WILLIAM MORRIS DAVIS
Revista de Geomorfologia

ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA DAS SERRAS SECAS DO NOROESTE CEARENSE: POTENCIALIDADES NATURAIS DO SEMIÁRIDO

MOISÉS FERNANDES MATOS
Doutorando, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA
Email: moisesfernandes215@gmail.com ORCID: https://orcid.org/8888-0074-8000-0000

ISORLANDA CARACRISTI
Doutora e Professora, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA
Email: isorlanda_caracristi@uvanet.br ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2390-6417

Recebido:02/26 Avaliado:05/26 Publicado:06/26

RESUMO
O presente artigo analisa as condições hidroclimáticas das serras secas da Timbaúba, são Joaquim e Dom Simão, localizadas no noroeste do estado do Ceará, no contexto da Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Ibiapaba. Tendo como objetivo compreender as potencialidades hidrológicas e climáticas dessas formações serranas inseridas no Semiárido brasileiro, destacando sua relevância ambiental e seu papel na regulação hidroclimáticas regional. Além de contribuir para o debate acerca da conservação ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais presentes nessas áreas. A metodologia teve como base a integração de dados hidrológicos e climatológicos com uso de técnicas de geoprocessamento e análise espacial. Foram utilizados dados pluviométricos referentes ao período de 2004 a 2024, obtidas em sete estações meteorológicas da FUNCEME. As informações foram organizadas em climogramas contendo medias mensais de precipitação e estimativas de temperatura a partir do software Celina 1.0. As bases cartográficas foram processadas em ambiente SIG, por meio do software QGIS 3.40, possibilitando o mapeamento da rede de drenagem e da distribuição pluviométrica. Também foram realizados trabalhos de campo para observação direta e registro fotográficos das características ambientais. Os resultados indicam que essas serras apresentam condições hidroclimáticas diferenciadas em relação à depressão sertaneja adjacente, favorecendo a maior disponibilidade hídricas local, atuando como áreas de recarga e regulação dos sistemas de drenagem, o que evidencia sua importância para a manutenção dos recursos hídricos e da sustentabilidade ambiental regional.
Palavras-chave: Hidroclimátologia. Serras Secas. Semiárido Cearense.

HYDROCLIMATIC ANALYSIS OF THE DRY MOUNTAIN RANGES OF NORTHWESTERN CEARÁ: NATURAL POTENTIAL OF THE SEMIARID REGION

ABSTRACT
This article analyzes the hydroclimatic conditions of the dry mountain ranges of Timbaúba, São Joaquim, and Dom Simão, located in the northwest of the state of Ceará, within the context of the Serra da Ibiapaba Environmental Protection Area (APA). Its objective is to understand the hydrological and climatic potential of these mountain formations within the Brazilian Semi-arid region, highlighting their environmental relevance and their role in regional hydroclimatic regulation. It also aims to contribute to the debate on environmental conservation and the sustainable use of natural resources present in these areas. The methodology was based on the integration of hydrological and climatological data using geoprocessing techniques and spatial analysis. Rainfall data from 2004 to 2024, obtained from seven meteorological stations of FUNCEME, were used. The information was organized into climographs containing monthly average precipitation and temperature estimates using the Celina 1.0 software. The cartographic bases were processed in a GIS environment, using QGIS 3.40 software, enabling the mapping of the drainage network and rainfall distribution. Fieldwork was also carried out for direct observation and photographic recording of environmental characteristics. The results indicate that these mountain ranges present differentiated hydroclimatic conditions in relation to the adjacent Sertaneja depression, favoring greater local water availability, acting as recharge and regulation areas for drainage systems, highlighting their importance for the maintenance of water resources and regional environmental sustainability.
Keywords: Hydroclimatology. Dry Mountain Ranges. Ceará Semi-arid Region.

INTRODUÇÃO

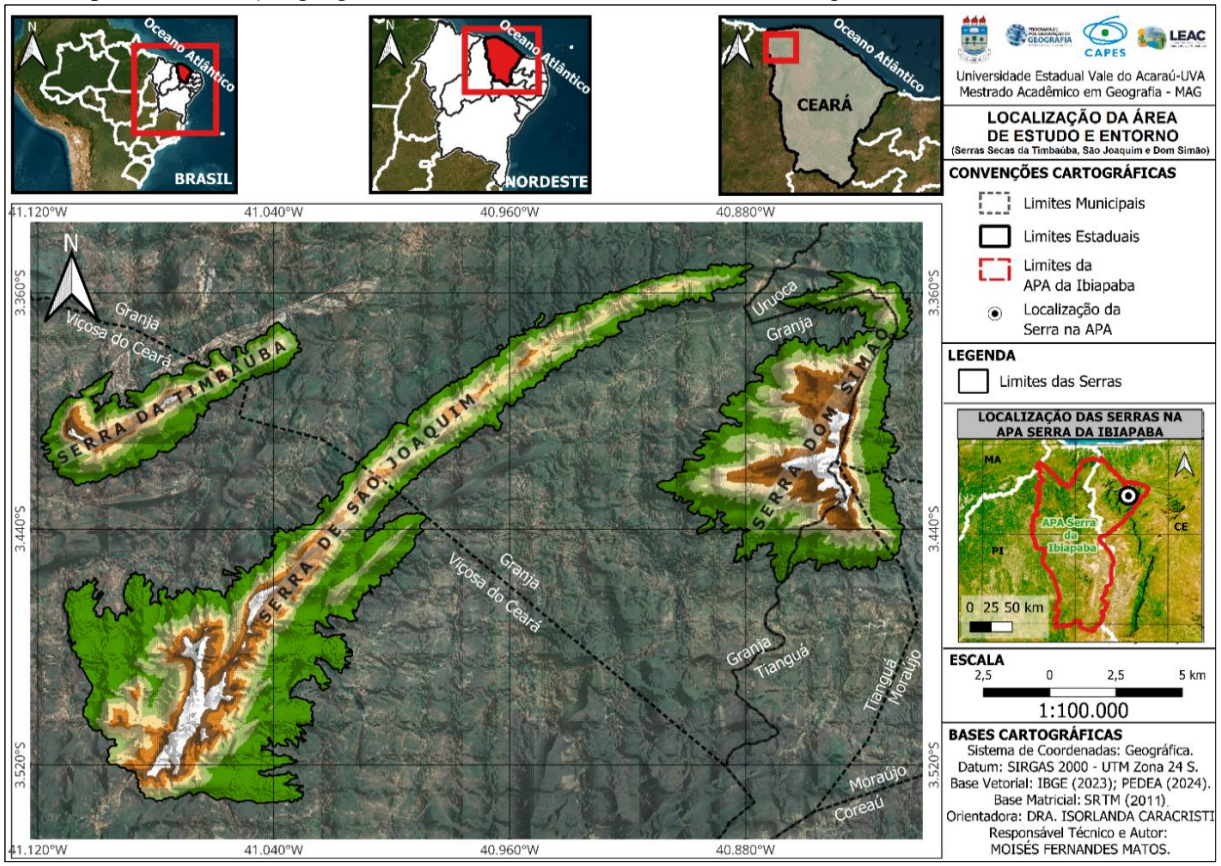
As serras secas do noroeste cearense, comtempladas na presente pesquisa, estão vinculadas às formações geomorfológicas das serras da Timbaúba, São Joaquim e Dom Simão, situadas no setor setentrional da serra da Ibiapaba, integrando a Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Ibiapaba, a qual se estende entre os estados do Piauí e Ceará (Mapa 01). As chamadas "serras secas" compreendem altitudes que podem variar de 550 m a pouco mais de 700 m, e representam áreas que ainda possuem aspectos geoambientais parcialmente preservados em relação às áreas de maior predominância, no caso a depressão sertaneja (COSTA, 2015). Constituem-se importantes refúgios da fauna e redutos da flora típicos da caatinga arbórea e da mata seca, sendo condicionantes dos sistemas hidroclimáticos locais (FREIRE; CARACRISTI, 2020).

A dinâmica hidroclimática de uma determinada área, está associada principalmente a dois aspectos ambientais distintos, mas que se complementam, a hidrologia e a climatologia enquanto agentes ambientais dinâmicos. O aspecto hidrológico associa-se à investigação e ao estudo das águas superficiais e subterrâneas do planeta, relacionados aos sistemas hídricos, como sua distribuição, movimentação e características físicas e químicas, além de suas interações com o ambiente (GUEDES, 2021). Já a climatologia, enquanto parte integrante da Geografia, concentra suas atenções na superfície do planeta, onde ocorre a dinâmica resultante dos processos atmosféricos, geomorfológicos, hidrológicos e biológicos, onde os humanos, ao vivenciar interações sociais, produz e organiza o seu espaço (CONTI, 2001).

No Nordeste brasileiro, os impactos em termos de degradação ambiental, historicamente advém do uso inadequado dos solos, associados principalmente às atividades da agricultura e pecuária, sobretudo por se tratar de uma região de clima semiárido, que possui baixos índices pluviométricos em quase oito meses do ano e grande extensão de solos rasos, fatores que amplificam a vulnerabilidade ambiental dessa região às referidas atividades que promovem intenso desmatamento. A depender dos tipos de uso e ocupação associados às condições climático-ambientais, podem gerar alterações negativas na dinâmica natural de uma determinada área, resultando em processos de degradação dos componentes naturais, o que inclui os recursos hídricos.

Atividades como o extrativismo vegetal (extração de madeira para queima em olarias e padarias), mineral (extração de areias fluviais, calcário e granito para construção civil etc.), sobrepastoreio de pastagens e/ou cultivo agrícola (compactação e exposição dos solos a erosão) entre outras atividades, como queimadas (criminosas ou oriundas de manejos inadequados), possuem um caráter degradador, pois, na maior parte dos casos, utilizam-se de métodos de exploração agressivos, imergindo em uma condição de rápido esgotamento dos recursos naturais, gerando, assim, a degradação dos ecossistemas que, por sua vez, já vem sendo impactados pelas mudanças climáticas (SÁ; ANGELOTTI, 2009).

Mapa 1 - Localização geográfica das serras secas da Timbaúba, São Joaquim, Dom Simão e entorno.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Nas áreas de serras em geral, os usos do solo e da vegetação, ocorrem em função dos seus potenciais de fertilidade natural e de sua riqueza vegetal, resultando em um conjunto de atividades com alto nível de exploração ecologicamente incorreta, que geram forte degradação dos recursos ambientais, como do solo e dos recursos hídricos, gerando perda da biodiversidade (fauna e flora) disposta nessas áreas de exceção. Nesse sentido, o referido artigo tem como objetivo apresentar as condições hidroclimáticas das serras secas da Timbaúba, São Joaquim, Dom Simão e entorno, a fim de demostrar suas potencialidades hidrológicas e climáticas sob o viés conservacionista, sobretudo por estarem situadas em uma área de APA de uso sustentável, onde se compreende que as formas de exploração dos recursos naturais necessitam de manejos adequados, objetivando a preservação de remanescentes naturais associados a essa região.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise dos aspectos hidroclimáticos, fundamentou-se na integração de dados hidrológicos e climatológicos com uso de técnicas de geoprocessamento e analise espacial. Foram utilizados dados pluviométricos históricos registrados entre 2004 e 2024, das estações meteorológicas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), dispostas na região da área de estudo, com um total de sete estações, sendo as seguintes: Pessoa Anta; Adrianópolis; Timonha; Viçosa do Ceará; Manhoso; Tabainha; e Campanário.

Os dados foram organizados, sistematizados e dispostos em climogramas com disposição das médias mensais pluviométrica e médias de temperatura obtidas por meio do *software* Celina 1.0 (2007), onde se utilizada coordenadas de localização das estações

meteorológicas da FUNCEME e suas respectivas altitudes, para que software realize as estimativas de temperaturas.

Para a realização da caracterização hidrológica, foram empregadas bases cartográficas vetoriais disponibilizadas por órgão oficiais, como o Plataforma Estadual de Dados Espaciais Ambientais do Ceará (PEDEA-CE), que reuni o arcabouço de bases cartográficas da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), bem como de outros órgãos como IPECE, FUNCEME etc. E bases matriciais RSTM (2011), disponíveis no repositório do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A partir dessas bases, elaborou-se o mapeamento do sistema hidrológicos, com destaque para as sub-bacias hidrográficas, os rios principais, a distribuição espacial dos cursos d'água e a disposição de nascentes e drenagens intermitentes associadas às serras e entorno. O processamento cartográfico foi realizado em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o *software* QGIS 3.40, permitindo a sobreposição de dados hidrológico e sombreamento, destacando a rede hidrológica e sua disposição nas áreas de serras, de forma a evidenciar relações entre relevo, drenagem e disponibilidade hídrica.

Complementarmente, o mapa pluviométrico da área de estudo e entorno, foi elaborado a partir da interpolação espacial dos dados pluviométricos descritos no primeiro parágrafo desta seção, demostrando a distribuição pluviométricos e seus respectivos quantitativos. Os produtos cartográficos anexados a este trabalho, possibilitaram a interpretação integrada das condições hidroclimáticas locais, evidenciando a diferenciação climática promovida pelas serras em relação a maior parte do território cearense. Associado à produção cartográfica e às análises descritas, foi realizado trabalhos de campo, objetivando a verificação dos aspectos hidrológicos e ambientais da área de estudo, bem como a realização de registros fotográficos. A análise conjunta dos aspectos hidrológicos e climáticos contribuem para compreender o papel das serras da Timbaúba, São Joaquim e Dom Simão, enquanto unidades de paisagem estratégicas para a regulação hidroclimática e maior resiliência hídrica no contexto do Semiárido cearense.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em termos hidrogeográfico, os comitês de bacias e sub-bacias hidrográficas no estado do Ceará, foram sendo implantados ao longo dos anos. Conforme a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH (2025), o primeiro Comitê de Bacia do Curu foi o primeiro (8.750,75 km^2), formulado em 1997, com 50 membros e atuação em 15 municípios; No ano de 1999, foi criado os comitês do Baixo Jaguaribe (15.085 km^2), com 46 membros e atuação em 9 municípios, e Médio Jaguaribe (10.509 km^2), com 30 membros e atuação em 13 municípios; em 2002, foram formulados mais três comitês, do Banabuiú (19.316 km^2), com 48 membros e atuação em 15 municípios, do alto Jaguaribe (24.636 km^2), com 40 membros e abrangência em 24 municípios, e do Salgado (12.865 km^2), com 60 membros e abrangência em 31 municípios; em 2003, foi instalado o comitê das Bacias Metropolitanas (15.085 km^2), com 60 membros e abrangente em 31 municípios; em 2004, foi criado o comitê de Bacia do Acaraú (14.416 km^2), com 40 membros e atuação em 28 municípios; em 2006, foram criados os comitês do Litoral (8.472,77 km^2), com 40 membros e abrangência de 13 municípios, e do Coreaú (10.633,66 km^2), com 30 membros e atuação em 24 municípios; e mais recente, no ano de 2013, foram criados os comitês da Serra da Ibiapaba (5.987,75 km^2), com 30 membros e abrangência em 10 municípios, e dos Sertões de Crateús (10.821 km^2), com 30 membros e abrangência de 9 municípios.

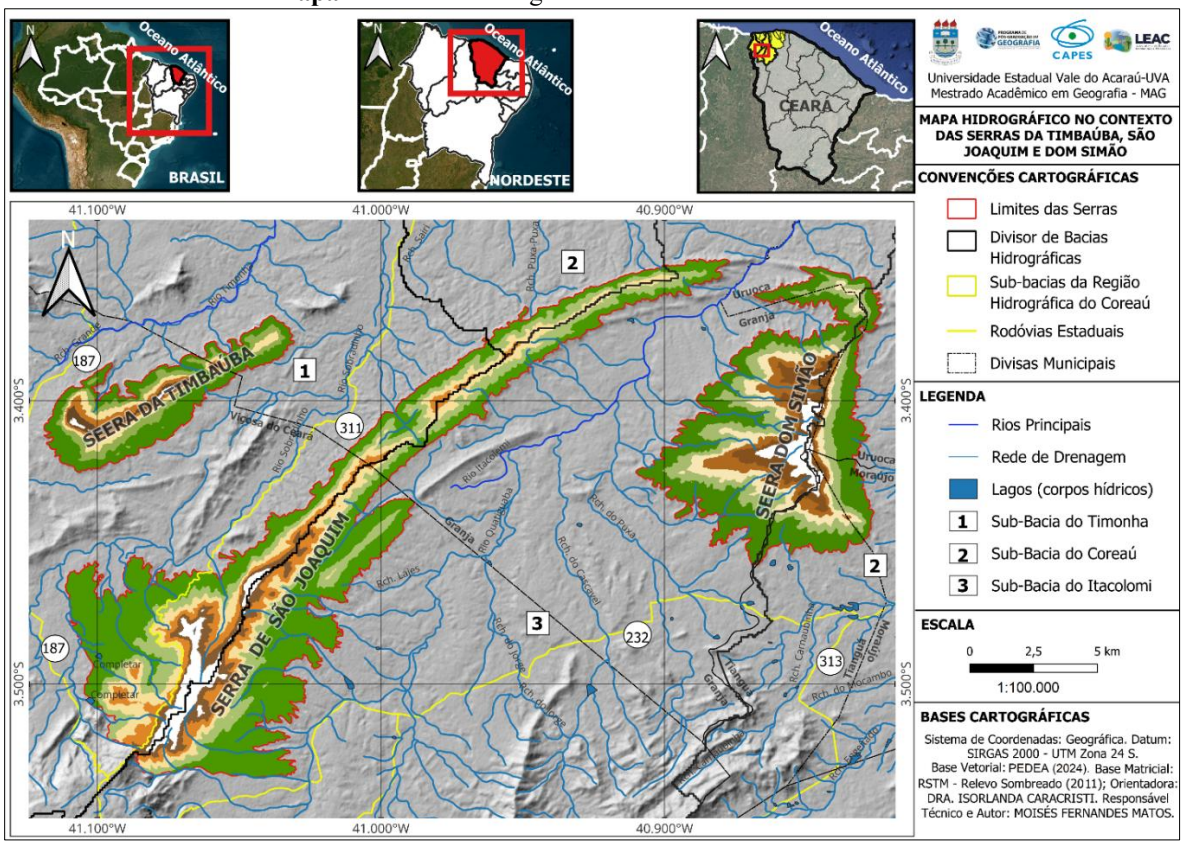
Destaca-se a Bacia do Coreaú, onde em seu setor oeste está localizado a área de estudo (serras da Timbaúba, São Joaquim e Dom Simão). Trata-se de uma área que representa cerca de 7% do território cearense, e inclui as sub-bacias do rio Forquilha, Jaguarapari, Lago Seco,

Mourão, Pesqueiro, Poeira, Corrente Laranja, Prata, Tapuiu, Timonha, Itacolomi e Coreaú, sendo este último o rio principal da bacia. O conjunto dessas sub-bacias, totalizam aproximadamente 299,24 milhões de metros cúbicos distribuídos em 10 açudes públicos gerenciados pela COGERH (SRH, 2025).

No contexto das serras da Timbaúba, São Joaquim e Dom Simão (área de estudo), as sub-bacias que integram a referida área, referem-se aos rios Timonha, Itacolomi e Coreaú, conforme se observa na representação cartográfica do sistema hidrográfico presente no Mapa 02.

A sub-bacia do Timonha tem aproximadamente 1.873,16 km^2 de extensão, apresentando um padrão de drenagem subdendrídico, formado pelo rio Timonha e por uma parcela do rio Ubatuba contido em terreno cearense – seu principal afluente é o rio Timonha – que nasce na serra da Pindauba, presente na porção setentrional do Planalto da Ibiapaba (Viçosa do Ceará), com um relevo de características mais irregulares e elevado a montante, tornando-se gradualmente suavizado à jusante até chegar na planície fluviomarinha, onde desagua no Oceano Atlântico (CEARA, 2022).

Mapa 2 - Sistema hidrográfico da área de estudo e entorno.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O canal principal da referida sub-bacia é perenizado pelo Açude Itaúna, que fica a 43 km a montante de sua foz (DIAS, 2005). O reservatório possui capacidade total estimada em 72,4 hm^3 (72.400.000 m^3), e atualmente, encontra-se com um volume de aproximadamente 70,62 hm^3 (70.620.000 m^3), o que corresponde a aproximadamente 97,54% de sua capacidade máxima. Localizado sob a cota de 32,40 m, apresenta uma vazão de perenização em torno de 101 L/s (SRH, 2025). No contexto da sub-bacia do Timonha, insere-se a serra da Timbaúba

(21,76 km^2), estando localizada em sua porção sudeste, entre os municípios de Viçosa do Ceará e Granja.

No caso da sub-bacia do Coreaú, a mesma possui uma área de drenagem de aproximadamente 3.376,10 km^2, apresentando um "padrão de drenagem transitando de dendrítico ao paralelo" (OLIVEIRA at. al., 2021, p. 01). A presente sub-bacia é formada pelo rio Coreaú, que se constitui o seu canal principal, o qual tem "suas principais nascentes localizadas no planalto da Ibiapaba e nas serras do Carnutim e Meruoca (CAVALCANTE; SILVA; BASTOS; CORDEIRO, 2024, p. 06). Sua área abrange os municípios Meruoca, Alcântaras, Sobral, Massapê, Uruoca, Moraújo, Martinópole, Senador Sá, Mucambo, Ibiapina, Ubajara, Tianguá, Granja e Camocim, onde encontra-se sua foz, desaguando no Oceano Atlântico.

Trata-se de uma área que apresenta heterogeneidade de feições em seu relevo, apresentando elevações em seu setor sudoeste e sudeste (a montante), e em seu setor central até sua foz (a jusante) apresenta suavização em seu relevo. O canal principal da sub-bacia do Coreaú é intermitente, contudo, em seu baixo curso é perenizado pelo Açude Gangorra. O referido reservatório possui capacidade total estimada em 54,4 hm^3 (54.400.000 m^3), e atualmente, encontra-se com um volume de aproximadamente 52,45 hm^3 (52.450.000 m^3), o que corresponde a aproximadamente 96,41% de sua capacidade máxima. Localizado sob a cota de 37,84 m, atualmente apresenta uma vazão de perenização 0,0 L/s, em geral, no período pós estação chuvosa a vazão pode ser interrompida por ainda haver vazão natural do canal principal (SRH, 2025).

No contexto da sub-bacia do Coreaú, insere-se parte das áreas delimitadas das serras de São Joaquim na porção a nordeste e Dom Simão em toda sua porção leste, entre os municípios de Granja, Tianguá, Moraújo e Uruoca.

Já a sub-bacia do Itacolomi, possui uma área de aproximadamente 1.052,94 km^2, apresentando um padrão de drenagem predominante do tipo dendrítico (CAVALCANTE; BASTOS; CORDEIRO, 2020), abrangendo parcialmente os municípios os municípios de Tianguá, Viçosa do Ceará, Granja e Uruoca. A referida sub-bacia tem suas principais nascentes no planalto da Ibiapaba (Viçosa do Ceará e Tianguá), apresentando as seguintes altimetrias: 430 a 930 m (alto curso); 430 a 130 m (médio curso); e 130 a 30 m (baixo curso). Essas variações altimétricas acentuadas, de forma geral, dar-se em função das diferentes feições do relevo, como a presença das serras da Ibiapaba, São Joaquim, Dom Simão e a Planície Sertaneja.

É válido salientar que, a referida sub-bacia, em alguns trabalhos, é anexada como parte da sub-bacia do Coreaú em decorrência do seu canal principal (rio Itacolomi) desaguar no rio Coreaú, sendo um de seus principais afluentes. No entanto, segundo a SRH (2025), a sub-bacia do Itacolomi é uma das doze bacias independentes contidas na região hidrográfica do Coreaú, inclusive, com trabalhos publicados por Silva, Guimarães e Lima (2016), Lima e Guimarães (2020), entre outros. Na área da bacia não se encontra açudes de contenção, apenas a presença de alguns lagos. A serra de São Joaquim possui todo seu setor longitudinal a sul inserido na sub-bacia, enquanto a serra Dom Simão possui todo seu setor oeste.

As nascentes que se localizam nas serras da Timbaúba, São Joaquim e Dom Simão, possuem grande relevância ambiental e hidrológica, constituindo-se áreas de recarga dos cursos fluviais que formam as sub-bacias do Timonha, Coreaú e Itacolomi, sendo as referidas serras, divisores superficiais e subterrâneos para as redes de drenagem das respectivas sub-bacias, o que contribui para a manutenção da vazão dos rios, sobretudo em períodos de estiagem. Preservar o sistema hidrológico dessas serras é estratégico, pois contribui significativamente para a sustentabilidade hídrica e ecológica, sendo necessário o entendimento da dinâmica climática que está intrinsecamente as condições hídricas da região.

Associado às condições climáticas da área de estudo, a região Nordeste do Brasil é a que possui maior diversidade de quadros naturais no contexto intertropical do território brasileiro – "dos domínios de paisagens ou de condições morfoclimáticas do Brasil intertropical", praticamente todos ocorrem na região Nordeste do Brasil, "o que singulariza o macro-espaço em relação às demais regiões brasileiras" – esse território, encontra-se sob a influência do clima Semiárido (SOUZA et. al., 1992, p. 174).

Em uma posição "marginal relativa aos ambientes de climas áridos e semiáridos tropicais e subtropicais do Globo" – os climas sertanejos do nordeste brasileiro, constitui-se exceção em relação aos climas zonais peculiares às faixas de latitude característica – "pode ser considerado um clima azonal, de expressão regional, afetando um espaço geográfico global" (SOUZA et. al., 1992, p. 175; AB'SABER, 1974).

O semiárido brasileiro, apesar de chover relativamente mais do que em outras regiões semiáridas do planeta, possui precipitação média anual máxima de 800 mm (alta variabilidade temporal e espacial) e altas taxas de luminosidade e evaporação dos corpos d'água, resultando em uma temperatura média anual de 28º e *déficit* hídrico no atendimento aos diferentes tipos de usos, possuindo um índice de aridez que varia entre 0,2 a 0,5, conforme relação entre precipitações e evapotranspiração potencial, definida pela Organização das Nações Unidas (CARACRISTI, 2000; SUDENE, 2017).

Em função do conjunto geoambiental que compõe o Semiárido brasileiro, a seca sempre se fez presente. A escassez hídrica é mais intensa no sertão semiárido, região de ocorrência de baixos índices de precipitação e solos que funcionam como uma calha em função do material cristalino que impossibilita a infiltração de volumes consideráveis de água. Essa realidade, por muitas décadas, dificultou o desenvolvimento econômico do Nordeste e trouxe um quadro preocupante em relação às condições de sobrevivência do sertanejo – as consequências da seca se manifestam de inúmeras formas, dentre as quais podemos destacar a perda de safras, aumento do desemprego rural, falta de água potável para uso humano, pelas migrações campo-cidade, entre outras formas (ZANELLA, 2014). Segundo Caracristi, (2000, p. 44)

> A relação intensidade de radiação solar - energia disponível – biodiversidade, que é diretamente proporcional quando se trata de regiões úmidas, torna-se menos direta e mais complexa quando diz respeito às regiões semiáridas, onde a deficiência hídrica é a característica preponderante [...]
>
> Associando-se todas essas características ao intenso desmatamento, verifica-se, em várias áreas, um processo de desequilíbrio além da capacidade de suporte dos vários sistemas integrantes (hidrológico, fluvial, morfológico, biológico): a degradação ambiental tendendo para o processo de desertificação.

Por essas razões, houve a necessidade de implementação de políticas públicas, e por meio delas a criação de órgão públicos que tivessem como finalidade, amenizar as consequências da falta de recursos hídricos e fomentar o desenvolvimento regional.

Nessa enorme extensão territorial possui um relevo "constituído por amplas planícies (baixadas litorâneas), por vales baixos, geralmente inferiores a 500 m na Borborema, Araripe, Ibiapaba e de 1.200 m na Diamantina", somados integram diferentes sistemas de circulação atmosférica, que fazem da "climatologia desta Região uma das mais complexas do mundo" – esse complexo climático reflete uma "extraordinária variedade climática, do ponto de vista da pluviosidade, sem igual em outras Regiões brasileiras." (NIMER, 1989, p. 315) – além dos índices de temperaturas serem predominantemente acentuados no período seco, elevando as taxas de evapotranspiração potencial.

Os principais sistemas atmosféricos atuantes e produtores das variações do clima semiárido na região Nordeste são os seguintes: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN); Linhas de Instabilidade (LI); Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs); Ondas de Leste; Brisa Marítima e Brisa Terrestre.

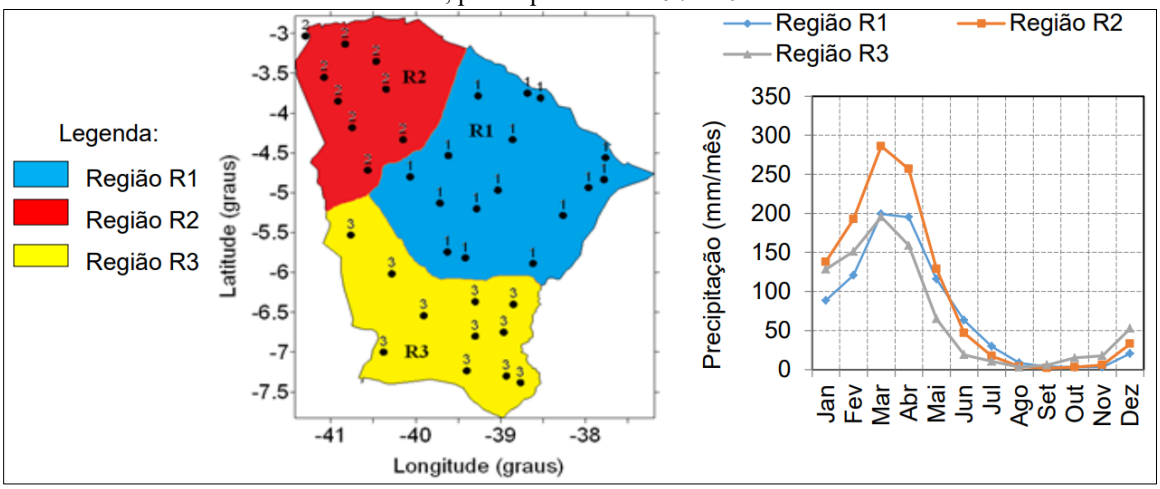
Há uma forte modulação e modificação da circulação atmosférica que atua na região, isso se dá em função dos padrões termodinâmicos sobre os oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais, as anomalias positivas e negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) determinam alterações sobre a célula de Hardley (ascendente sobre os trópicos e descendentes nas latitudes subtropicais) e célula de Walker (ascendente no Pacífico oeste e descendente no Pacífico leste), perturbando a circulação atmosférica, consequentemente deslocam as células de suas posições climatológicas, alterando a intensidade e duração do período chuvoso (FERREIRA; MELLO, 2005).

Santos (2013), ao analisar a variabilidade climática e regionalização da precipitação para o estado do Ceará, afirma que os maiores totais pluviométricos ocorrem no litoral, maciço de Baturité e na serra da Ibiapaba; e os menores ocorrem no Sertão Central e Inhamuns (centro-oeste do Estado) As precipitações em todo Ceará decorrem principalmente da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCAN. No caso dos totais de precipitação significativos no litoral e maciço de Baturité, resultam da atuação de linhas de instabilidade e de ondas de leste, atuantes nos meses de maio a agosto, no estado do Ceará (ARAÚJO JR; CARACRISTI, 2022). Os maiores totais pluviométricos ocorrem entre janeiro e maio, enquanto os menores entre julho e dezembro (MONTEIRO J. B., 2022; SANTOS, 2013).

Quanto a regionalização da precipitação, Santos (2013) identificou padrões distintos e subdividiu o estado do Ceará em três regiões homogêneas (Figura 01), descrevendo os principais sistemas atmosféricos associados a cada uma delas.

A distribuição de chuvas na região R1 está relacionada às chuvas de junho a setembro, sendo seus principais sistemas atmosféricos indutores, as ondas de leste e as linhas de instabilidade. No caso da região R3, a distribuição das chuvas nos meses de outubro a dezembro está relacionada, possivelmente, aos sistemas atmosféricos VCAN e aos sistemas frontais, que por sua vez atuam mais ativamente no sul do Estado. Já na região R2, a distribuição das chuvas está associada com a atuação da ZCIT, sendo esse sistema o principal indutor de chuvas em todo o Ceará nos meses de janeiro a maio. A região R2 é onde se encontra a área de estudo, observa-se no gráfico que nos meses de janeiro a maio, os acumulados são maiores em relação as demais regiões (SANTOS, 2013).

Figura 1 - Distribuição das regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Ceará, usando o método de Ward, para o período de 1974-2012.



Fonte: Santos (2013).

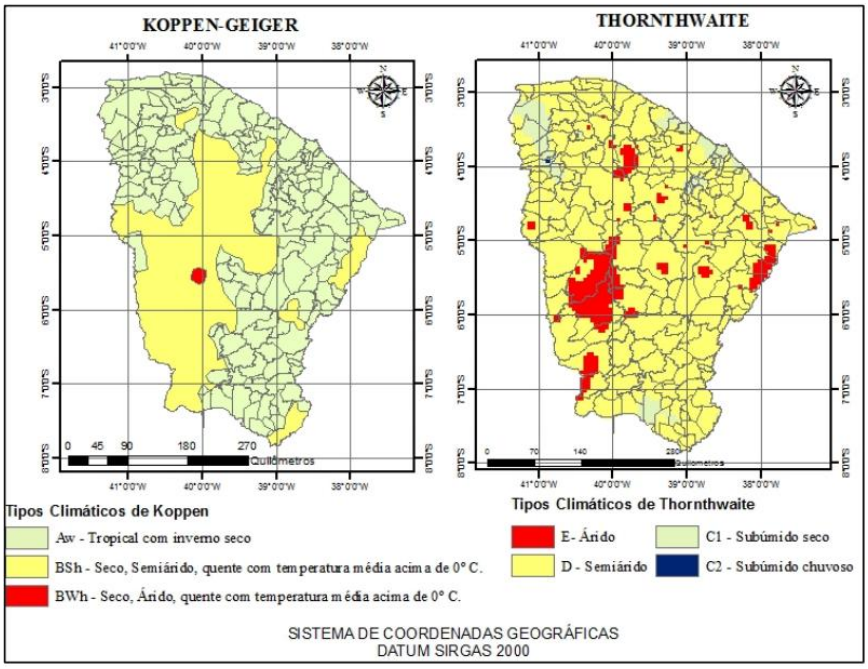
Em relação à classificação climática para o estado do Ceará, Muniz at. al. (2017), utiliza-se dos métodos de classificação de Köppen e de Thornthwaite, a partir dos dados dos postos pluviométricos da FUNCEME e de temperatura média do *Climatic Research Unit* (CRU).

Foram identificados três tipos climáticos para a classificação de Köppen (Aw, BSh e BWh) (Figura 02). O clima Tropical Inverno Seco (Aw), abrange aproximadamente 63,7% do território cearense, estando presente em toda faixa litorânea e em grande parte da região sul e leste do Estado. Na região centro-oeste do Estado, onde os acumulados pluviométricos chegam até 600 mm anuais e evapotranspiração que supera os 1.500 mm anuais, predomina o clima Seco, Semiárido e Quente (Bsh), com temperaturas medias acima de 0º, presente em aproximadamente 36% do território do Estado. E representando a menor parcela dos tipos climáticos de Koppen, o clima Seco, Árido e Quente (BWh), apresenta temperaturas medias anuais acima de 0º, e representa menos 0,5% do território cearense, presente no município de Tauá e adjacências (MUNIZ et. al, 2017).

Com relação a classificação de Thornthwaite, o estudo apontou quatro tipos climáticos (E, C2, D, C1) (Figura 16), apresentando regiões de clima Árido (E) a climas Subúmidos. O clima com maior predominância no estado do Ceará é o Semiárido (D), e está presente em várias regiões do Estado e ocupa aproximadamente 85% do território. No caso do clima Árido, esse está presente em aproximadamente pouco mais de 9% do Estado, seguidos pelo clima Subúmido (C1), com aproximadamente 5,68%, e em menor proporção, o clima Subúmido Seco (C2), com aproximadamente 0,04%.

Muniz et. al., (2017), afirma que a classificação de Thornthwaite se mostrou mais adequado aos dados disponíveis, sendo possível a delimitação de subclimas distintos em áreas menores e de maneira coerente, como é o caso dos climas Subúmidos Secos (C1) e dos climas Áridos (E). Em relação a área de estudo (setor setentrional da Ibiapaba), a classificação de Koppen, classificou-a como clima Tropical com Inverno Seco (Aw). Já na classificação de Thornthwaite, o clima para a referida área, foi classificado como Subúmido Seco (C1).

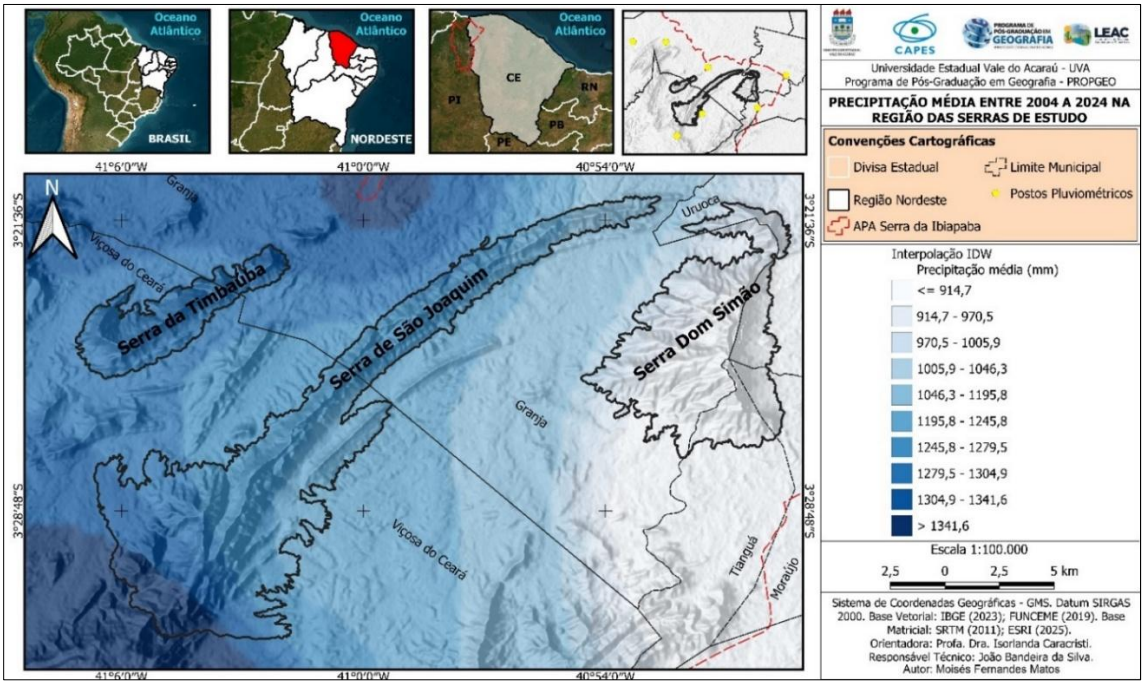
Figura 2 - Classificação climática de Köppen-Geiger e Thornthwaite para o estado do Ceará.



Fonte: Muniz et. al. (2017).

No tocante às condições climáticas da área de estudo (serras secas da Timbaúba, São Joaquim, Dom Simão e adjacências), elaborou-se um mapa de distribuição espacial das medias pluviométricas, tomando como base os dados disponibilizados pela FUNCEME. O referido produto cartográfico, representado no Mapa 03, foi desenvolvido a partir das médias de precipitação registradas entre os anos de 2004 e 2024, utilizando-se de informações provenientes dos principais postos pluviométricos localizados na região.

Mapa 3 - Distribuição espacial da precipitação média mensal para a área de estudo (2004 – 2024).



Fonte: Matos; Silva (2025).

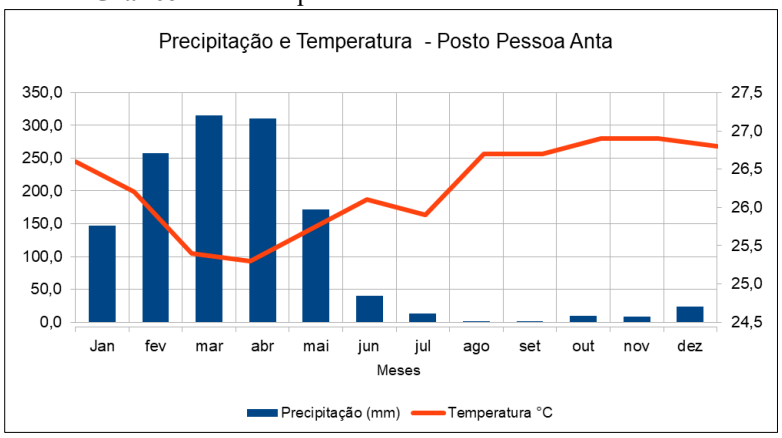
Com base nos dados pluviométricos mencionados, foram elaborados gráficos que também consideram as medias mensais de temperatura, obtidas por meio do software CELINA 1.0, utilizando como referência as coordenadas geográficas de cada posto pluviométrico e a altitude relacionada. As informações foram analisadas de forma integrada, com o objetivo de compreender a dinâmica climática local.

No contexto das serras da Timbaúba, São Joaquim e Dom Simão e seu entorno, evidencia um padrão climático típico do semiárido cearense, com forte sazonalidade – no entanto, com variações térmicas mais amenas e índices pluviométricos mais expressivos. Contudo, alguns fatores como o relevo e a maritimidade, podem contribuir para diferenciações da dinâmica climática dessa região. Como citado anteriormente, a ZCIT constitui-se o principal sistema atmosférico indutor de chuvas na região (SANTOS, 2013), atuando de forma acentuada entre os meses de fevereiro a maio, como se constata nos gráficos 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07.

Ao avaliar os dados dos postos pluviométricos, observa-se uma concentração expressiva de precipitação, principalmente entre os meses de janeiro a maio, o que caracteriza a estação chuvosa da região. Os meses de março e abril concentram os maiores volumes pluviométricos, ultrapassando os 300 mm mensais em postos como Pessoa Anta (Gráfico 01), Adrianópolis (Gráfico 02), Timonha (Granja - Gráfico 03), Viçosa do Ceará (Gráfico 04) e Manhoso (Viçosa do Ceará - Gráfico 05). Após esse período, tem início a estação seca bem definida, que se estende entre os meses de junho a dezembro, com valores de precipitação bastante reduzidos, frequentemente inferiores a 10 mm, sobretudo entre os meses de agosto e outubro.

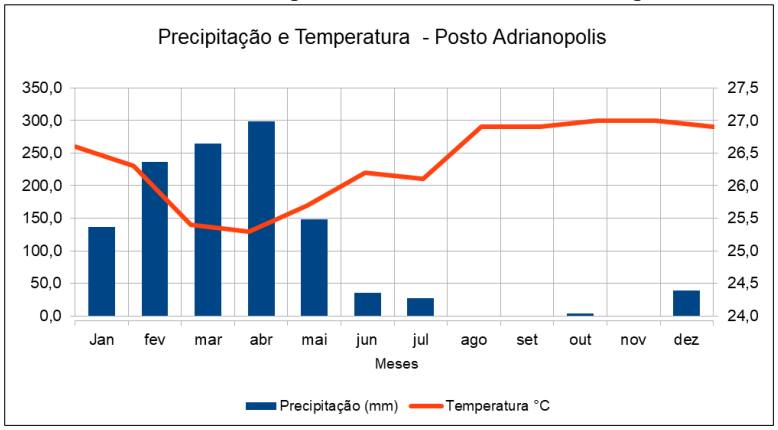
A temperatura média, por sua vez, apresenta variações discretas ao longo do ano. Percebe-se uma tendência de leve queda térmica durante os meses mais chuvosos, e um aumento gradual das temperaturas ao longo do período seco.

Gráfico 1 - Médio pluviométrica mensal – Pessoa Anta.



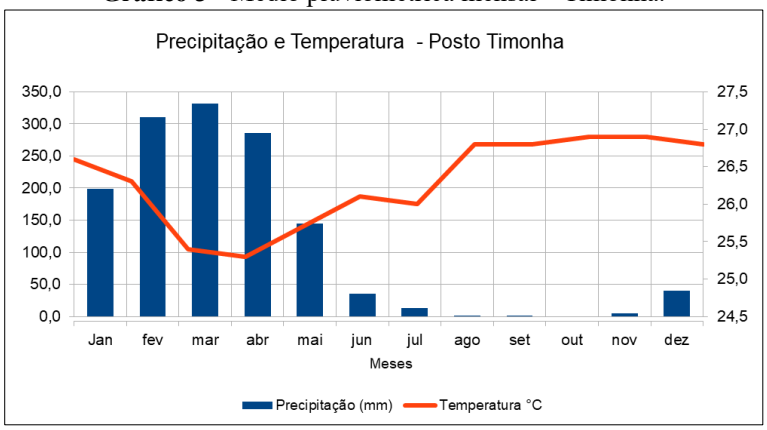
Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

Gráfico 2 - Médio pluviométrica mensal – Adrianópolis.



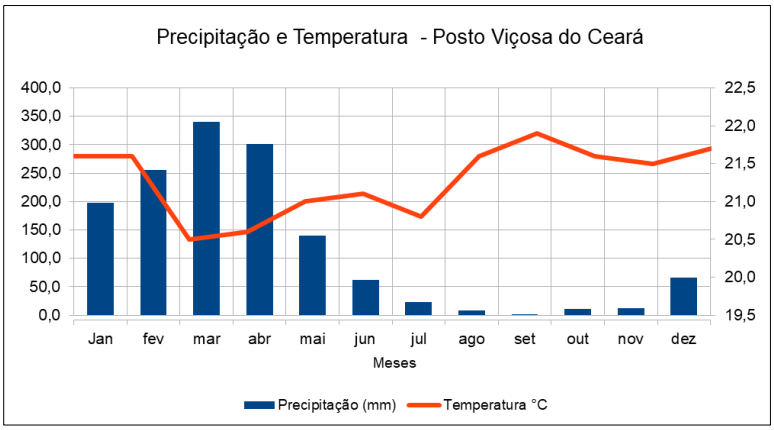
Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

Gráfico 3 - Médio pluviométrica mensal – Timonha.



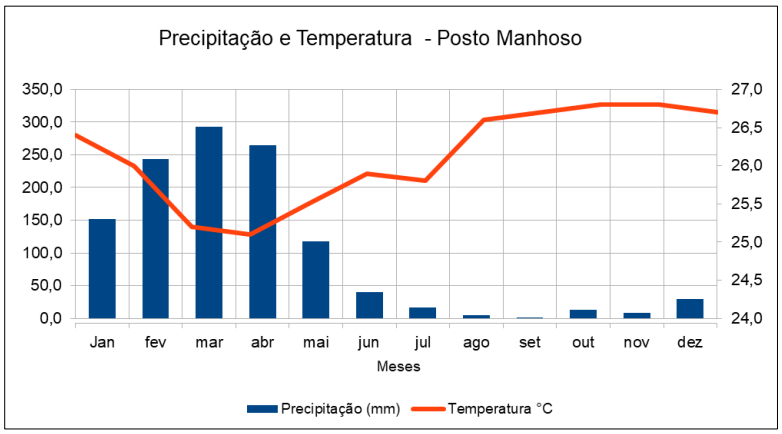
Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

Gráfico 4 - Médio pluviométrica mensal – Viçosa do Ceará.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

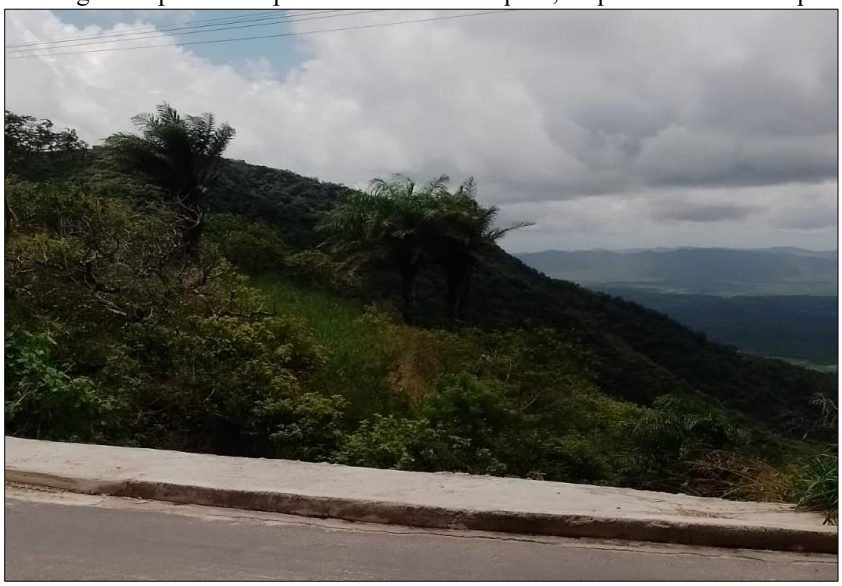
Gráfico 5 - Médio pluviométrica mensal – Manhoso.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

De forma geral, as temperaturas variam entre 24,5 °C e 27,5 °C em maioria dos postos, destacando-se o posto de Viçosa do Ceará, o qual apresenta médias mais amenas, entre 20,0 °C e 22,2 °C. Reflexo direto do fator altimétrico, fazendo com o que o comportamento hidroclimático seja diferenciado nessa região (planalto da Ibiapaba), com expressivos níveis de precipitação em função do efeito orográfico (Figuras 04 e 05) que os relevos de altitude acentuada exercem sobre a depressão periférica circunjacente (SANTOS; NASCIMENTO (2017).

Figura 4 - Efeito orográfico produzido pela serra de São Joaquim, enquanto indutora de precipitação local.



Fonte: Autores – registros de campo (2025).

WILLIAM MORRIS DAVIS Revista de Geomorfologia
William Morris Davis - Revista de Geomorfologia v. 7, n. 3, de junho de 2026, p. 19-37. DOI: https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v7n3.2026.461

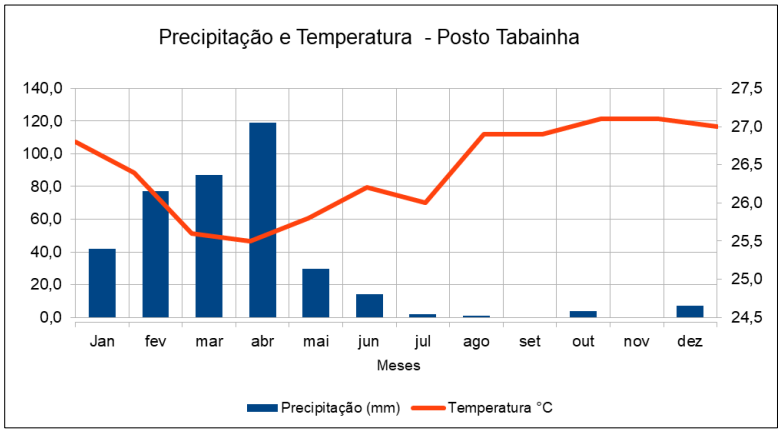
Figura 5 - Efeito orográfico produzido pela serra de Timbaúba, enquanto indutora de precipitação local.



Fonte: Autores – registros de campo (2025).

Quando comparados às informações dos postos, observa-se que o posto de Tabainha (Tianguá - Gráfico 06), a exemplo, registra os menores volumes de precipitação anual, com picos inferiores a 130 mm, apresentando temperaturas que podem chegar à máxima de 27,1 °C. O posto em questão está localizado sob a cota de aproximadamente 90 m, a sudeste da serra de São Joaquim, entre as serras Dom Simão e Umari. Essa condição pode estar relacionada aos fatores de menor altitude e a interferência das serras adjacentes, podendo ocorrer o barramento das massas de ar vindos de norte e leste.

Gráfico 6 - Médio pluviométrica mensal – Tabainha.

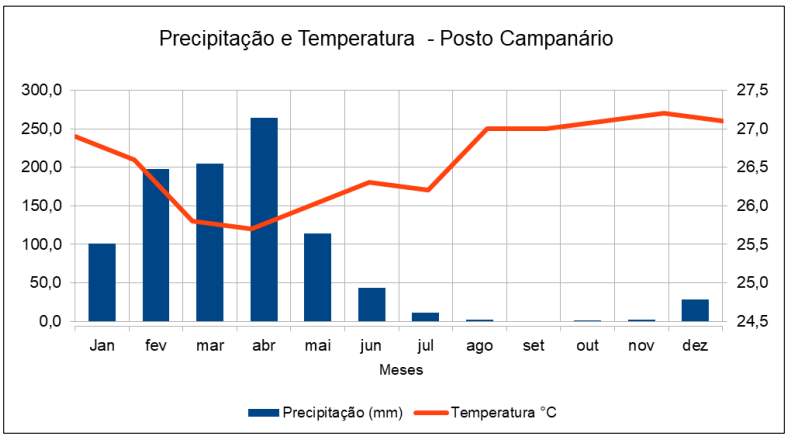


Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

O posto de Viçosa do Ceará, além de apresentar menores temperaturas, demostra uma distribuição pluviométrica semelhante aos demais, com exceção de volumes mais significativos, próximos a 340 mm em março.

Nos demais, como Campanário (Uruoca - Gráfico 07), os padrões de precipitação e temperatura se assemelham, reforçando a homogeneidade do regime climático na maior parte dessa região.

Gráfico 7 - Médio pluviométrica mensal – Campanário.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em FUNCEME (2004 – 2025); CELINA (2007).

De forma geral, a área de estudo e adjacências apresenta variações climáticas, sendo definidas principalmente pelo clima Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Semiárido (IPECE-FUNCEME, 2010), com temperaturas médias que podem variar entre 21,1 °C e 26,6.

Esse conjunto de informações a respeito das características do clima, reforçam a importância de compreender a dinâmica climática local, principalmente pela necessidade realizar planejamento ambiental, gestão de recursos hídricos e definição de estratégias voltadas à convivência com as condições do semiárido (FALCÃO SOBRINHO; PAIVA, 2020) que, por sua vez, impõe influência no contexto da área de estudo. A identificação dos períodos críticos de estiagem e o reconhecimento das variações microclimáticas associadas a altitude, são imprescindíveis para formulação de políticas públicas e ações de caráter sustentáveis ao meio ambiente no contexto das referidas serras e entorno.

CONCLUSÕES

A análise das condições hidroclimáticas realizadas nas serras da Timbáuba, São Joaquim, Dom Simão e entorno, evidencia que essas elevações se constituem um dos mais importantes sistemas geoambientais do setor setentrional do planalto da Ibiapaba. Seu papel enquanto área de recarga hídrica, associada à função divisores superficiais e subterrâneos das sub-bacias do Timonha, Coreaú e Itacolomi, confirma a relevância estratégica dessas unidades de paisagem para a sustentabilidade hídrica regional, sobretudo considerando o contexto climático, marcado pela irregularidade pluviométrica e forte sazonalidade climática, típica do Semiárido.

Quanto as características altimétricas, associadas aos efeitos orográficos e às condições microclimáticas diferenciadas, favorecem a índices pluviométricos mais expressivos e a temperaturas mais amenas, o que se reflete em condições favoráveis de manutenção das vazões naturais e dos remanescentes de mata seca e mata subúmida, assim como, na perenização de trechos fluviais e no abastecimento dos reservatórios que atendem a múltiplos usos na região. Dessa maneira, as serras se configuram como patrimônio ambiental fundamentais para a conservação da vegetação nativa, contribuindo para assegurar *habitats* de especiais da fauna que dependem de recursos naturais dispostos na área, além de mitigar os efeitos da estação seca, prolongando e garantindo maior resiliência ecológica ao entorno.

WILLIAM MORRIS DAVIS Revista de Geomorfologia
William Morris Davis - Revista de Geomorfologia v. 7, n. 3, de junho de 2026, p. 19-37. DOI: https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v7n3.2026.461

Diante das condições hidrológicas e climáticas enquanto fatores de potencialidade ambiental relevante, torna-se indispensável ações de valorização dessas áreas enquanto espaços prioritários de conservação, reconhecendo que sua integridade ambiental está diretamente relacionada a disponibilidade hídrica e consequentemente a qualidade de vida das comunidades locais. Considerando que a área está condicionada a legislação da APA Serra da Ibiapaba, é importante salientar a importância do ICMbio enquanto órgão responsável pelas ações de preservação ambiental da referida área, e destacar que é necessário maior investimento institucional para ampliação de ações do contexto da APA, garantindo o papel efetivo do ICMBio enquanto instituição de proteção ambiental.

As serras secas do noroeste cearense representam áreas essenciais para a seguridade hídrica, estabilidade ecológica e a convivência sustentável com o Semiárido. A valorização e preservação desses ambientes não se figura apenas como uma medida de proteção ambiental, mas uma ação estratégica como forma de garantir o equilíbrio hidrológico, manutenção dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades locais. Dessa forma, o reconhecimento dessas áreas como zona prioritárias de conservação, torna-se fundamental para o planejamento ambiental regional e para o fortalecimento de políticas públicas de sustentabilidade no estado do Ceará.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, e ao Laboratório de Estudos Climáticos e Ambientais (LEAC) pelo apoio estrutural e acadêmico.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras.** Geomorfologia, n. 43, 1974.

ARAÚJO JÚNIOR, J. R. de.; CARACRISTI, I. . Análise climática do maciço de Baturité (CE): subsídio ao planejamento e gestão ambiental. CIÊNCIA GEOGRÁFICA, v. 26, p. 2227-2258, 2022.

CARACRISTI, I. Estudo Integrado do Clima da Região do Médio Curso do Rio Acaraú: uma análise geográfica do clima local. **Revista Essentia.** Ano, v. 1, 2000.

CAVALCANTE, D. R.; BASTOS, F. H.; CORDEIRO, A. M. N. Controle estrutural da drenagem na bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará, Brasil. **GeoUECE (online)**, v. 09, n. 17, p. 152-168, 2020.

CEARÁ. **Diagnóstico da Região Hidrográfica do Coreaú.** Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos; Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH; Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP; Universidade Federal do Ceará – UFC, fev. 2022. 318 p.

CONTI, José Bueno. Geografia e Climatologia. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, Brasil, v. 5, n. 1, p. 91–95, 2001. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2001.123516. Disponível em: https://revistas.usp.br/geousp/article/view/123516.. Acesso em: 12 dez. 2025.

COSTA, J. S. Análise Geoambiental da Serra da Penanduba (Coreaú/Frecheirinha-CE): bases geográficas voltadas à criação de Unidade de Conservação. Orientador: Isorlanda Caracristi. 2015. 135 f. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia, CCH, Universidade Estadual Vale do Acaraú - CE, Sobral-CE, 2015.

DIAS, Carolina Braga. Dinâmica do sistema estuarino Timonha/Ubatuba (Ceará – Brasil): considerações ambientais. 2005. 146 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais)** – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/1356. Acesso em: 15 de dez. 2025.

DOS REIS CAVALCANTE, D.; BRENO DA SILVA, ÍCARO; DE HOLANDA BASTOS, F.; ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ, CEARÁ, BRASILANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COREAÚ, CEARÁ, BR. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 12, 2024. DOI: 10.48025/ISSN2675-6900.v5n1.2024.609. Disponível em: //williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/276. Acesso em: 23 jul. 2025.

FALCÃO SOBRINHO, J.; MESQUITA PAIVA, A. DO COMBATE A SECA À CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 109–126, 2020. Disponível em: //rhet.uvanet.br/index.php/rhet/article/view/485. Acesso em: 2 ago. 2025.

FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. PRINCIPAIS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES SOBRE A REGIÃO NORDESTE DO BRASIL E A INFLUÊNCIA DOS OCEANOS PACÍFICO E ATLÂNTICO NO CLIMA DA REGIÃO. **Revista Brasileira de Climatologia, Online: ABClima**, ed. 1, ano 2005, n. 1, p. 15- 28, 1 dez. 2005. Semestral. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215/16909. Acesso em: 16 out. 2024.

FREIRE, R. N. L.; CARACRISTI, I. Serra Da Penanduba: a Biogeographical Study focused on Thebrazilian SemiArid Dry Forest. **International Journal of Humanities and Social Science (ONLINE)**, v. 9, p. 107-118, 2020.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. **Postos pluviométricos.** Fortaleza, CE. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 15 de dez.2025.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH. **Comitês de Bacias Hidrográficas.** Disponível em: https://www.srh.ce.gov.br/comites-de-baciashidrograficas/ . Acesso em: 19 jul. 2025.

GUEDES, J. de A. Hidrografia e Google Earth: aula de campo virtual em tempos de pandemia. **Ensino em Perspectivas**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 1–12, 2021. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/5470. Acesso em: 19 jul. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. **Ceará em Mapas: Tipos Climáticos.** Fortaleza, CE. Disponível em: https://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/126x.htm. Acesso em: 15 de dez. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. TOPODATA: **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.** São José dos Campos, SP. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/. Acesso em: 15 de dez. 2025.

LIMA, Ernane Cortez; GUIMARÃES, Livana Souza. Relatório técnico: mapeamento das unidades geoecológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi, Ceará–Brasil. **International Journal Semiarid**, Sobral, ano 2, v. 2, p. 90–94, 2020.

MONTEIRO, Jander Barbosa. A influência de teleconexões e sistemas meteorológicos produtores de precipitação no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Rio Claro (SP), v. 15, n. 1, p. 312–332, 23 mar. 2022. DOI: 10.26848/rbgf.v15.1.p312-332. Disponível em: https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p312-332. Acesso em: 15 de dez. 2025.

MUNIZ, Lucas Falcão; PEREIRA, José Marcelo Rodrigues; XIMENES JÚNIOR, Celso Lira; STUDART, Ticiana Marinho de Carvalho. Classificação climática para o Estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - SBRH, XXII.**, 26 nov. a 01 dez. 2017, Florianópolis, Santa Catarina Brasil. Anais […] Florianópolis, Santa Catarina, 2017. Tema: "Ciência e tecnologia da água: inovação e oportunidades para o desenvolvimento sustentável".

NIMER, E. **Climatologia da Região Nordeste.** *In*: Climatologia do Brasil. Rio de janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, Ulisses Costa de et al. Geotecnologias como subsídio à gestão de bacias hidrográficas: uma análise morfométrica na sub-bacia hidrográfica do rio Coreaú, Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., 2021, Curitiba. **Anais[...].** Porto Alegre: ABRHidro, 2021. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/. Acesso em: 23 jul. 2025.

PLATAFORMA ESTADUAL DE DADOS ESPACIAIS AMBIENTAIS – PEDEA-CE. Portal. Estado do Ceará: Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA). Disponível em: https://pedea.sema.ce.gov.br/portal/. Acesso em: 15 de dez. 2025.

QGIS PROJECT. **Changelog for QGIS 3.40.** QGIS Project. Disponível em: https://qgis.org/project/visual-changelogs/visualchangelog340/. Acesso em: 15 de dez. 2025.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. **Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido brasileiro. In: Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. p. 53-76. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/574679/degradacao-ambiental-e-desertificacao-no-semi-arido-brasileiro. Acesso em: 03 ago. 2024.

SANTOS, Daris Correia dos. Variabilidade climática e regionalização da precipitação no Estado do Ceará. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro (SP), v. 8, n. 2, p. 28-48, jul./dez. 2013. Disponível em:

https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/download/8187/6179/46608. Acesso em: 15 de dez. 2025.

SANTOS, Francisco Leandro de Almeida; NASCIMENTO, Flavio Rodrigues do. Dinâmica hidroclimáticas do planalto da Ibiapaba e sua depressão periférica circunjacente: estudo de caso nos municípios de Tianguá e Ubajara – Noroeste do Ceará. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba, v. 39, p. 57-75, abr. 2017. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/41915. Acesso em: 1 ago. 2025.

SILVA, Luciana Tomaz da; GUIMARÃES, Livana Sousa; LIMA, Ernane Cortez. Setorização da sub-bacia hidrográfica do rio Itacolomi–CE. In: XVIII ENCONTRO DE INICIAÇÃO 230 CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA, 18., 2016, Sobral. **Anais eletrônicos.** Sobral: UVA, 2016. p. 1–2. Anais [...]. Sobral: UVA, 2016.

SOUZA, Marcos José Nogueira de, (et. al.). Condições geo-ambientais do semi-árido brasileiro. **Ciência & Trópico**, Recife, v. 20, n. 1, p. 173-198, jan./jun. 1992.

SUDENE. **Relatório Final do grupo de trabalho para delimitação do Semiárido.** Ministério da Integração Nacional. 2017. 429p. Disponível em:https://www.gov.br/sudene/pt-br/centraisde-conteudo/relatoriosemiarido-pdf. Acesso em: 02 de set. 2024.

ZANELLA, M. E. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino.** In: Caderno Prudentino de Geografia (Associação dos Geógrafos Brasileiros) Presidente Prudente – SP, n. 36 (p. 126-142), 2014.