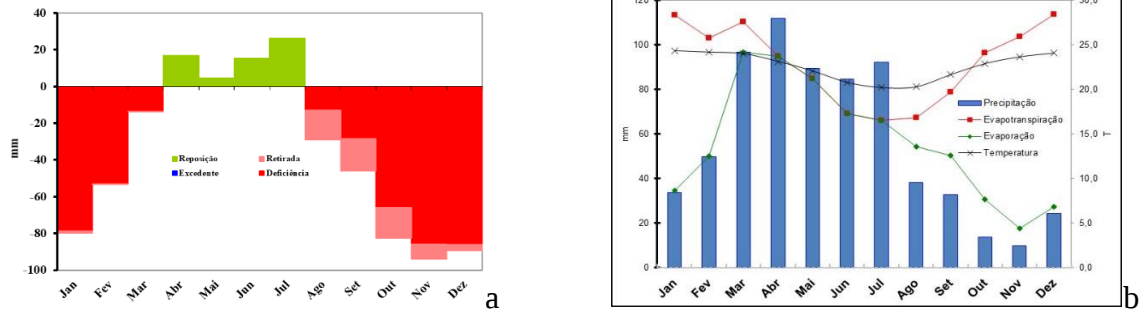


Figura 6 – Gráfico do balanço hídrico do município de Bezerro com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

As atividades das linhas de instabilidade, aglomerados convectivos, efeitos locais e regionais passando por períodos de bloqueios atmosféricos onde reduzem o transporte de vapor e umidade, acarretando em redução de nuvens e acréscimo na incidência dos raios solares a superfície e ocasionado chuvas de magnitudes e intensidade baixa, a qual não atinge a CAD em estudo para o município de Cachoeirinha (PE) no período de 1962 e 2018, (Figura 7a) portanto não ocorreu excedente hídrico, as deficiências hídricas fortes a intensas predominaram entre os meses de agosto a março e maio, os meses de abril, junho e julho registou pequenas flutuações de reposições de água ocasionadas por chuvas forte em curto intervalo de tempo. As retiradas das águas foram intensas e ocorreram entre os meses de agosto a dezembro, os resultados do IPCC (2021) corroboram com a discussão do trabalho.

De acordo com Neves et al (2022) a ETP corresponde à transferência de água para atmosfera, através das associações hídricas, do solo e vegetação. A ETP supera os valores pluviais de agosto a março e maio, registra-se ETP inferior a pluviometria nos meses de abril, junho e julho, as

altas taxas evapotranspiradas foram de outubro a janeiro e as menores taxas ocorreram entre junho a agosto (Figura 7b).

A EVR e ETP igualam-se nos meses de junho e julho, EVR superam os valores pluviais de agosto a dezembro, iguala-se a chuva de janeiro a abril, tais oscilações vem a corroborar com os resultados dos estudos de França et al (2021) e Medeiros (2018).

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.

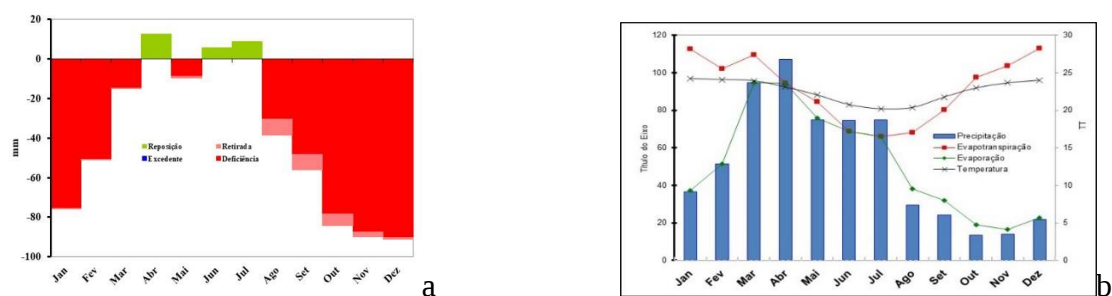


Figura 7 – Gráfico do balanço hídrico do município de Cachoeirinha com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

O município de Riacho das Almas – PE (Figura 8a), registra chuvas irregulares de magnitudes e amplitude variadas, ocasionadas pela troca de calor, formações de linhas de instabilidade e aglomerados convectivos, auxílio dos vórtices ciclones de altos níveis, orografia com altitude de 443, ocasionando os efeitos de meso e microescala, regional e local com auxílio do vento a barlavento e dos movimentos verticais ascendentes ocasionando chuvas moderadas e sem registros de excedentes hídricos no período estudado. As deficiências hídricas foram de moderadas a forte entre agosto a março e maio. Retirada da água entre agosto a novembro com índice moderado. Reposição de água de abril a julho, com baixa incidência, o estudo de França et al (2021); Medeiros (2018) corroboram com as discussões.

A temperatura anual é de 23,4°C (Figura 8b) e suas oscilações mensais fluem de 21,1°C (julho) a 25,0°C (janeiro), seus meses mais frios registra-se de junho a agosto e os meses quentes de novembro a janeiro, seu pico de máximo e mínimo corresponde aos meses de julho e janeiro, com precipitação anual de 615,1 mm e seus máximos e mínimos de 102,1 mm (abril) e 6,8 mm

(novembro), o mês seco é novembro e abril chuvoso, estas contribuições são auxiliadas pela linha de instabilidade, aglomerados convectivos, troca de calor, movimentos verticais ascendentes, o que corroboram com os estudos de Medeiros (2018).

A ETP supera os índices pluviométricos de janeiro a março e de agosto a dezembro, seus picos de máximo registam-se em dezembro (121,3 mm) e o de mínima em julho (71,4 mm). A ETP se iguala a EVR nos meses de abril a junho e dezembro, entre janeiro a maio a EVR tem valor igual a pluviometria, de maio a julho é inferior as chuvas e entre agosto a novembro seus índices evaporados são superiores as chuvas, destaca-se que as flutuações térmicas auxiliaram os poderes evaporativos e evapotranspirativos, similaridades de resultados encontra-se nos estudos IPCC (2023); França et al (2021).

Souza et al (2015) mostraram que os entraves dos recursos hídricos na época presente é extraordinária condicionante ao desenvolvimento socioeconômico, acarretando numerosos desafios ao gerenciamento e planejamento deste recurso.

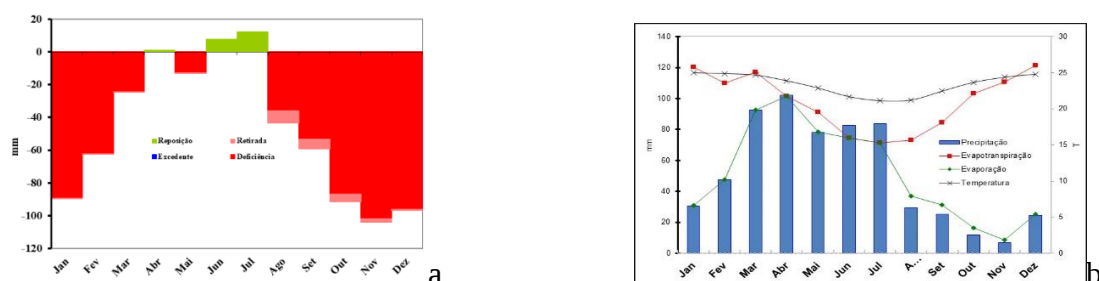


Figura 8 – Gráfico do balanço hídrico do município de Riacho das Almas com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

A reposição de água ocorre entre junho e julho. Não ocorreu excedente hídrico. As deficiências hídricas não ocorreram nos meses de junho e julho. Retirada da água ocorreram entre agosto a dezembro (Figura 9a).

A variabilidade histórica da precipitação pode ser destacada na figura 9b, nos meses de outubro a dezembro ocorrem baixos índices pluviais, de maio a julho tem-se o trimestre chuvoso, além de destacarmos acréscimos pluviais de janeiro a maio.

A irregularidade pluvial é decorrente dos fatores meteorológicos inibidores e/ou ativadores dos sistemas provocadores de chuva na área em estudo com auxílios das contribuições local e regional. O município de Caruaru registra climatologicamente índice pluviométrico de 573,4 mm ano⁻¹. De março a julho ocorrem as maiores

incidências de precipitações com 68% do índice anual. Entre agosto a fevereiro os índices pluviais são baixos e tem contribuição de 32% do valor anual.

A ETP oscila entre 68,3 mm no mês de julho a 115,6 mm em novembro, A ETP anual é 1.130,3 mm quase uma vez e meia o valor pluvial anual, o quadrimestre de maior poder evaporativo é de novembro a fevereiro e o quadrimestre de menor ETP ocorre de junho a setembro. A EVR flui entre 15,7 mm em novembro a 80,1 mm maio com taxa anual de 573,8 mm, precipitou 5 mm a mais que o valor anual da EVR. Quando não é detectado excedente, isto significa que a precipitação se igualou à EVR anual. Não se detectou excedentes. As temperaturas oscilam entre 20,6°C (julho) a 24,7°C (novembro), com valor anual de 22,5°C.

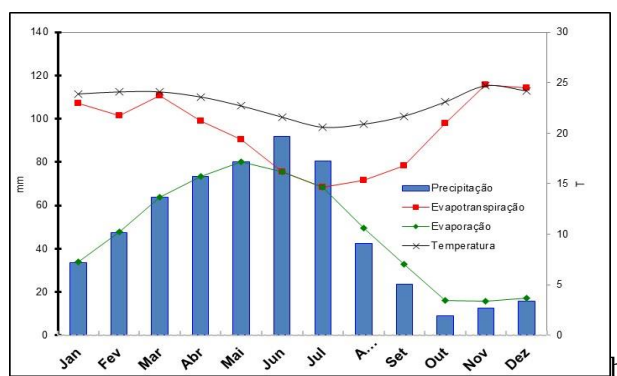
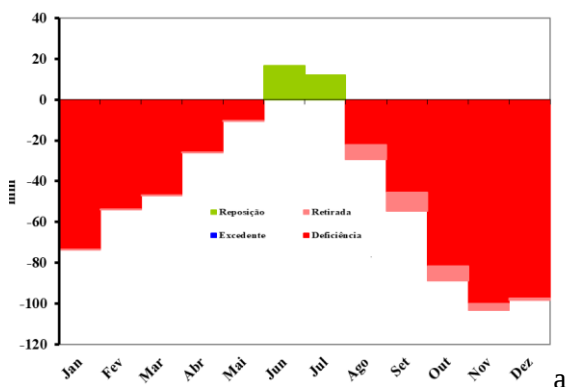


Figura 9 – Gráfico do balanço hídrico do município de Caruaru com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).
Fonte: Medeiros (2024).

A CAD de 100 mm não foi necessária é suficiente para ocasionar excedente hídrico, as deficiências hídricas e a retirada de água predominaram de agosto a março, nos meses de abril a julho registra-se reposição de água (Figura 10a), estas similaridades podem ser reconfirmadas nos estudos de França et al (2021).

O município de Capoeiras – PE, tem altitude média de 834,0 metros, (Figura 10b) seus principais fatores ocasionadores de chuvas são: Pulso da ZCIT, aglomerados convectivos, linha de instabilidade, movimentos verticais ascendentes, vento de montanhas, ocasionado as trocas de calor, formando cobertura de nuvens e causando chuvas moderadas a forte com irregularidades e má

distribuídas, com meses chuvosos de março a agosto e os secos de setembro a fevereiro, a precipitação anual é de 670,8 mm e seus valores máximos e mínimos ocorrem em abril (106,0 mm) e outubro (16,6 mm).

A temperatura anual de 21,0°C e suas oscilações inter mensais fluem de 18,4°C (junho) a 22,8°C (janeiro). A ETP anual de 973,5 mm e seus máximos e mínimos com 100,2 mm (janeiro) a 57,5 mm (julho). A EVR praticamente foi igual aos índices pluviais. Para Marengo et al (2022) e comum a EVR igualar-se aos valores pluviais na região semiárida brasileira, devido a flutuação térmica contribuir para elevação da EVR.

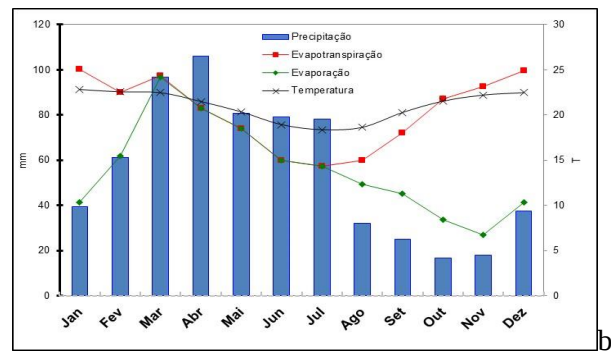
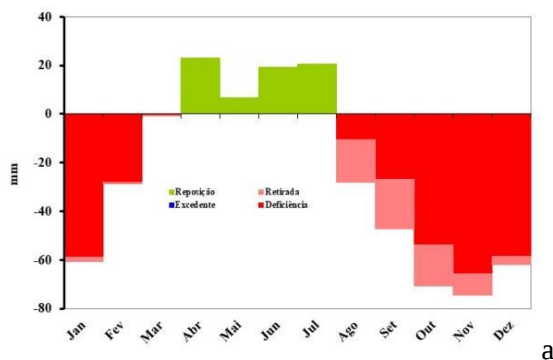


Figura 10 – Gráfico do balanço hídrico do município de Capoeiras com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).

Fonte: Medeiros (2024).

O gráfico do balanço hídrico do município de Agrestina (Figura 11a) registra excedente hídrico no mês de julho, reposição de água no solo de abril a julho, retirada de água entre os meses de agosto a janeiro e deficiências hídricas moderadas de setembro a março, os sistemas influenciadores meteorológicos estiveram ativos entre os meses abril a julho, realizando chuvas moderadas a forte com intensidades variadas, seguidos de bloqueios atmosféricos em alguns anos do estudo similaridades de discussões e resultados foram descritos por Viana (2010).

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

Os índices pluviiais superaram os evaporativos e evapotranspirativos nos meses de abril a julho, entre abril a agosto os poderes ETP e

EVR igualaram-se e os índices térmicos foram reduzidos (Figura 11b). De setembro a março registra-se acréscimo térmico e redução dos índices de EVR e chuva e acréscimos da ETP. Entre janeiro e março os índices pluviiais e EVR iguala-se. As irregularidades e a má distribuição dos elementos em estudo foram ocasionadas pela variabilidade atmosfera nas formações de linha de instabilidade e dos aglomerados convectivos, sistemas de meso e microescala sem grandes flutuações o que ocasionou excedentes hídrico por eventos extremos. Estas variabilidades estão em conformidades com o IPCC (2021); IPCC (2022).

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 pluviiais de uma região, justificando-se o fato da área em estudo registrar oscilações pluviiais irregulares e de magnitudes e intensidades diferenciais ao longo dos anos.

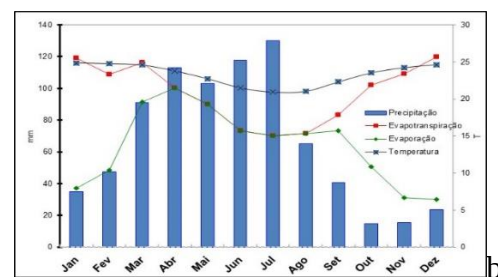
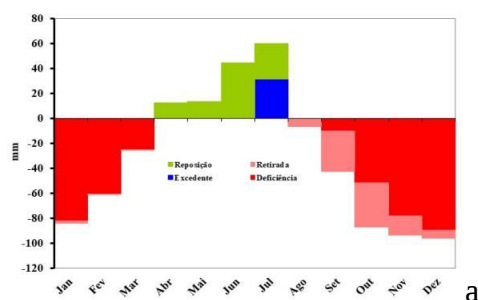


Figura 11 – Gráfico do balanço hídrico do município de Agrestina com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 12a tem-se as oscilações gráficas do balanço hídrico do município de

Amaraji com CAD de 100 mm no período de 1962 a 2018, o qual demonstram a ocorrências de

excedentes hídricos entre maio e agosto, reposição de água de março a maio, retirada de água de setembro a janeiro e deficiências hídricas baixas registradas de outubro a fevereiro. Similaridade de resultados e discussões são vistas no artigo de Medeiros (2018); Cassettari et al (2020).

Com precipitação irregulares e má distribuídas onde os meses chuvosos registram-se

de março/julho e os secos de setembro a fevereiro (figura 12b), as oscilações pluviométricas oscilam de 281,5 mm (julho) a 35,4 mm (outubro) com total anual de 1528,9 mm. A EVR anual de 972,8 mm e suas flutuações Inter mensais de 72,3 mm (julho) a 120,8 mm (maio). A ETP anual com 1200,6 mm e suas oscilações fluindo de 72,3 (julho) a 124,1 mm (dez).

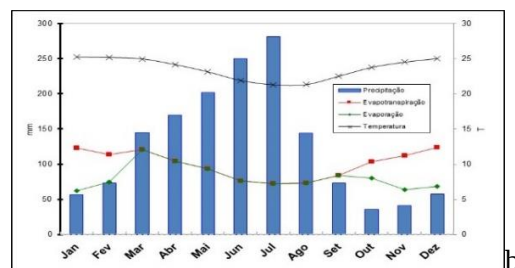
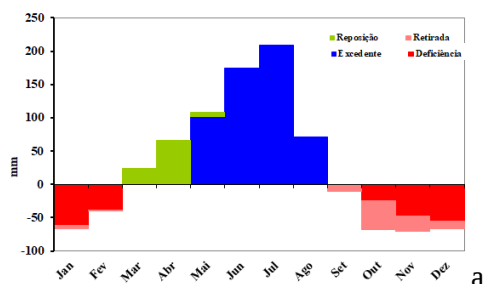


Figura 12 – Gráfico do balanço hídrico do município de Amaraji com CAD de 100 mm no período de 1962 a 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

Camocim de São Félix tem altitude de 672 metros e recebe contribuições das variabilidades térmicas auxiliadas pelo movimento vertical ascendente e do vento de vale/montanha que transporta vapor e umidade deixando o tempo nublado a parcialmente nublado com chuvas esparsas no decorrer do período, ocasionando chuvas moderadas e irregulares. Na Figura 13a observam-se a distribuições das águas pela CAD de 100 mm, onde se registrou excedente hídrico em junho e julho, reposição d'água de abril a junho com alta intensidade, retirada d'água agosto a janeiro e deficiências hídricas de setembro a março. Similaridade de resultados podem serem observados em Medeiros (2018), IPCC (2021) e Marengo et al (2022).

Com precipitação anual de 846,9 mm e seu pico de mínimo com 14,0 mm (novembro) e seu

máximo em julho (137,3 mm), os meses chuvosos são de março a julho e os secos de setembro a fevereiro (Figura 13b).

A ETP anual é de 1034,3 mm e suas flutuações oscilam de 61,4 mm (julho) a 107,1 mm (janeiro) entre setembro a fevereiro a ETP supera os índices pluviométricos de março a julho fica com cotas inferiores a pluviometria. A EVR anual é de 752,5 mm e oscilam de 33,3 mm (novembro) a 102,9 mm os meses de setembro a janeiro a EVR supera os valores das chuvas, iguala-se as chuvas em fevereiro, março e agosto. Os índices térmicos fluem de 19,3°C (julho) a 23,9°C (novembro) com taxa anual de 21,8°C, estas flutuações corroboram com as discussões de Medeiros (2018); IPCC (2023).

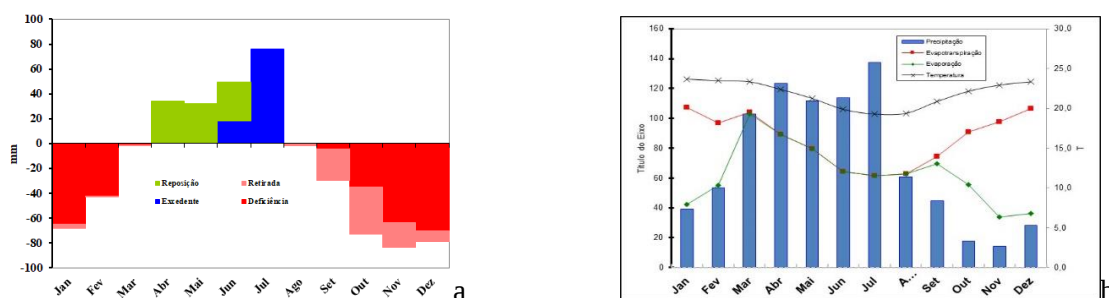


Figura 13 – Gráfico do balanço hídrico do município de Camocim de São Félix com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

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 (SOUZA et al., 2011).

Chuvvas esparsas e má distribuídas com irregularidade ocasionadas pelos efeitos locais e regionais, troca de calor, movimentos verticais ascendentes, registrou-se no município de Chã Grande com altitude de 466 metros a variabilidade dos elementos do BH com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (Figura 14a), deficiências hídricas entre setembro e fevereiro, retirada d'água no solo com magnitude moderada entre agosto a janeiro, reposição da água no solo de março a maio e excedente hídrico maio a julho, Vieira (2010) afirma que as flutuações dos sistemas provocadores de chuvas são essenciais para formação de nuvens

e concentrações de vapor e umidade ocasionado pela auxílio do vento de montanha e sua troca de calor.

Na Figura 14b observam-se as variabilidades dos elementos precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura.

Chuvas irregulares e má distribuídas (Figura 14b) inter mensais demonstram os meses chuvosos de abril a julho e os secos de outubro a dezembro, os meses janeiro e fevereiro são os antecedentes das chuvas do período chuvoso. A ETP iguala aos índices da EVR entre maio e agosto, de setembro a fevereiro a ETP supera os índices EVR. A EVR e ETP fluíram abaixo da pluviometria entre março e julho. A EVR superou a pluviometria em janeiro, fevereiro, agosto a dezembro. Com variabilidade térmica fluindo superiores aos 20°C, o que acarreta na contribuição de chuvas, e maiores índices evaporativos e evapotranspirativos maiores na área de estudo

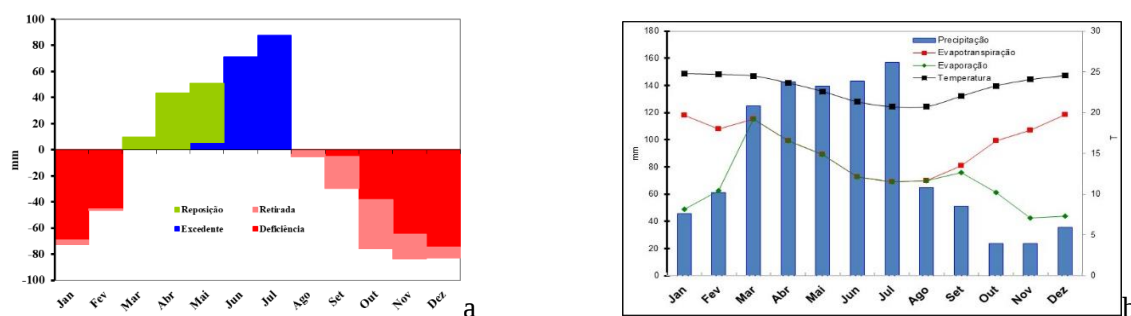


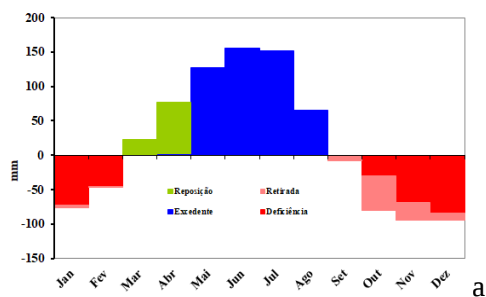
Figura 14 – Gráfico do balanço hídrico do município de Chã Grande com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

A crescente apreensão com a escassez de água e a sua necessidade para o setor econômico, onde os produtores enfrentar o desafio de continuarem a cumprir seu papel de enorme importância socioeconômica, com maior racionalidade no uso dos recursos naturais.

Utilizando-se de plantios diretos e dos maiores índices pluviométricos registrados os quais permitem das práticas de manejo e de maior eficiência no uso da água são metas imprescindíveis para a produção agrícola de sequeiro e familiar.

As chuvas registradas no município de Escada entre 1962-2018 foram ocasionadas pela ascensão vertical, transportando vapor e umidade ocasionado pela troca de calor, as contribuições das linhas de instabilidade e dos aglomerados convectivos auxiliaram a formação da cobertura de nuvem e consequentemente chuvas ocasionais de magnitudes e intensidade variada, as quais ultrapassaram a CAD dos 100 mm e registraram excedentes hídricos de maio a agosto, reposição de água no solo entre março e abril, retirada d'água de setembro a dezembro, as deficiências hídricas foram de outubro a fevereiro (Figura 15a), as variabilidades pluviiais corroboram com as discursos de Marengo et al (2022); IPCC (2022).

As variabilidades pluviiais, evaporativas, evapotranspirativos e térmicas do município de Escada podem ser visualizada na figura 15b, as chuvas concentram-se nos meses de março a agosto com flutuações oscilando de 155,5 mm (agosto) e



255,5 mm (julho), entre setembro a fevereiro as oscilações pluviiais fluem de 32,2 mm (novembro) a 93,5 mm (setembro), estas variabilidades foram decorrentes dos efeitos locais, orografia, movimentos verticais ascendentes e ocorrências de chuvas fortes a moderadas em curto intervalo de tempo (Marengo et al., (2022); Medeiros (2018).

As oscilações de ETP/EVR tem valores iguais entre os meses de março a agosto, ETP elevadas superiores aos índices de EVR e pluvial e ao inverso nos meses de setembro a fevereiro. Para França et al, (2021) estas variabilidades são as descritas por vários autores para a região do semiárido e para a área de depressões localizadas no NEB.

As flutuações térmicas são crescentes do mês de agosto a fevereiro e reduzidas entre março a julho, estas variabilidades corroboram com os estudos de Marengo et al., (2012); Medeiros (2018).

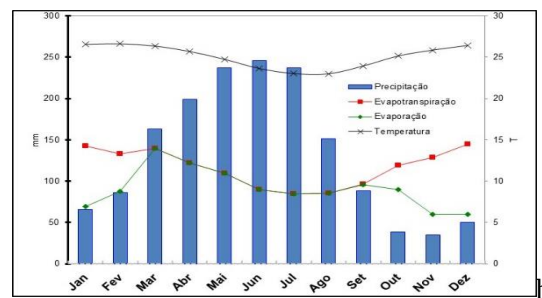


Figura 15 – Gráfico do balanço hídrico do município de Escada com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Na figura 16a tem-se as variabilidades dos elementos do balanço hídrico do município de Gravatá com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018, onde o excedente hídrico foi ocasionado por chuvas extremas em curto intervalo de tempo, a reposição das águas no solo foram provocadas pela troca de calor, os efeitos locais e regional, linha de instabilidade e aglomerado convectivos (Medeiros 2018), A retirada da água entre agosto e janeiro foram auxiliado pela altas incidências da radiação solar, variabilidade das oscilações térmicas e o vento de nordeste com menor intensidade e que também auxiliaram para maior incidência das deficiências hídricas moderadas registradas no período de estudo.

A precipitação mensal oscila de 17,8 mm (outubro) a 134,3 mm (mm), entre agosto a janeiro tem-se os menores registros de chuvas, fevereiro a julho registras as maiores intensidades pluviiais, os valores pluviiais foram acima dos elementos

descritos. Tais variabilidades foram ocasionadas pelos movimentos verticais ascendentes, auxílio dos vórtices ciclones de alto níveis, formações de aglomerados convectivos e linhas de instabilidade, troca de calor e a orografia que ocasionaram chuvas forte a moderadas em curto intervalos de tempo e de alta magnitude. Tais variabilidade vem a corroborar com os resultados dos estudos de Marengo et al (2022); Medeiros (2018).

As variabilidades da ETP/EVR registraram valores iguais entre março e julho, a ETP elevou-se acima da EVR nos meses de agosto a janeiro, também se observam esta variabilidade para os índices pluviiais.

Os índices térmicos de menores amplitudes ocorreram entre abril e julho, as altas amplitudes térmicas registra-se de agosto a março, seu pico de mínimo é no mês de julho e o de máximo em dezembro/janeiro, o estudo de Medeiros (2018) corroboram com os resultados.

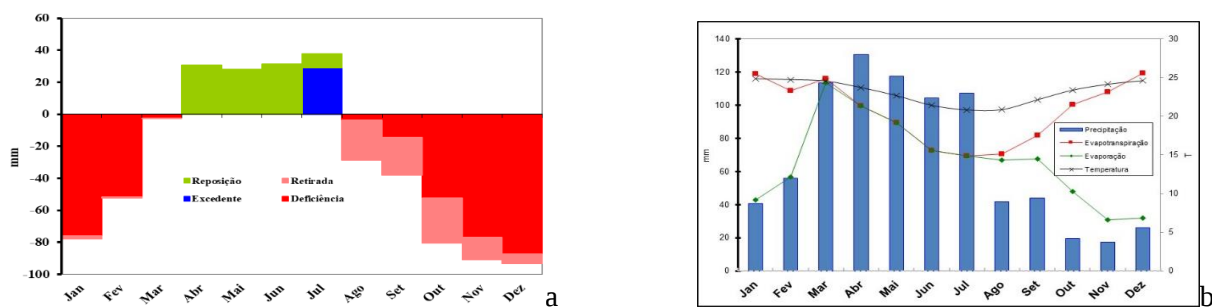
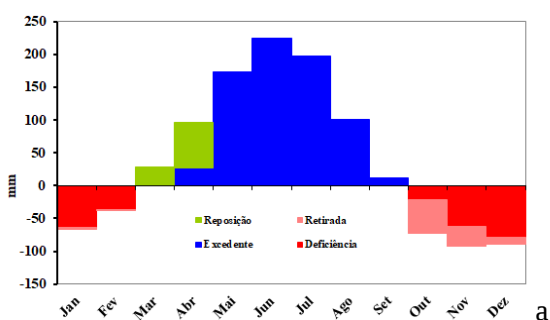


Figura 16 – Gráfico do balanço hídrico do município de Gravatá com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

As mudanças no ciclo hidrológico tendem a propiciar redução ou má distribuição pluvial e dos recursos hídricos os quais são essenciais para a existência de vida. Seu uso se dá nas mais diversas atividades, como agricultura, represamento de água, armazenamento e no dia-dia das pessoas (Dantas et al., 2007).

Os excedentes hídricos registraram-se entre abril a setembro, reposição de água no solo nos meses de março e abril, retirada de água no solo ocorreu de outubro a dezembro, (Figura 17a) onde a distribuição pluvial foi mais regular ocasionada pelos movimentos verticais ascendentes, troca de calor, formação das linhas de instabilidades e dos aglomerados convectivos, formando nuvens e ocasionando chuvas moderadas a forte que superaram a CAD de 100 mm, estas variabilidades pluviais corroboram com os resultados dos estudos de Marengo et al (2022); Medeiros (2018).



Na figura 17b, tem-se as flutuações pluviais, ETP e EVR para a área territorial de Ipojuca compreendida entre 1962 – 2018, as oscilações térmicas fluem de 26,3°C (dezembro) a 29,5°C (julho), que também são os seus respectivos pontos de máximos e mínimos térmicos, os meses de setembro a fevereiro registra as maiores elevações térmicas e de março a agosto as menores flutuações, estas flutuações corroboram com os resultados obtidos por Marengo et al (2011) para a região semiárida brasileira.

A ETP/EVR igualam-se entre março – setembro, onde os índices pluviais são elevados, entre outubro a fevereiro a ETP eleva-se em relação a EVR e pluviometria. A pluviometria é irregular e má distribuída, seu pico de máximo é junho e o de mínimo em novembro, os sistemas provocadores de chuvas, não atuaram com maiores intensidades devido a atuação dos sistemas de bloqueios em atividades para alguns anos.

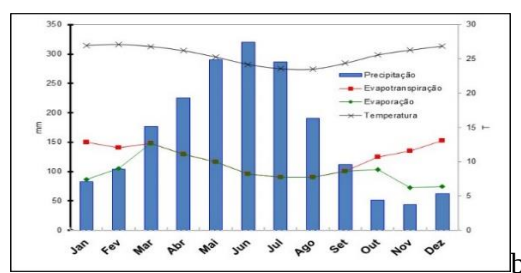


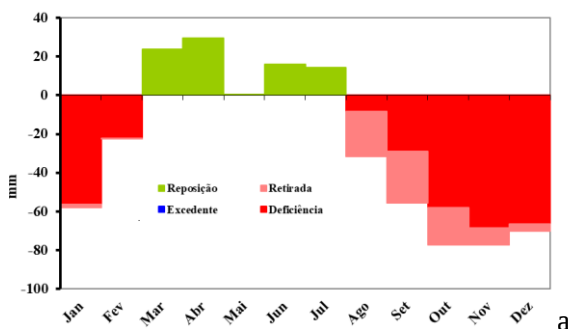
Figura 17 – Gráfico do balanço hídrico do município de Ipojuca com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b). Fonte: Medeiros (2024).

Com índices pluviais má distribuído e de baixa magnitude onde não ultrapassou a CAD de 100 mm para o município de Pesqueira (Figura 18a), registra-se deficiências hídricas e retirada da água de agosto a fevereiro, reposições de água no solo de março a julho com cota máxima de 27,2 mm, ocasionadas por chuvas irregulares, com longos períodos de veranicos e não atendendo a

capacidade de campo, Medeiros (2018) mostrou que estas chuvas sofrem bloqueios atmosféricos devido ao não contribuição do transporte de umidade e vapor para a região.

O pico de máximo pluvial é março e o de mínimo outubro, os menores valores pluviais ocorrem de agosto a dezembro, e os máximos de fevereiro a julho. As variações da ETP são elevadas

de agosto a fevereiro superando os valores de EVR e pluviais, e igualando a EVR entre março e junho. A EVR iguala-se a pluviometria em janeiro, fevereiro e maio, com inferioridade nos meses março, abril, junho e julho conforme figura 18b.



estas variabilidades são descritas por diversos autores para a região do semiárido e para as áreas de depressões localizadas no NEB segundo afirma França et al (2021).

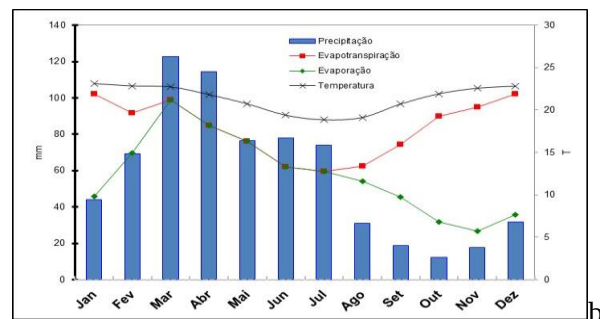


Figura 18 – Gráfico do balanço hídrico do município de Pesqueira com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

O município de Porção no período de 1962-2018, (Figura 19a) registrou excedente hídrico no mês de julho, reposição de água no solo nos meses de março, abril e junho, retirada de água entre agosto a dezembro e deficiências hídricas de agosto a fevereiro e maio, os sistemas provocadores de chuvas na área estudada foram bloqueados pelo centro de alta pressão impedido o transporte e formação de vapor e ausência de chuvas superiores a 100 mm, o estudo de Marengo et al (2022) corroboram com as discussões.

As variabilidades pluviais irregulares e má destruídas, ocasionando chuvas extremas e de magnitudes variadas em curto intervalo de tempo, está representada na (Figura 19b) para a área municipal de Porção – Pernambuco, segundo

Marengo et al (2022) estas distribuições são características da região semiárida e para áreas de depressões do NEB.

As flutuações da ETP são iguais aos valores da EVR entre os meses de março a julho, onde os índices pluviais superam estes valores. De agosto a fevereiro os índices de ETP superam os da EVR e pluviais, A EVR é maior que os valores das chuvas entre agosto e dezembro, iguala-se aos valores pluviais em janeiro, fevereiro e maio, os elementos como: bloqueios atmosféricos, períodos de veranicos prolongos ou superiores a seis dias, ausências do transporte de vapor e umidade, formações de linhas de instabilidade e linhas convectivas foram afetadas em alguns anos, deixando suas oscilações com má distribuição e atuações.

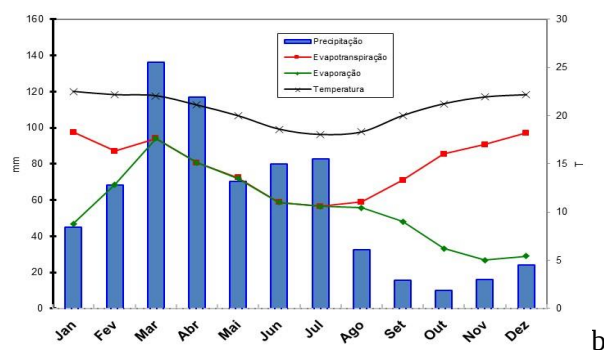
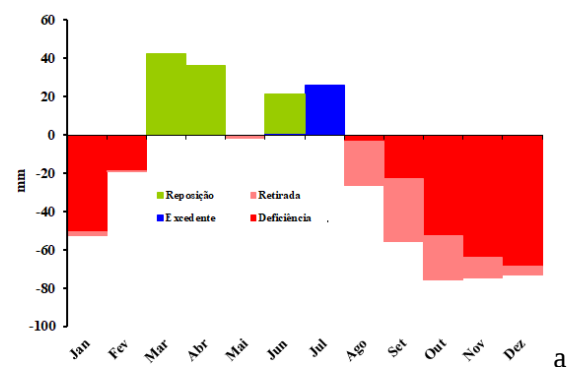


Figura 19– Gráfico do balanço hídrico do município de Porção com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Para Sousa et al (2001) o consumo e o armazenamento de água estão diretamente relacionados com a variabilidade da evapotranspiração, água disponível no solo e capacidade da planta em resistir a transpiração. Onde estes elementos podem ser obtidos pelo computo do balanço hídrico de uma determinada região, tornando essa ferramenta de extrema importância para a realização de planejamentos prévio de cultivo e dos armazenamentos de águas.

O município de Pombos com seus 431 metros de altitude recebe contribuições dos fatores provocadores de chuvas como: linha de instabilidade, aglomerados convectivos, troca de calor, vento de montanha e vale, posicionamento do vórtice ciclone, vestígios da ZCIT, ocasionando excedentes hídricos nos meses junho a agosto, reposição de água no solo de março a junho, retirada de água do solo entre setembro e janeiro e deficiências hídricas de setembro a fevereiro (figura 20a), estas variabilidades estão descritas no IPCC (2021); Marengo et al (2022); Medeiros (2018).

Chama-se a atenção para a figura 20b registradas nas variabilidades pluviiais históricas do

período em discussões, observam-se que as oscilações pluviiais são crescentes de março a julho com variabilidade fluindo de 138,7 mm (março) a 207,8 mm (julho), entre agosto a fevereiro seus índices são irregulares e má distribuídos, ocasionados pelas ocorrências dos movimento verticais ascendentes com menores intensidades, falta de maiores atividades nos transportes de vapor e umidade, intensidade da radiação solar, moderadas cobertura de nuvens, focos de incêndios e fogo moderados, ausência da arborização média a alta. Os resultados dos estudos de Medeiros (2022) corroboram com as discussões.

Os índices EVR/ETP igualam-se de março a agosto, a ETP é elevada de setembro a janeiro superando os índices pluviiais e de EVR, a EVR supera os valores pluviiais de setembro a dezembro e são iguais em janeiro e fevereiro, estas variabilidades são influenciadas pelos sistemas regionais, locais, vento e insolação (MEDEIROS 2018). As flutuações térmicas são crescentes do mês de agosto a fevereiro e reduzidas entre março a julho, estas variabilidades corroboram com os estudos de Marengo et al., (2012); Medeiros (2018).

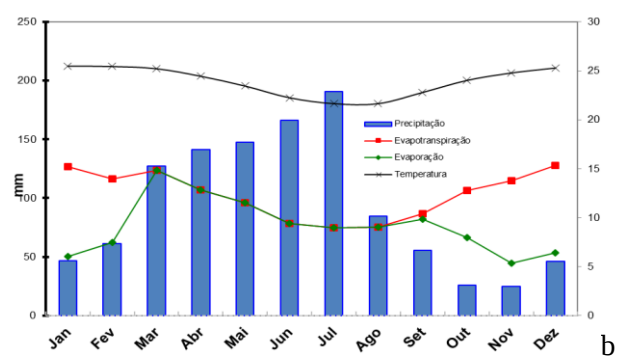
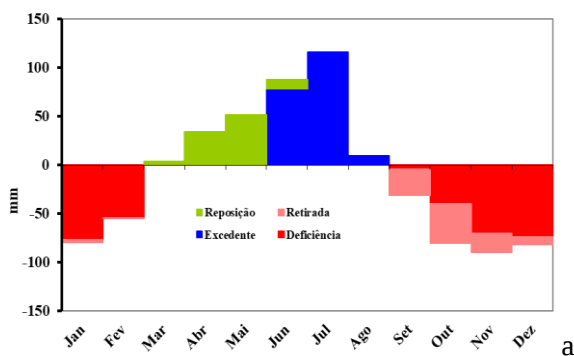


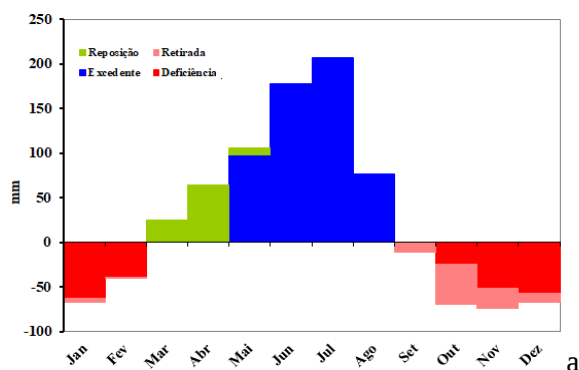
Figura 20 – Gráfico do balanço hídrico do município de Pombos com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024)

Registra-se excedentes hídricos nos meses de maio a agosto (Figura 21a), reposição de água no solo de março a maio, retirada d'água no solo de setembro a dezembro e deficiências hídricas fraça de outubro a fevereiro. Resultados similares podem serem detectados por IPCC (2021); Marengo et al (2022) e Medeiros (2018).

Com altitude de 367 metros o município de primavera contribui para maiores ocorrências

pluviiais ocasionadas pelos movimentos verticais ascendentes devido ao movimento dos ventos de montanhas e a barlavento, sua orografia troca calor entre os relevos aumentando a cobertura de nuvem e auxilia no transporte de vapor e umidade ocasionado chuvas superiores ao seus municípios circunvizinhos, a pluviometria anual é de 1536,3 mm e seus picos de máximos e mínimos posiciona-se nos meses de outubro (34,9 mm) e julho (279,7 mm), os meses chuvosos ocorrem entre maio a

agosto e os seco de setembro a abril, registrando chuvas variadas de intensidades e magnitudes variadas, com chuvas extremas em curtos intervalos de tempo, ocasionando temporais, desmoronamento de barreiras, enchentes, prejuízos socioeconômicos e agropecuários, (Medeiros 2018).



Seus índices térmicos se afastam dos demais elementos em estudo e tem suas flutuações de 25,3°C (janeiro/fevereiro) e 21,4°C (julho/agosto), estas oscilações contribuem para o acréscimo pluvial e a variabilidades nos índices evaporativos e evapotranspirativos (Figura 21b).

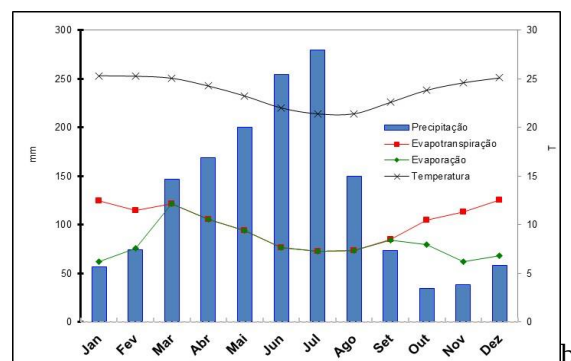


Figura 21 – Gráfico do balanço hídrico do município de Primavera com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Na Figura 22a tem-se o demonstrativo do gráfico do balanço hídrico do município de Sairé com capacidade de campo de 100 mm no período de 1962 e 2018, o referido município posiciona-se na cota altimétrica de 628 metros acima do nível médio do mar. Observam-se que entre junho e julho ocorreram os excedentes hídricos, reposição de água no solo de março a julho, ocasionadas por chuvas moderadas e magnitudes e intensidades diferenciadas, as retiradas das águas no solo foram de agosto a janeiro e as deficiências hídricas de setembro a fevereiro com média variabilidade. Para Marengo et al (2022) estas ocorrências fazer parte da variabilidade pluvial da região do NEB.

Com pluviometria anual de 848,7 mm (Figura 22b) onde os meses de maiores pluviometria ocorrem de março a julho e os meses secos outubro/novembro. Os índices térmicos fluem de 19,6°C (julho) a 23,9°C (janeiro) com 22,1°C de temperatura anual.

Os índices de ETP iguala-se aos de EVR entre março a agosto, distanciam-se de setembro a fevereiro, assim como também pode-se ser visto para a pluviometria. Os estudos de Viana (2010), Marengo et al (2022) e Medeiros (2018) corroboram com as discussões.

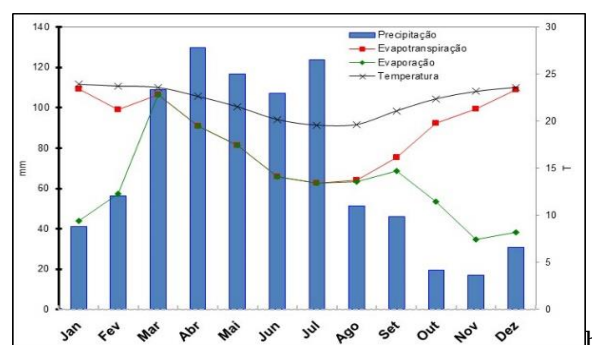
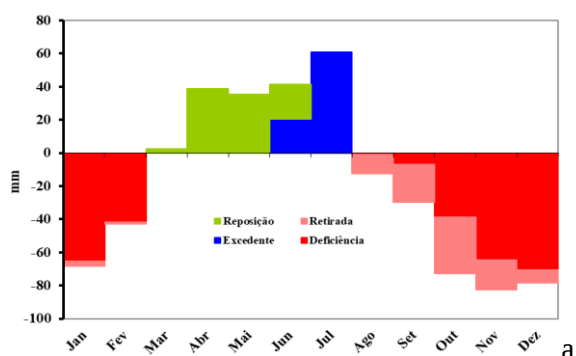
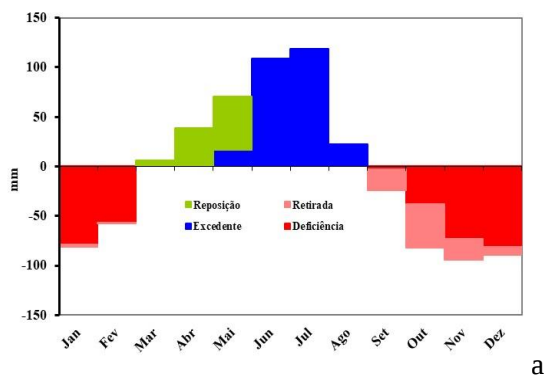


Figura 22 – Gráfico do balanço hídrico do município de Sairé com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Chuvas ocasionais e extremas foram registradas nos meses de maio a junho com variabilidade de 10 mm a 130 mm (Figura 23a) onde foram auxiliados pelos sistemas de meso e microescala e as contribuições locais e regionais ocasionado excedentes hídricos. Registra-se também reposição de água no solo ocasionados pelos sistemas descritos, as retiradas das águas ocorreram entre setembro e janeiro, onde predominaram os dias secos, as deficiências hídricas moderadas foram registradas nos meses de agosto a fevereiro, estas flutuações vem a corroborar com os estudos de Medeiros et al (2022); França et al (2021) e Vieira (2010).

As flutuações pluviométricas oscilam de 26,6 mm (novembro) a 19,4 mm (julho), chove com



intensidade moderada nos meses de março a julho e com intensidades reduzidas de setembro a novembro (MEDEIROS 2018) com cota anual de 1238,7 mm (Figura 23a).

A ETP anual 1302,9 mm (Figura 23b) superou a precipitação em torno de 5% do seu valor anual, as oscilações mensais fluem de 83,2 mm (julho) a 135,2 mm (dezembro). A EVR anual foi de 972,7 mm e suas variabilidades inter meses fluem de 47,7 mm (novembro) a 130,5 mm (maio). Os índices térmicos fluem de 22,9°C (junho) a 26,0°C (janeiro/fevereiro) tal variabilidade está em acordo com o estudo do IPCC (2017); IPCC (2022) e Medeiros (2018).

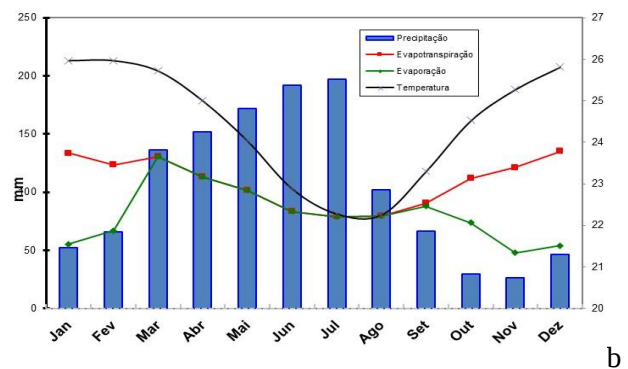


Figura 23 – Gráfico do balanço hídrico do município de Vitoria de Santo Antônio com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Figura 24a tem-se o demonstrativo do gráfico do BH para o município de Sanharó (PE) com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018, onde se registrou deficiências hídricas moderadas a altas nos meses de agosto a fevereiro e maio, as retiradas de água ocorreram de agosto a janeiro, as chuvas registradas não foram suficientes para ocasionarem reposição e excedentes hídricos, onde os bloqueios atmosféricos predominaram reduzindo a nebulosidade, o transporte de vapor e umidade deixando o tempo parcialmente nublado

com chuvas isoladas e de baixa magnitude e intensidade (IPCC 2021); IPCC (2022).

A temperatura anual de 21,7°C e suas oscilações fluindo de 19,2°C (julho) a 23,5°C (janeiro), estas variabilidades térmicas auxiliaram os índices de ETP/EVR a terem acréscimos superiores aos índices pluviométricos nos meses de agosto a janeiro e reduções entre março a junho, os meses de fevereiro a julho registram os maiores índices pluviométricos e de agosto a novembro os menores índices (Figura 24b).

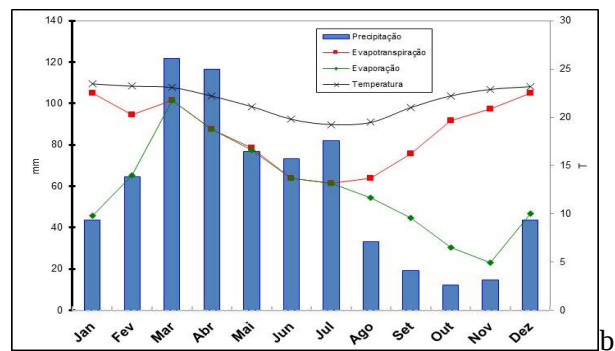
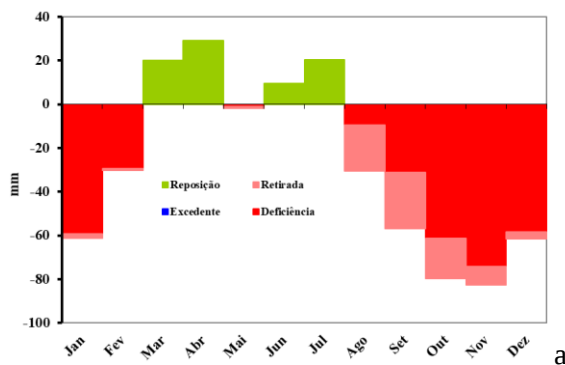


Figura 24 – Gráfico do balanço hídrico do município de Sanharó com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

São Caitano com altitude de 639 metros recebe contribuições dos ventos de barlavento e dos movimentos verticais descendentes deixando o tempo parcialmente nublado com chuvas esparsas sem ocasionar excedentes hídricos. As variabilidades nas deficiências, retiradas da água no solo e suas reposições foram ocasionadas pelos sistemas de bloqueios, transporte de umidade e vapor d'água, influenciado pela baixa cobertura de nuvem e alta incidência de insolação (MARENGO et al 2011); IPCC (2023) (Figura 25a).

A precipitação anual de 565,5 mm e seu valor máximo registrado em abril com 102,4 mm e seu mínimo em outubro/novembro com 10,1 mm, seus meses seco ocorrem de agosto a dezembro e

os meses chuvosos entre abril e julho, os fatores provocadores de chuvas nesta região foram contribuições dos vórtices ciclones, pulso da zona de convergência intertropical, formação de linha de instabilidade e aglomerado convectivos, ocasionado chuvas moderadas a forte em intervalo regular de chuvas.

As oscilações térmicas fluem de 19,7°C (julho) a 23,9°C (janeiro) com média anual de 22,2°C, estas flutuações térmicas contribuem para os acréscimos dos poderes evaporativos e evapotranspirativos da região de acordo com a figura 25b. Os estudos de Marengo et al (2022); IPCC (2022); IPCC (2021) e Medeiros (2018) corroboram com as discussões.

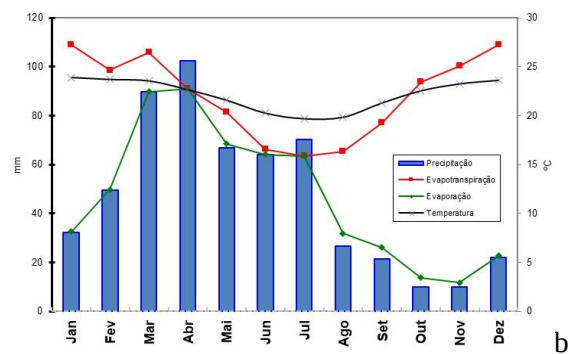
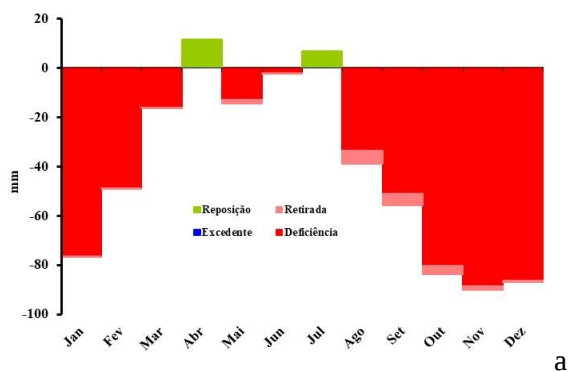


Figura 25 – Gráfico do balanço hídrico do município de São Caitano com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

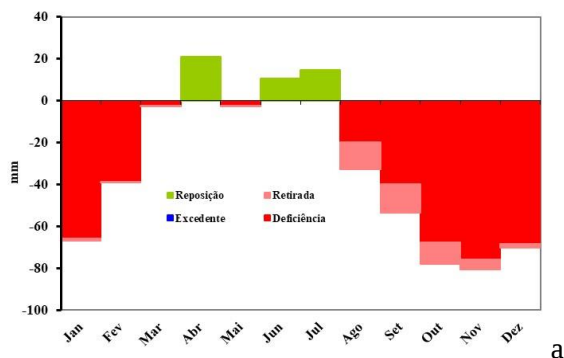
Os meses de abril, junho e julho registrou reposição de água no solo ocasionadas por chuvas moderadas e extremas de curtos intervalos de tempo. As deficiências hídricas foram registradas nos meses de agosto a março e maio provocadas pelas ausências dos sistemas de meso e microescala local e regional, assim como as retiradas das águas

do solo (Figura 26a), resultados similares foram detectados em Medeiros (2018).

A precipitação anual do período de estudo é de 674,0 mm e suas flutuações oscilam de 15,8 mm (outubro) a 112,0 mm (abril), os meses chuvosos ocorrem de março a julho e os meses seco de agosto a outubro, seu principal sistema

provocador de chuva são formação de linha de instabilidade, aglomerados convectivos e os sistemas de meso e microescala seguidamente dos efeitos locais e regionais (Figura 26b).

A ETP anual é de 1024,8 mm seu pico de mínima evapotranspiração ocorre no mês de julho com 63,0 mm o pico de máximo ocorrem em dezembro/janeiro com 108 mm, entre março e julho a ETP iguala-se a EVR, registra acréscimo de agosto a janeiro e redução de maio a julho. Evapotranspiradas praticamente uma vez e meio o valor da precipitação.



A EVR anual é igual ao índice pluviométrico, os meses de janeiro, fevereiro, março, junho e julho os índices de EVR foram inferiores a precipitação, os meses de abril, agosto a dezembro a EVR supera os índices pluviométricos, seu pico de máximo centra-se em março e o de mínima em outubro.

A temperatura fluiu de 19,6°C (julho) a 23,8°C (janeiro) com temperatura anual de 22,1°C. De agosto a janeiro os índices térmicos tem acréscimo e de abril a julho registra-se suas reduções. Tais variabilidades nos elementos em estudos apresentam similaridades e corroboram com os estudos de Marengo et al (2011); França et al (2021); Medeiros (2018) e IPCC (2023).

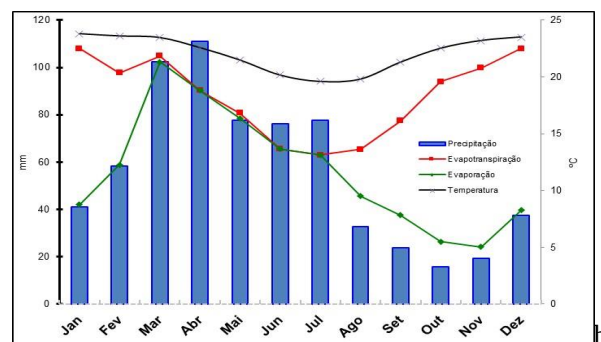


Figura 26 – Gráfico do balanço hídrico do município de São Bento do Una com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

No município de Tacaimbó (PE) registra-se predominância dos sistemas de bloqueios, ausência de umidade e vapor d'água onde registrou-se deficiências hídricas moderada a forte, seguidamente de retiradas água, a reposição d'água foram ocasionadas por chuvas isoladas e de magnitudes e intensidades moderadas em curto intervalo de tempo (Figura 27a).

Os gráficos da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura estão representados na Figura 27b para o município de Tacaimbó (PE). Com precipitação anual de 616,4

mm e suas flutuações entre meses oscilando de 11,3 mm (outubro) a 108,2 (julho), o valor da ETP praticamente corresponde a uma vez e meio evaporadas do valor pluviométrico, suas oscilações fluem de 64,2 mm (agosto) a 110,6 mm (dez), o valor da EVR anual é igual ao pluviométrico, as flutuações inter mensais da EVR ocorrem de 17,6 mm (outubro) a 99,0 mm (maio). Com temperatura anual de 22,3°C e suas oscilações térmicas fluindo de 19,9°C em julho a 23,8°C em dezembro/janeiro. Resultados que corroboram com as discussões pode ser visto nas afirmações do IPCC (2021) e IPCC (2023).

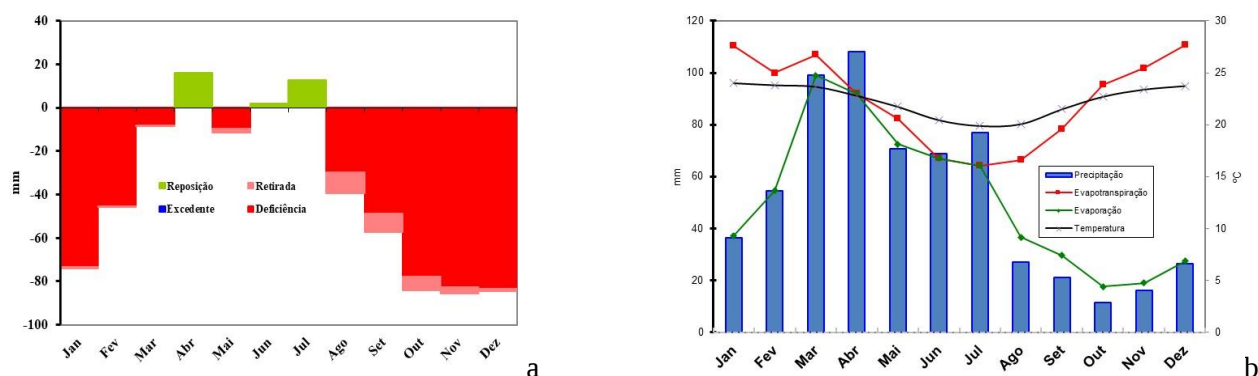


Figura 27 – Gráfico do balanço hídrico do município de Tacaimbó com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024)

Com predominância de deficiências hídricas fortes nos meses de maio a março, ocasionado pelos bloqueios atmosféricos, ausência das formações de linhas de instabilidades e das formações dos aglomerados convectivos, falta do transporte de umidade e vapor d'água, onde deixou o tempo parcialmente nublado com chuvas isoladas, as retiradas das águas do solo ocorreram de maio a novembro nos demais meses o solo estava completamente seco, uma pequena reposição de água no solo ocasionada por chuva extrema de alta magnitude e curto intervalo de tempo (Figura 28a).

Na figura 28b tem-se as flutuações inter mensais dos elementos precipitação,

evapotranspiração, evaporação e temperatura. Os índices pluviais e evaporativos anuais foram iguais, destaca-se as variabilidades inter mensais que praticamente foram as mesmas para os dois elementos em estudo. A ETP anual de 1075,5 mm e suas oscilações mensais fluindo de 64,8 mm (julho) a 106,1 mm (maio). As oscilações térmicas fluíram de 19,9°C (julho) a 24,0°C (janeiro).

Ab'Saber (2003) afirmou que as classes climáticas, adicionadas às particularidades pedológicas e aos aspectos socioeconômicos, causam constantemente ocorrências de crise e incidente hídrico, determinadas pelas insuficiências pluviais no campo natural do Brasil.

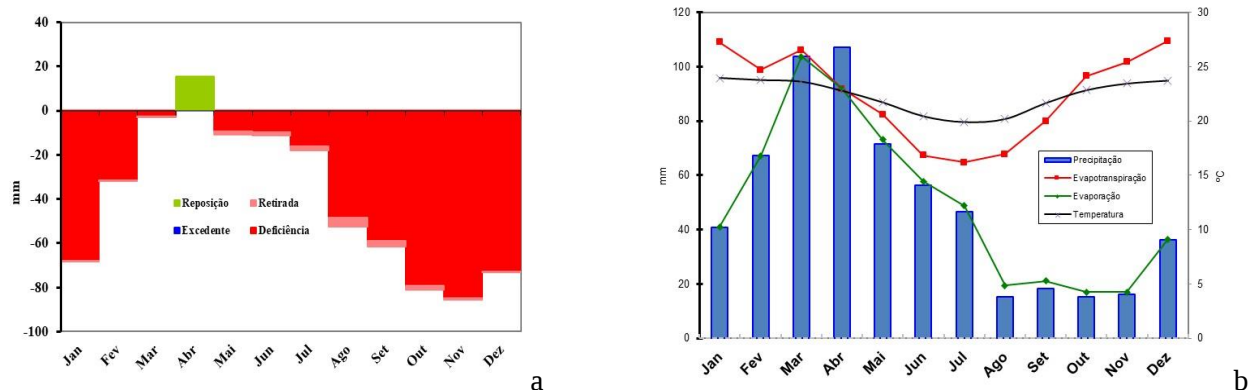


Figura 28 – Gráfico do balanço hídrico do município de Venturosa com CAD de 100 mm no período de 1962 e 2018 (a), gráfico da precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura (b).Fonte: Medeiros (2024).

Conclusão

O diagnóstico representa a potencialidade da área, em marcos de clima, recursos hídricos e das necessidades de água para as atividades

socioeconômica, idealizadas através do balanço hídrico.

As flutuações nas altitudes e a latitude municipais que formam a bacia hidrográfica do Rio

Ipojuca são os meios fisiográficas que melhor explicam a variação da temperatura mensal e anual na área estudada.

Salienta-se que nas áreas de maiores altitudes as condições naturais são propícias para a vegetação nativa e para o desenvolvimento das atividades agrícolas.

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.

Os municípios com maiores altitudes proporcionam condições de melhores desenvolveres natural da vegetação seguidamente de maior potencial para o desenvolvimento das atividades agrícolas, quando comparadas com os municípios de menores altitudes.

Observou-se alteração acentuada entre as condições climáticas de municípios com altitudes elevadas e reduzidas na área da bacia, com destaque para os déficits hídricos e as elevadas temperaturas.

Contestações marcantes dentre as variabilidades climáticas nos municípios de maiores e menores altitudes foram registradas nos déficits hídricos e nas oscilações térmicas intermunicipais.

Referencias

- Ab'Saber, A. N. (2003). Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial.
- 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*, 22 (6), 711–728.
- 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 (1), 79–90. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v06.1.p079-09>
- Araújo Junior, G. N., Gomes, F. T., Silva, N. J., Jardim, A. M. F. R., Simões, V. J. L. P., Izidro, J. L. P. S., Leite, M. L. M. V., Teixeira, V. I., & Silva, T. G. F. S. (2018). Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. *Pubvet*, 13, 148.

Tendo-se em vista os quadros das mudanças climáticas em atuações onde os produtos não tem controle, e em se tratando de uma área com ocorrências de períodos de seca prolongada e chuvas irregulares as quais podem a vim comprometer drasticamente diversas culturas tradicionais, conclui-se que para assegurar melhor rendimento nos desenvolvimentos das culturas, obtendo mais perfeito produtividade, e garantir que as plantas tenham aperfeiçoos e condições para desempenhar seu potencial gerando maior economia e segurança ao produtor de sequeiro e familiar, o estudo do balanço hídrico, são ferramentas que podem contribuir para o incremento das culturas, de forma a garantir o uso racional e eficiente da água.

Os resultados encontrados na área de estudo foram suficientemente examinados em relação aos totais pluviais, confirmando a variabilidade climática regional que delimita uma estação seca e outra chuvosa. As flutuações térmicas demonstram incrementos para as oscilações mínimas e máximas. Supõe-se que a modulação desses resultados decorreu de características da escala regional e local, com a contribuição das influências urbana e da vegetação nas baixas altitudes.

- APAC – Agência de água e clima do Estado de Pernambuco. (2021).
- Baldisera, R. S., & Dallacort, R. (2017). Influência das variáveis climáticas declinação solar, fotoperíodo e irradiação no topo da atmosfera em regiões agricultáveis do Brasil. *Revista de Ciências Agroambientais*, 15 (2).
- Barbosa, A. H. S., Neto, I. A., Medeiros, D. S. C., Sousa, F. H. N., Medeiros, F. H. F., Soares, I. A., Fernandes, I. R. D., Santos, J. R. T., & Carvalho, R. G. (2016). Caracterização e potencial de uso das trilhas turísticas do município de Portalegre - RN. In R. G. Carvalho & S. R. M. Medeiros (Orgs.), *Meio ambiente e desenvolvimento sustentável na região serrana de Martins e Portalegre, Rio Grande do Norte* (pp. 1-234). Mossoró: UERN.
- 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.
<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.59513>
- 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), 140–147.
- Cavalcanti, E. P., & Silva, E. D. V. (1994). Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In *Anais do 8º Congresso Brasileiro de Meteorologia* (Vol. 1, pp. 154–157). Belo Horizonte: SBMET.
- Coelho, C. A. S., Cardoso, D. H. F., & Firpo, M. A. F. (2016). A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. *Revista Climanalise*, edição comemorativa de 30 anos, 55–61.
- Conti, J. B. (2008). O conceito de desertificação. *Climatologia e Estudos da Paisagem*, 3 (2), 39–52.
- Correia, R. C., Kiill, L. H. P., Moura, M. S. B., Cunha, T. J. F., Jesus Junior, L. A., & Araujo, J. L. P. (2011). A região semiárida brasileira. Petrolina: EMBRAPA Semiárido.
- Dantas, A. A. A., Carvalho, L. G., & Ferreira, E. (2007). Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (6), 1862–1866.
- França, M. V., & Medeiros, R. M. (2020). Aptidão climática do sorgo como suporte alimentar a avicultura de São Bento Una-Pernambuco, Brasil. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 8 (4), 275–283. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n4.ranca>
- Galvani, E. (2008). Estudo comparativo dos elementos do balanço hídrico climatológico para duas cidades do Estado de São Paulo e para Paris. *Confins* (Paris) (4). <https://doi.org/10.4000/confins.4733>
- Gomes, F. I. B. P., & Zanella, M. E. (2023). Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. *Geografica*, 37, 1–21
- Holanda, R. M., & Medeiros, R. M. (2019a). Oscilações da temperatura e umidade relativa do ar em Recife – PE. In *Terra – Habitats Urbanos e Rurais* (1a ed., Vol. 2, pp. 2513–2523). Ituiutaba, MG: Barlavento.
- Holanda, R. M., & Medeiros, R. M. (2019b). Classificação climática pelo método de Köppen e Thornthwaite em Bom Jesus do Piauí, Brasil. *Pantaneira*, 16, 57–68.
- Horikshi, A. S., & Fisch, G. (2007). Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, 2 (2), 33–46. <http://www.ambiagua.net/seer/index.php/ambiagua/article/view/55>
- Lima, F. J. A. L., Alvalá, R. C. S., & Marengo, J. A. (2016). Escassez hídrica e impacto na agricultura do Nordeste do Brasil durante 2012–2015. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(2), 268–284. <https://doi.org/10.1590/0102-778631220150070>
- Medeiros, S. S., & Araújo, J. C. (2014). Monitoramento hidrológico de pequenas bacias no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 19(1), 243–252.
- Mendonça, F., & Danni-Oliveira, I. M. (2007). *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Moura, M. S. B., Araújo, M. S. B., & Lopes, P. M. O. (2007). Impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(2), 138–145.
- Nimer, E. (1979). *Climatologia do Brasil*. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.
- Pereira, A. R., & Angelocci, L. R. (2002). *Meteorologia agrícola: fundamentos e aplicações*. Piracicaba: FEALQ.
- Pereira, S. B., Souza, R. O., & Holanda, R. M. (2018). Variabilidade climática e desertificação: Uma análise da caatinga no sertão nordestino. *GeoTextos*, 14(2), 66–85.
- Silva, V. P. R. (2004). Rainfall variability in the semi-arid region of Brazil and its effects on water resources. *Journal of Arid Environments*, 58(4), 575–596.
- Silva, T. G. F., Moura, M. S. B., & Zolnier, S. (2015). *Estresses ambientais em plantas no semiárido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semiárido.
- Souza, J. P., Lima, P. B., & Ferreira, D. N. (2021). A resiliência das comunidades rurais do Nordeste frente à seca: Uma análise comparativa entre municípios. *Cadernos de Geografia*, 27(55), 27–41.
- Teixeira, A. H. C. (2010). Determinação da evapotranspiração de referência e da eficiência no uso da água por diferentes métodos na caatinga. *Engenharia Agrícola*, 30(2), 176–186.

Viana, E. B., Carvalho, L. G., & Oliveira, L. F. C. (2014). Análise de chuvas intensas e eventos extremos no estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(3), 351–361.

Viana, D. R., & Souza, R. P. (2016). O uso de recursos hídricos e seus desafios no contexto do semiárido brasileiro. *Revista de Ciências Ambientais*, 10(2), 57–72.