

ANÁLISE CLIMÁTICA DO MACIÇO DE BATURITÉ (CE): SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

**CLIMATE ANALYSIS OF THE BATURITÉ MASSIF (CE):
SUBSIDY FOR ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT**

**ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL MACIZO BATURITÉ (CE):
SUBSIDIO PARA LA ORDENACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL**

Raimundo Rodrigues dos Santos Junior¹

Isorlanda Caracristi²

RESUMO: O presente artigo traz uma análise climática detalhada do Maciço de Baturité, localizado no Estado do Ceará – Brasil. Tem como objetivo central, demonstrar a importância dos estudos geográficos do clima para o planejamento e a gestão deste enclave úmido do semiárido nordestino e desvelar os principais fatores climáticos que condicionam os parâmetros climáticos da área de estudo. Para o seu alcance, foram realizados levantamentos bibliográficos, levantamentos e análises estatísticas de dados secundários junto aos órgãos públicos responsáveis e de dados primários coletados em campo através da instalação de um transecto topoclimático fixo. Conclui-se que estudos como esse favorecem ao conhecimento climático em sua dimensão local e a orientação na gestão e no planejamento ambiental do maciço, além de comprovar que a altitude e a orientação das vertentes, associados à dinâmica atmosférica regional, são os principais fatores climáticos que influenciam a área em diversas escalas de análises.

Palavras-chave: Climatologia geográfica. Análise climática. Maciço de Baturité.

ABSTRACT: the study presents a detailed climatic analysis of the Baturité Massif, located in the State of Ceará - Brazil. Its main objective is to demonstrate the importance of geographic studies of the climate for the planning and management of this humid enclave in the northeastern semi-arid region and to reveal the main climatic factors that affect the climatic parameters of the study area. For its scope, bibliographic surveys, surveys and statistical analyzes of secondary data were carried out with the responsible public agencies and primary data collected in the

¹ Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (PROP GEO – UECE). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5996-8871>. E-mail: climageorrsjr@gmail.com

² Professora Doutora do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA) e Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (PROP GEO – UECE). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3777-7417>. E-mail: icaracristi@hotmail.com

field through the installation of a fixed topoclimatic transect. It is concluded that studies like this favor detailed knowledge and guidance in the management and environmental planning of the massif, in addition to proving that the altitude and orientation of the slopes, associated with regional atmospheric dynamics, are the main climatic factors that influence the climates of the area, in the different scales of analysis.

Keywords: Geographic climatology. Climate analysis. Baturité Massif.

RESUMEN: Este artículo presenta un análisis climático detallado del Macizo de Baturité, ubicado en el Estado de Ceará - Brasil. Su principal objetivo es demostrar la importancia de los estudios geográficos del clima para la planificación y gestión de este enclave húmedo del semiárido nororiental y develar los principales factores climáticos que inciden en los parámetros climáticos de la zona de estudio. Para su alcance se realizaron levantamientos bibliográficos, levantamientos y análisis estadísticos de datos secundarios con los organismos públicos responsables y datos primarios recolectados en campo mediante la instalación de un transecto topoclimático fijo. Se concluye que estudios como este favorecen el conocimiento detallado y la orientación en la gestión y planificación ambiental del macizo, además de comprobar que la altitud y orientación de las laderas, asociadas a la dinámica atmosférica regional, son los principales factores climáticos que influyen en los climas del área, en las diferentes escalas de análisis.

Palabras clave: Climatología geográfica. Análisis climático. Macizo de Baturité.

INTRODUÇÃO

É notório que na atual conjuntura da chamada “questão ambiental” os estudos climáticos assumem protagonismo nas pesquisas e debates nacionais, regionais e internacionais. O sistema político-econômico vigente acelera e se nutre da relação, geralmente desarmoniosa, entre o homem e a natureza, o que culminou em uma série de problemas ambientais, onde o grande desafio é uma busca, quase que incessante, para planejar ações que possam mitigar esses problemas.

Esta afirmação é amparada nas concepções de Caracristi (2007), que assevera que na contemporaneidade os temas relacionados à atmosfera e aos climas, conduzem ou são o foco dos mais variados ramos do conhecimento e sobre as mais diferenciadas orientações conceituais e epistemológicas, amparando e compondo diversas hipóteses científicas, educacionais e político-econômicas. Isto é resultado do aumento substancial das problemáticas advindas da relação atmosfera-clima-ambiente, ou melhor, da relação sociedade-natureza.

No entanto, os grandes estudos procuram soluções a curto, médio e longo prazos para resolver o chamado “aquecimento global”, ou seja, focam principalmente na macroescala climática (escala planetária). Daí emana a importância das pesquisas que tratam sobre o clima nos estudos ambientais, em diferentes escalas, seja micro, local ou regional, pois assim as

interconexões dinâmicas encontradas nos sistemas complexos climáticos em diferentes grandezas, podem ser mais bem desvendadas, na medida em que a reunião desses estudos nas principais escalas passa a apresentar resultados que se correlacionam e se complementam.

O estudo geográfico do clima pode origina-se da necessidade do conhecimento detalhado de áreas onde as características climáticas (precipitação, balanço de temperatura) associadas a atividades humanas, podem causar problemas como, movimentos de massa, enchentes, inundações, problemas respiratórios, ondas de calor, entre outros, ou ainda a necessidade desta erudição para a prevenção em caso de eventos climáticos extremos como tornados e chuvas torrenciais.

O gerenciamento de áreas com a integração do planejamento ambiental depende também, do conhecimento detalhado do clima, no Brasil já é notório o crescimento das pesquisas geográficas nessa área. Os centros de pesquisa e instituições públicas nacionais e estaduais ligados à meteorologia e a climatologia contribuem copiosamente para esta crescente, pois disponibilizam dados e informações relevantes ao desenvolvimento de pesquisas. Apesar disso, existem áreas que precisam ser mais trabalhadas, pois são limitadas as informações climáticas detalhadas sobre elas.

A Região Nordeste do Brasil (NEB) ocupa uma área de 1.561.177,8 km², o que equivale a 18,3% do território total do país (BRASIL, 2017). Conforme Andrade (2005) é uma região caracterizada por uma série de fatores, onde se sobressaem os domínios físicos (clima, relevo, estrutura geológica e hidrografia), o meio biológico (vegetação e fauna) e a organização dada ao espaço pelo homem. É no NEB onde encontramos a área do semiárido brasileiro.

O semiárido brasileiro possui uma área oficialmente classificada de 969.589,4km (BRASIL, 2005), apresenta riquíssima biodiversidade, em áreas distribuídas por nove Estados (Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais). A diversidade de ambientes é notória quando se desloca pelo domínio das caatingas, as interações entre elementos dos variados sistemas complexos que compõem o semiárido é o palco de múltiplas formações vegetais de diferentes portes e o habitat de distintas espécies, algumas, tão somente, identificadas nestes ambientes.

No contexto da Região Nordeste, o Estado do Ceará abriga grande diversidade de domínios naturais e paisagísticos e tem aproximadamente 92% do seu território submetido à influência da semiaridez (CEARÁ, 2010). Em meio a essa diversidade de domínios, encontram-se as serras cearenses, ambientes de vultoso potencial biogeográfico, que são classificadas como maciços residuais úmidos, subúmidos e secos. Estas serras são marcadas por relações mútuas entre os componentes ambientais, oferecendo variados serviços ambientais, nestes locais é encontra também, de quando em quando, intensa atividade biológica.

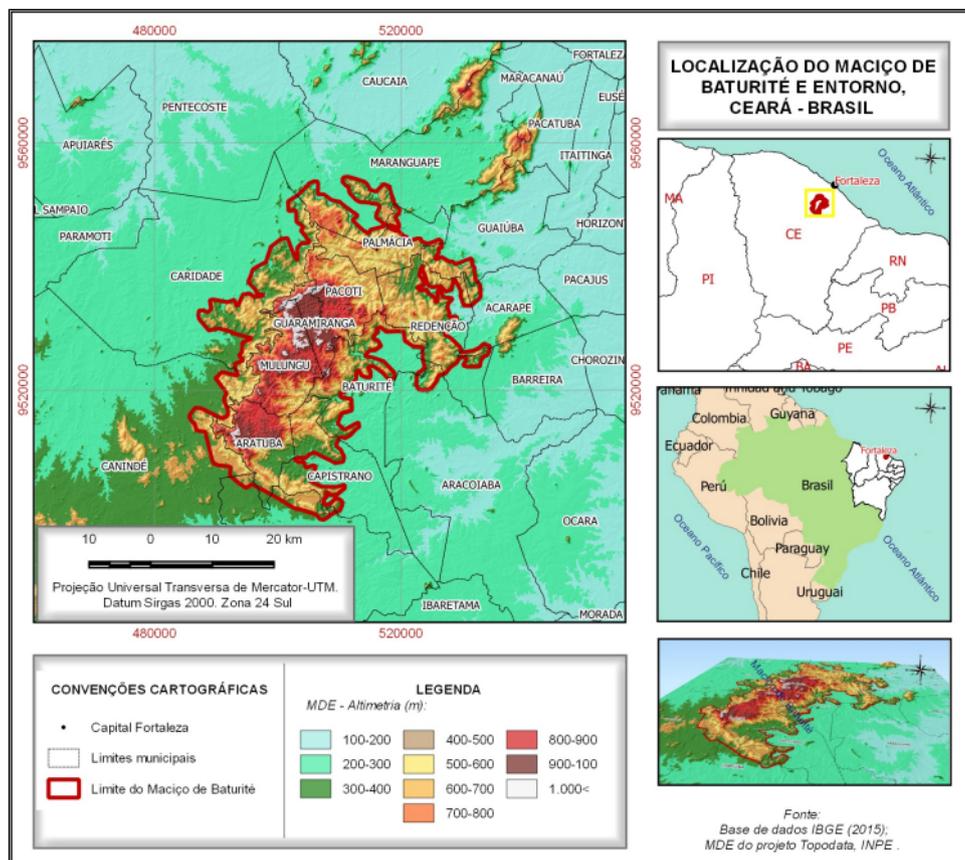
Estas formas de relevo que se destacam pelas suas especificidades geoambientais e pela altitude, ocorrem dispersas pela depressão sertaneja cearense, modificando a paisagem constante da depressão revestida pelas caatingas, englobam principalmente, dentro da escala climática, os chamados topoclimas.

É preciso desvelar que existem áreas serranas que carecem de estudos climáticos aprofundados, o Maciço de Baturité, objeto de estudo deste trabalho (Figuras 1, 2 e 3),

constitui-se como um desses ambientes. No semiárido cearense, está se caracteriza como uma área de exceção úmida dentro da depressão sertaneja, possuindo grande importância para o sistema hidroclimático local e adjacências. Ressaltando-se que, os seus topoclimas da referida serra ainda são pouco estudados, um dos pontos que justifica este trabalho.

Dentro de uma análise ambiental integrada, na perspectiva da capacidade de suporte de um maciço residual como a serra de Baturité, identificam-se várias potencialidades, mas também várias limitações ao uso e ocupação deste ambiente. Souza (2007) cita como riscos de ocupação, a erosão acelerada motivada por desmatamentos indiscriminados, provocando perda de solo, o assoreamento dos fundos dos vales, a contaminação dos cursos d'água por agrotóxicos e o empobrecimento da biodiversidade.

Não obstante, a presença de potencialidades, sobretudo, para o desenvolvimento da agropecuária e do extrativismo vegetal, favorece o uso e a ocupação, que, por muitas vezes, ocorrem de forma predatória, causando impactos substanciais nos sistemas ambientais e consequentemente no sistema climático deste importante maciço. Os problemas ambientais, advindos do uso e ocupação desordenada, acabam afetando a capacidade dos ambientes de se recuperarem (resiliência ambiental). Ressalta-se que, apesar da existência de uma área de proteção ambiental (APA da Serra de Baturité), os limites estabelecidos por lei não são respeitados, levando a sérias derivações ambientais (alterações antropogênicas).



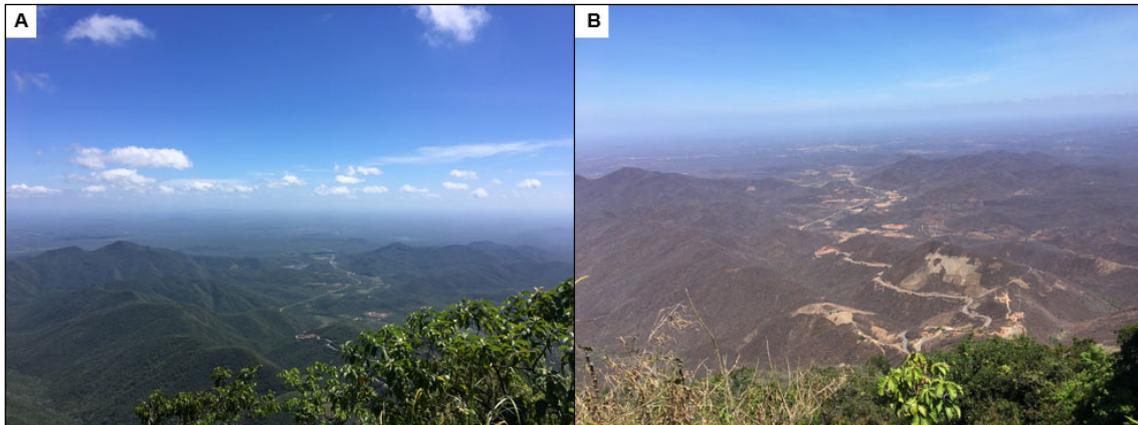
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Figura 1. Fortaleza (CE): Localização do Maciço de Baturité (CE) e entorno.



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2017).

Figura 2. Serra de Baturité vista da Depressões Sertaneja dos sertões de Caridade-Canindé, destaque para o Pico Alto (1.114 m), (2017).



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 3. Maciço de Baturité (CE): Vista do Pico Alto (Guaramiranga) para a Vertente Ocidental Semiárida. A – Final do Período chuvoso, início do inverno austral – junho/2019; B - Período Seco, primavera austral – novembro/2019.

O Quadro 1 apresenta informações gerais sobre o objeto de estudo. Compartilha-se aqui, a ideia evocada por Monteiro (2001), quando o professor e pesquisador afirma que o homem tem a capacidade de conceber microclimas e alterar consideravelmente os climas locais estendendo sua ação direta até os espaços sub-regionais, ou seja, as derivações antropogênicas na serra afetam o clima em diferentes escalas.

Apesar da serra de Baturité ser uma área bastante estudada, são praticamente inexistentes os trabalhos que apresentam, de maneira detalhada, uma análise climática

desse maciço. Estudo como este assume grande valia, para subsidiar estudos ambientais sobre este local, fato que pode ser comprovado, quando se busca o conhecimento sobre a dinâmica sistêmica de áreas serranas, onde um dos principais elementos dentro deste sistema complexo é o clima.

Do mesmo modo, compreende-se que, um ambiente com grandes potencialidades e, ao mesmo tempo, tão vulnerável às numerosas ações antrópicas degradadoras, requer estudos minuciosos de todos os elementos que compõem os seus sistemas ambientais e de ações que, por ventura, venham a desestabilizar os mesmos.

Quadro 1. Informações gerais sobre o Maciço de Baturité (CE).

Maciço de Baturité (CE)	Informações gerais
Localização	Coordenadas geográficas extremas – Entre 4°02' e 4°32' latitude Sul. Entre 38°41' e 39°07' longitude Oeste.
Altitude em relação ao nível do mar	Variável entre 600 – 900m.
Área total	38.220ha / 382,2Km ² .
Pico culminante	Pico Alto, localizado no município de Guaramiranga com 1.114m.

Fonte: Cavalcante (2005); Souza (2007). Organizado pelos autores (2022).

É sabido que algumas características são absolutamente esperadas e empiricamente visualizáveis como, o aumento da precipitação, da umidade relativa do ar e a diminuição da temperatura com o aumento da altitude, no entanto, através da coleta de dados em uma serra localizada especificamente em uma região semiárida, com o devido tratamento estatístico é possível aferir com melhor detalhamento a influência do relevo nas características climáticas da região, contribuindo com a melhor tomada de decisões, no planejamento ambiental por parte dos órgãos públicos de gestão da área.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho os procedimentos metodológicos e técnicos-operacionais tiveram por base os trabalhos de Santos Junior e Caracristi (2012), Gomes e Caracristi (2020) e Freire e Caracristi (2020). As etapas foram divididas em quatro, descritas a seguir.

Primeira etapa: Levantamentos bibliográficos

Para o conhecimento mais preciso e elucidativo sobre as características geoambientais da área de estudo, assim como para o embasamento teórico-conceitual e técnico, foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos e estudo dos mesmos.

Segunda etapa: Levantamento de dados secundários para as análises

Após as consultas bibliográficas, foram levantados dados secundários dos postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), através do *download* de arquivos de extensão “.txt” carregados com séries históricas pluviométricas, elencou-se um total de seis postos na região da área de estudo (Tabela 1). Após o *download* dos arquivos, os dados foram importados para planilhas, posteriormente foi escolhida uma série de trinta e um anos de precipitação (1989-2019) para subsidiar as análises. É importante ressaltar que a correção das lacunas temporais de dados foi feita utilizando o método estatístico da decomposição STL (*Seasonal and Trend decomposition using Loess*) robusta para séries sazonais.

Para o conhecimento mais detalhado das características climáticas do Maciço de Baturité, ainda nesta fase, foram levantados os dados sobre a Normal Climatológica do Brasil (1981-2010) junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do município de Guaramiranga (platô úmido), os parâmetros trabalhados foram: Temperatura Média Compensada – Bulbo Seco (°C), Temperatura Máxima e Mínima (°C), Umidade Relativa do Ar Média (%), Insolação Total (horas) e Evaporação Total - Evaporímetro de Piché (mm), Intensidade ($m.s^{-1}$), Direção Resultante (graus) e Direção predominante do Vento e Nebulosidade (décimos).

Tabela 1. Informações dos postos pluviométricos da Funceme, utilizados no trabalho (2022).

POSTO	CÓDIGO	LATITUDE (°)	LONGITUDE (°)	ALTITUDE (m)
ARATUBA	15	4°25'01"S	39°02'50"O	830
BATURITÉ	22	4°19'58"S	38°52'00"O	171
GUARAMIRANGA	54	4°16'01"S	38°55'59"O	865
MULUNGU	98	4°18'21"S	38°59'50"O	790
PACOTI	105	4°13'01"S	38°55'00"O	736
PALMÁCIA	108	4°08'50"S	38°51'06"O	425

Fonte: FUNCEME (2019). Organizado pelos autores (2022).

Terceira etapa: Trabalhos de campo e levantamento de dados primários

Neste momento, foram executados dois trabalhos de campo para a comprovação da verdade terrestre do que foi estudado nos levantamentos bibliográficos e para documentação fotográfica da área pesquisada. Posteriormente, foram realizados mais dois trabalhos de campo para a identificação e instalação dos mini-abrigos meteorológicos de policloreto de vinila (PVC), equipados com *dataloggers* termo-higrômetros HT-4010 da Icel Manaus (Figura 4), na busca pela obtenção dos dados primários que subsidiassem as análises para a compreensão do comportamento climático nas vertentes úmida e seca e no platô úmido do maciço. A confecção dos mini-abrigos de PVC (Figura 5) foi baseada no modelo

desenvolvido por Castelhana e Roseghini (2011), o qual foi testado e comprovou a sua eficácia para trabalhos como este.



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 4. Dataloggers termo-higrômetros HT- 4010 da Icel Manaus (2019).



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 5. Mini-abrigos meteorológicos de policloreto de vinila (PVC), (2019).

Na disposição do transecto topo-climático foram utilizadas as recomendações metodológicas descritas no trabalho de Ribeiro (1993), instalando-se sete mini-abrigos meteorológicos de policloreto de vinila (Figura 6) em áreas abertas de vegetação herbácea em diferentes níveis altimétricos, fixados a dois metros em relação ao nível do solo, voltados para a posição Norte. Utilizou-se um perfil do maciço, subdividindo os abrigos em sete postos de coletas, no Pé-de-Serra Subúmido, na Vertente Oriental, no Platô

Úmido, na Vertente Ocidental e no Pé-de-Serra Semiárido (Tabela 2). Todos dataloggers termo-higrômetros foram aferidos em laboratórios (Figura 7) e não apresentaram desvios maiores do que os informados pelo fabricante do aparelho nas especificações técnicas, o que amparou a sua utilização nos trabalhos de coleta.



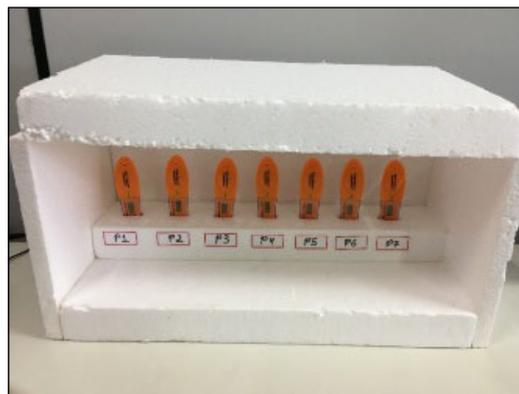
Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 6. Baturité (CE): Instalação do Posto 01 (2019)

Tabela 2. Localização e altitude dos postos de coleta de dados (mini-abrigos meteorológicos), (2022).

POSTOS DE COLETA	LATITUDE (°)	LONGITUDE (°)	ALTITUDE (m)
P1	4°20'31.063074"S	38°51'52.736580"O	175
P2	4°19'15.280745"S	38°53'37.175965"O	353
P3	4°18'4.014837"S	38°54'42.308382"O	609
P4	4°16'0.120820"S	38°55'53.237689"O	873
P5	4°11'52.766398"S	38°58'39.558151"O	574
P6	4°10'55.513540"S	38°59'29.215094"O	217
P7	4°9'16.781276"S	39°0'40.503784"O	179

Fonte: Dados dos trabalhos de campo. Elaborado pelos autores (2022).



Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2019).

Figura 7. Aferição dos dataloggers termo-higrômetros em laboratório (2019).

Quarta etapa: Trabalhos em laboratório – tabulação, análises e interpretação dos dados primários e secundários

Neste último momento metodológico os dados primários e secundários levantados, foram tabulados, corrigidos, sistematizados e tratados estatisticamente para as análises. As temperaturas e as precipitações foram os primeiros parâmetros climáticos analisados a partir de dados secundários da área com a utilização dos sete postos pluviométricos da FUNCEME. Para estimar as temperaturas médias mensais foi utilizado o programa CELINA 1.0, desenvolvido por Costa (2007) e para as precipitações pluviométricas o programa *Microsoft Office Excel*. É necessário destacar que os dados das Normais Climatológicas de Guaramiranga do INMET, também foram trabalhados nesse programa.

Para o conhecimento e análise do balanço hídrico nos postos da área, foi realizado o cálculo com arrimo da planilha da DCE-ESALQ/USP desenvolvida no ambiente EXCEL TM, para o cálculo do balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), elaborada por Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998).

Por último, os dados climáticos primários do transecto topoclimático foram descarregados em um computador portátil e em seguida transportados para planilhas do programa *Excel*, a partir das quais desenvolveu-se as análises estatísticas e as interpretações dos resultados de correlação.

Após os estudos em laboratório os resultados encontrados demonstraram ser de grande relevância para os objetivos traçados neste trabalho, o que corrobora com a notoriedade de estudos climáticos detalhados nos ambientes de exceção do semiárido brasileiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperaturas médias mensais estimadas

Por intermédio da utilização dos dados dos postos (latitude, longitude e altitude), foi possível estimar as temperaturas médias mensais para os seis municípios, previamente escolhidos por serem os mais representativos em quantidade de área no maciço (Aratuba, Baturité, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti e Palmácia). Para esse cálculo foi utilizado o software livre CELINA 1.0 desenvolvido por Costa (2007), o resultado está exposto na Tabela 3 e no Gráfico 1.

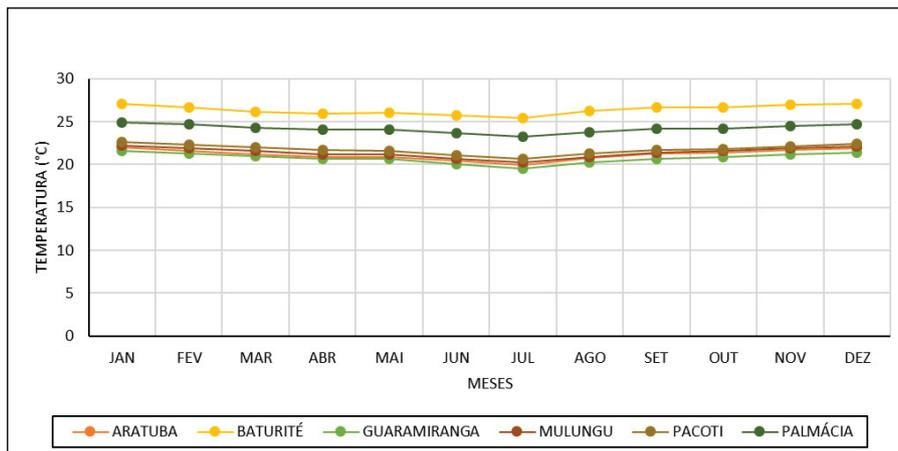
Tabela 3. Temperaturas médias mensais estimadas em graus Celsius (2022).

MESES	ARATUBA	BATURITÉ	GUARAMIRANGA	MULUNGU	PACOTI	PALMÁCIA
JAN	22	27.1	21.6	22.2	22.6	24.9
FEV	21.6	26.7	21.3	21.9	22.3	24.7
MAR	21.2	26.1	21	21.6	22	24.3
ABR	20.9	25.9	20.6	21.2	21.7	24.1
MAI	20.9	26	20.6	21.2	21.6	24.1
JUN	20.4	25.7	20	20.7	21.1	23.7
JUL	19.9	25.4	19.5	20.2	20.6	23.2
AGO	20.8	26.2	20.2	20.9	21.3	23.8
SET	21.3	26.6	20.7	21.4	21.7	24.2
OUT	21.4	26.7	20.9	21.6	21.8	24.2
NOV	21.7	27	21.2	21.9	22.1	24.5
DEZ	21.9	27.1	21.4	22.1	22.4	24.7

Fontes: FUNCEME (2019); Costa (2007). Elaborado pelos autores (2022).

Os dados das temperaturas médias mensais estimadas demonstram que, no geral, as temperaturas mais baixas se encontram nos município Guaramiranga com os mínimos valores registrados durante o inverno austral (junho – 20°C e julho – 19,5°C), já as mais elevadas se encontram no posto do município de Baturité (171m) (fator altitude – município de menor altitude em relação aos demais), com os máximos valores durante a primavera e o verão austral (novembro – 27°C e dezembro – 27,1°C). A similaridade dos dados dos municípios com os postos de maiores altitudes: Aratuba (830m), Guaramiranga (865m), Mulungu (790m) e Pacoti (736m) pode ser visualizada na Figura 6, onde o comportamento das linhas de temperatura são aproximados, tendo em vista há pouca variação do parâmetro estimado de um para o outro. Já os dados do município de Palmácia, demonstram maiores temperaturas que os de maior altitudes e menores temperaturas em relação a Baturité, pois o posto está localizado em uma altitude intermediária (425m). Em resumo, os municípios mais elevados apresentam temperaturas bem mais amenas que as encontradas nos Sertões Semiáridos ou mesmo nos pés-de-serra Subúmidos e Semiáridos do maciço, corroborando para a importância da altitude, como principal determinante no controle climático da região.

Gráfico 1. Temperaturas médias mensais estimadas em graus Celsius (2022).



Fontes: FUNCEME (2019); Costa (2007). Elaborado pelos autores (2022).

Precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica é um dos parâmetros mais importantes na definição da tipologia climática e do comportamento dinâmico do clima de um local ou região. Os principais sistemas atmosféricos que influenciam na distribuição das precipitações na área de estudo, são a Zona de Convergência Intertropical (influenciada diretamente pelas condições de temperatura das águas dos Oceanos Atlântico e Pacífico), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, as Linhas de Instabilidades, os Complexos Convectivos de Mesoescala e as Ondas de Leste (ZANELLA E SALES, 2011), sistemas que atuam diretamente na promoção de chuvas no norte do Nordeste brasileiro em diferentes épocas do ano.

Neste trabalho a série histórica elencada e corrigida estatisticamente, foi de trinta e um anos (1989-2019), para os seis mais representativos municípios serranos. Os resultados dessas análises foram expostos na Tabela 4 e no Gráfico 2, e revelaram que o município mais chuvoso dentre os elencados é Guaramiranga (Platô Úmido, Vertente Oriental e Vertente Ocidental), com uma média histórica, na série de dados compilados, de 1519.4mm, seguido pelo município de Pacoti (Platô úmido e Vertente Ocidental) com média histórica de 1399.4mm, fato justificado pela orientação das vertentes e a localização destes municípios a barlavento (propensão a ocorrência de chuvas orográficas). Já os municípios serranos que apresentam *médias* precipitação menores que os já citados, são, respectivamente, Aratuba (Platô Úmido e Vertente Meridional) com 1078.3mm, Mulungu (Platô Úmido e Vertente Ocidental) com 1037.1mm, fato justificado pela localização de ambos, com áreas inseridas nas vertentes menos úmidas (a sota-vento orientadas para o sertão semiárido).

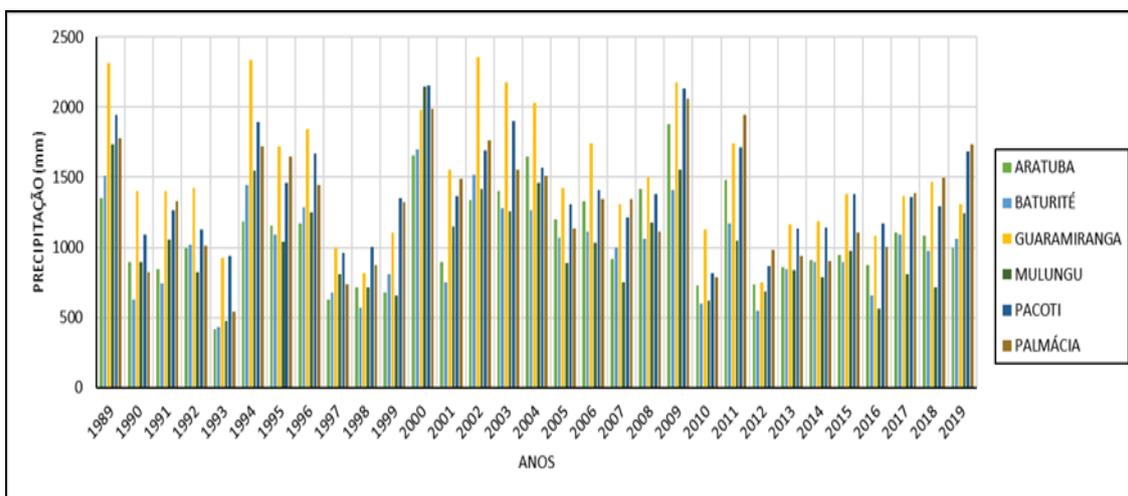
O município de Palmácia (Vertente Setentrional) apesar de apresentar altitude intermediária, localiza-se sobre as vertentes orientadas para o litoral (consequentemente mais úmidas), recebendo boa carga de chuvas com média histórica de 1316.7mm. Por fim, dentre todos os municípios, Baturité localizado nos Pé-De-Serra Subúmido e na Vertente Oriental é o que apresenta a menor média da série histórica, 1004.1mm, em função, sobretudo, de sua altitude.

Tabela 4. Totais pluviométricos anuais dos municípios do Maciço de Baturité (CE) - (1989 - 2019).

ANOS	ARATUBA	BATURITÉ	GUARAMIRANGA	MULUNGU	PACOTI	PALMÁCIA
1989	1348.3	1509.5	2313.7	1736.2	1945.3	1776.9
1990	896.9	628	1404	897.7	1090	823.6
1991	848.5	742	1404.9	1058.1	1264.5	1326.8
1992	996.3	1020.5	1420.7	823	1125.9	1015
1993	416.3	434.5	923	479.1	937	543.9
1994	1185	1444.5	2332.4	1548.1	1894.2	1719.9
1995	1157.3	1092.8	1719.4	1042.7	1458.1	1645
1996	1171.6	1284.3	1842.7	1246.7	1669.6	1446
1997	624.7	680.4	997.8	811.2	957.9	740
1998	714.1	570.9	818.9	717	1003.5	871.8
1999	677.9	807.3	1107	658.1	1353.5	1325.5
2000	1653	1699.5	1979.8	2149.9	2156.1	1985.9
2001	895.2	753.9	1550.8	1151.3	1366.1	1486.1
2002	1339.1	1518.1	2357.1	1418.5	1688.1	1764.2
2003	1403.7	1279.4	2178.7	1259.3	1899.8	1551.9
2004	1647.5	1263.3	2029.9	1462	1571.9	1513.8
2005	1196	1068.3	1421.9	889.9	1308.1	1137.2
2006	1326.4	1110.6	1744	1031	1409.6	1341.5
2007	915.7	998	1306.2	754.7	1213.6	1343.4
2008	1415	1059.4	1503	1177.8	1382.4	1110.1
2009	1881.7	1412.6	2176	1556	2134.9	2059.4
2010	729	600.6	1127.6	620	814.3	786.4
2011	1479.3	1167.4	1742.7	1050.4	1711.5	1945.4
2012	737	550.4	747.6	686.4	869.6	984.2
2013	857	844.9	1165.7	834.5	1134.3	936
2014	912.95	892.7	1182.8	788.5	1142.4	901.2
2015	949	899	1379.7	977	1378.5	1105.8
2016	871.5	658.8	1085.9	561	1171.4	1006.9
2017	1105.5	1091.8	1363.6	806	1356	1391
2018	1081.2	978.6	1463.9	717	1290	1497.6
2019	995.8	1064.1	1310.1	1242.2	1682.6	1734.3
MÉDIA	1078.3	1004.1	1519.4	1037.1	1399.4	1316.7

Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Gráfico 2. Totais pluviométricos anuais dos municípios do Maciço de Baturité (CE) - (1989 - 2019).

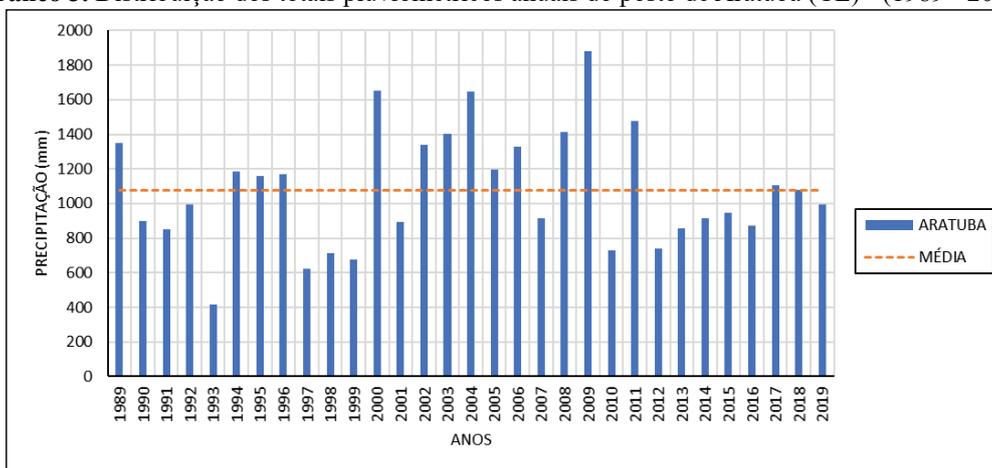


Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

A análise individual da distribuição dos totais por posto pluviométricos municipais, permitiu o conhecimento dos anos acima da média na série histórica por município, bem como a frequência relativa de ocorrência em relação ao todo.

Para o posto de Aratuba (Gráfico 3) verificou-se quinze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 48,38%.

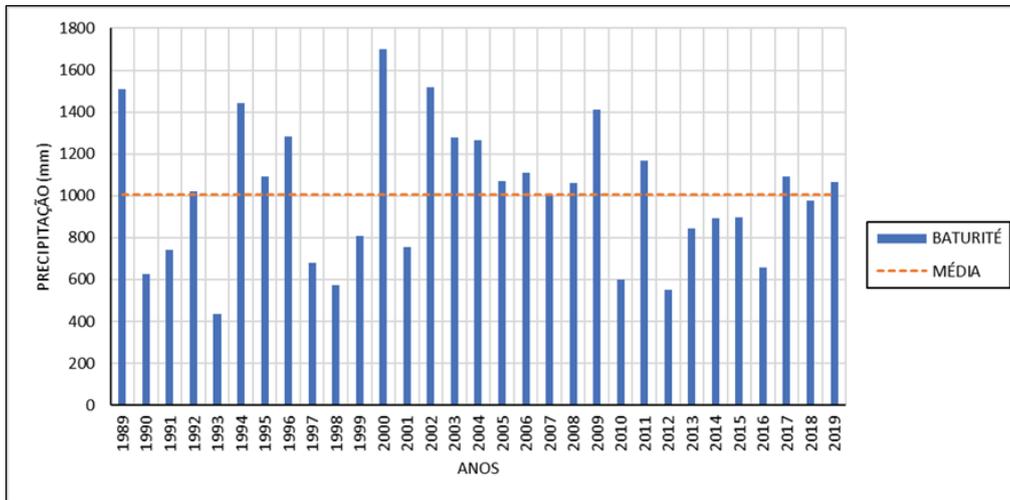
Gráfico 3. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Aratuba (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Baturité (Gráfico 4) verificou-se dezesseis anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 51,61%.

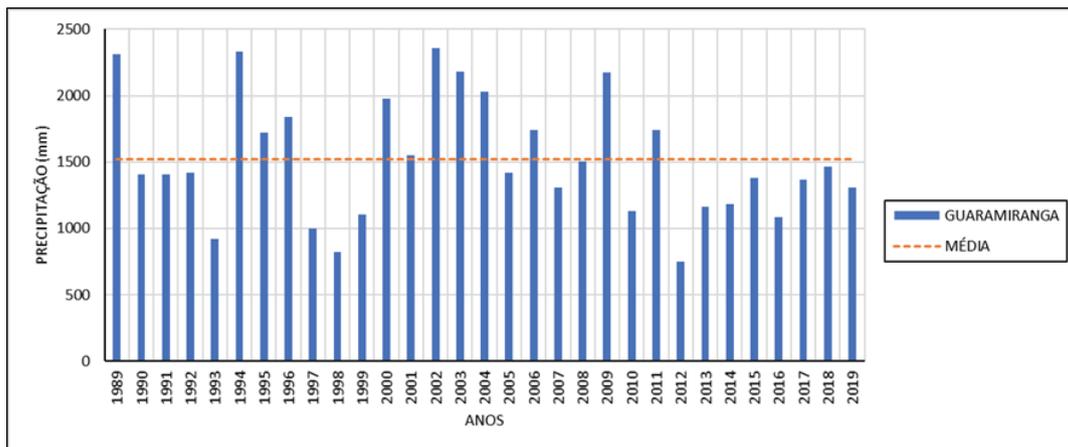
Gráfico 4. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Baturité (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Guaramiranga (Gráfico 5) verificou-se doze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 38,70%.

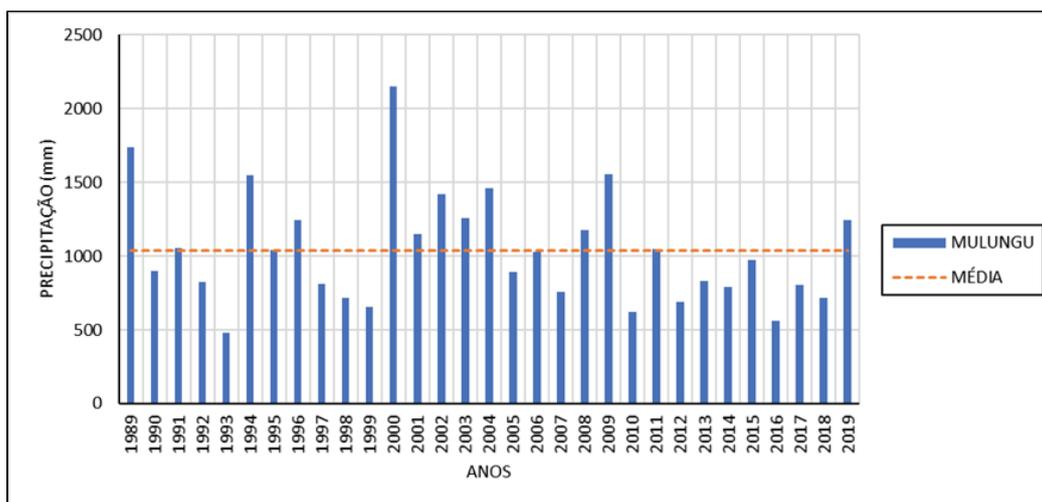
Gráfico 5. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Guaramiranga (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Mulungu (Gráfico 6) verificou-se quatorze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 45,16%.

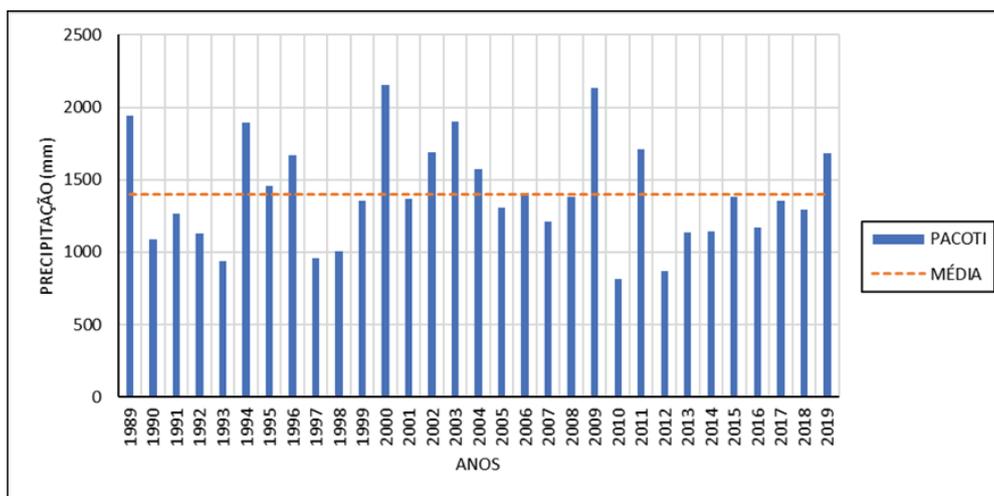
Gráfico 6. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Mulungu (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Pacoti (Gráfico 7), assim como no posto de Guaramiranga, verificou-se doze anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 38,70%.

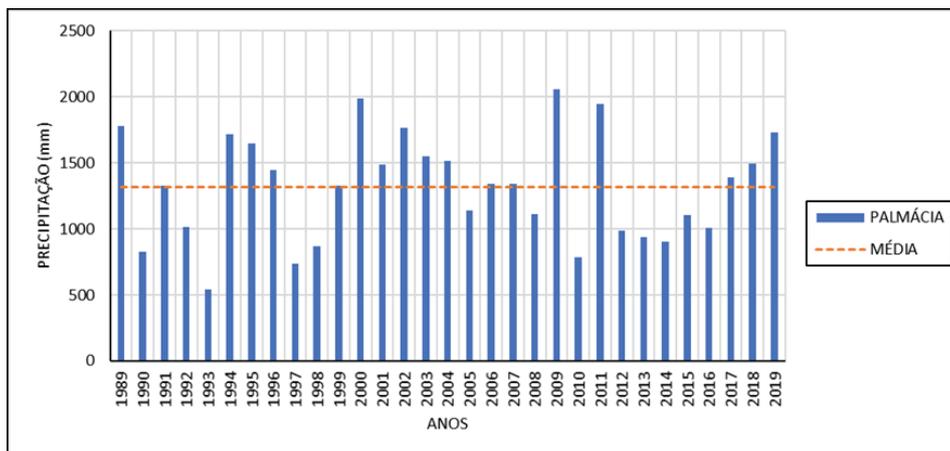
Gráfico 7. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Pacoti (CE) - (1989 - 2019).



Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Para o posto de Palmácia (Gráfico 8), verificou-se dezoito anos de precipitação acima da média histórica, o que representa uma frequência relativa de ocorrência em relação ao todo de 58,06%.

Gráfico 8. Distribuição dos totais pluviométricos anuais do posto de Palmácia (CE) - (1989 - 2019).



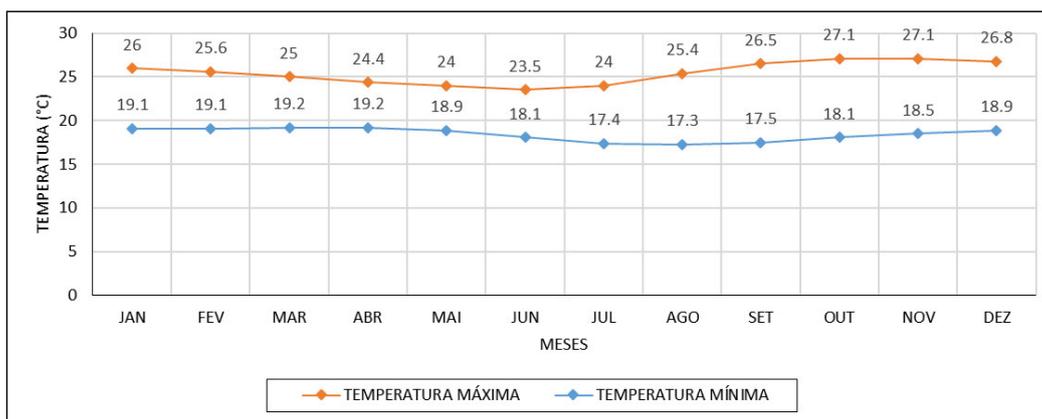
Fonte: FUNCEME (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Normal Climatológica do Brasil (1981-2010) – Guaramiranga (CE)

A análise dos dados da Normal Climatológica de Guaramiranga (Platô úmido), possibilitou confirmar as características particulares do clima do maciço. Os Gráficos 9 e 10, representam respectivamente, os dados de temperatura máxima e mínima e a temperatura média compensada.

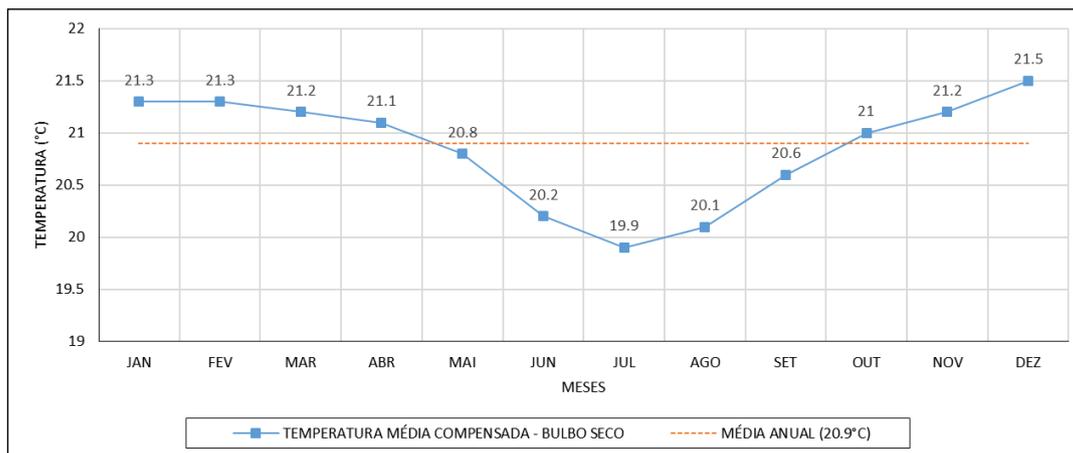
Em ambos os gráficos, observa-se que os dados de temperatura, seguem o comportamento característico dos climas tropicais, onde os meses que apresentam as temperaturas mais amenas são junho, julho, agosto e setembro (para a temperatura mínima e média compensada, durante o inverno austral) e os demais possuem temperaturas típicas de áreas serranas intertropicais (fator climático altitude/latitude). As maiores máximas são registradas em outubro (27.1°C), novembro (27.1°C) e dezembro (26.8°C). Já menores temperaturas mínimas estão nos meses de junho (18.1°C), julho (17.4°C), agosto (17.3°C) e setembro (17.5°C). Os valores de temperatura média compensada demonstram similaridades com os demais, os meses mais frios são maio (20.8°C), junho (20.2°C), julho (19.9°C), agosto (20.1°C) e setembro (20.6°C) e o mais quente é dezembro (21.5°C) durante o verão austral e a pré-estação chuvosa, já a temperatura média anual do município é de 20.9°C.

Gráfico 9. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Temperatura Máxima e Mínima (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

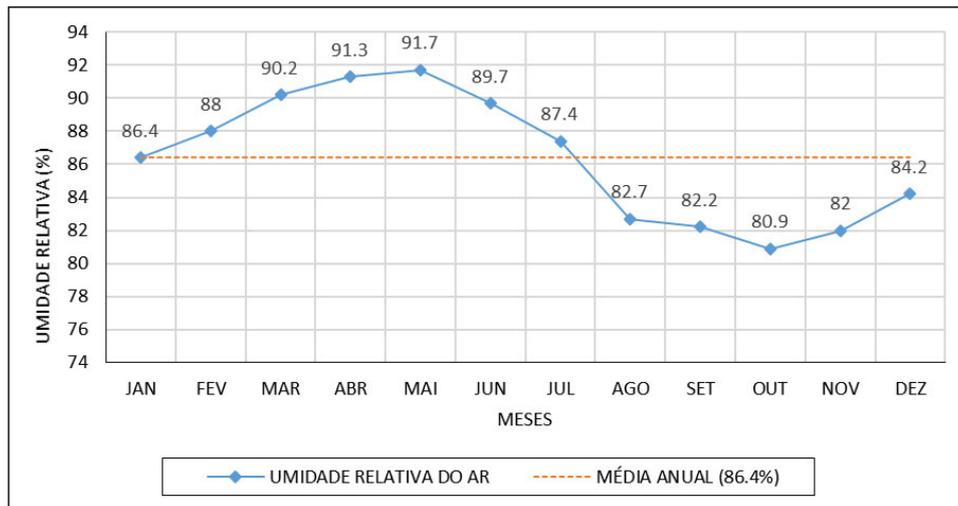
Gráfico 10. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Temperatura Média Compensada – Bulbo Seco (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

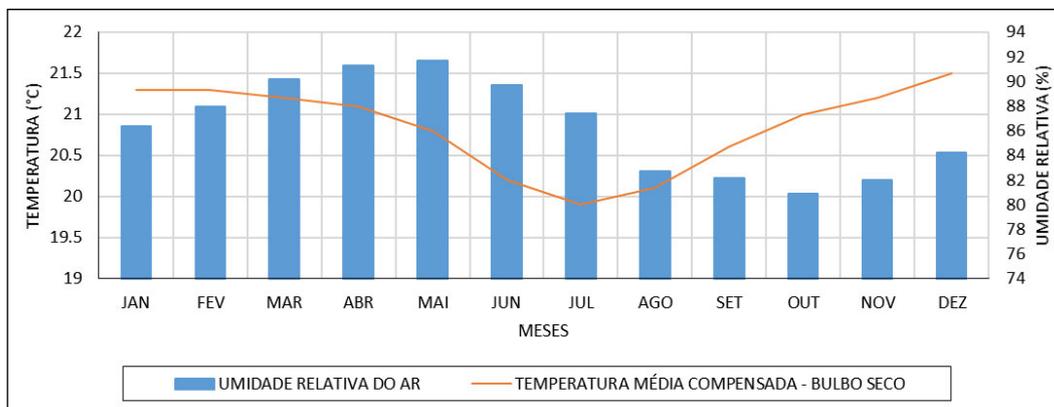
Aos valores expostos no Gráfico 11, demonstram que a umidade relativa do ar é alta durante todo o ano (característica serrana – fator altitude), ou seja, com valores médios sempre superiores a 80% (média anual 86.4%), sendo o maior registrado no mês de maio (91.7%) durante o período chuvoso e o menor registrado no mês de outubro (80.9%) durante o período seco. Nota-se que os menores valores médios ocorrem a partir do segundo semestre com o aumento dos índices de insolação. No Gráfico 12, são correlacionados esses valores com os de temperaturas *média* compensada, expondo a relação direta entre os parâmetros climáticos, isto é, quanto mais amenas as temperaturas, maiores serão os valores de umidade, sendo o inverso também válido, quanto maiores às temperaturas, menores serão os valores de umidade relativa do ar.

Gráfico 11. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Umidade Relativa do Ar (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

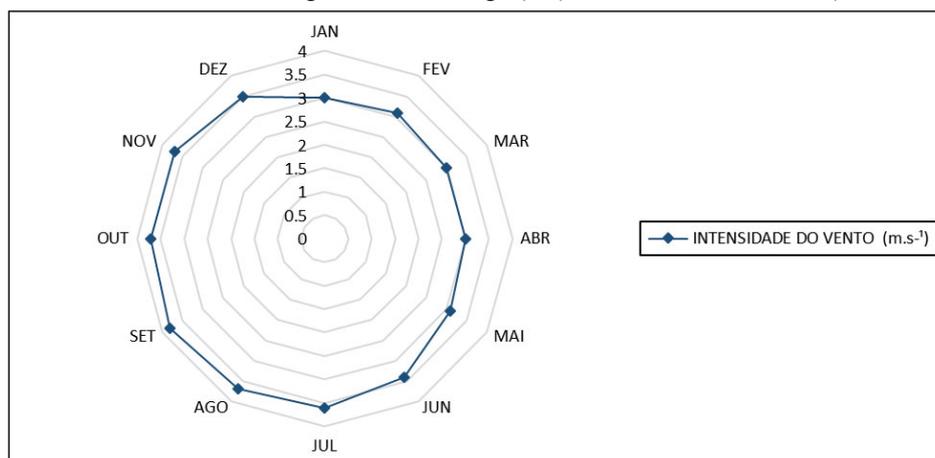
Gráfico 12. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Umidade Relativa do Ar X Temperatura Média Compensada – Bulbo Seco (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Na Tabela 5 e no Gráfico 13, é possível analisar as características dos ventos no maciço, onde podem ser destacados dois aspectos: primeiro, o fato de que a direção predominante dos ventos durante a maior parte do ano é leste (E) (apenas no mês de janeiro existe a predominância da direção NE); segundo, o aumento da intensidade a partir do segundo semestre com a entrada dos ventos alísios de sudeste (SE) (durante o inverno e a primavera no hemisfério Sul). As maiores velocidades estão nos meses da primavera, mais especificamente no mês de setembro (intensidade média de 3.8 m.s^{-1}) e as menores intensidades nos períodos da pré-estação chuvosa e chuvoso (verão/outono), respectivamente nos meses janeiro, março e abril, todos com o valor médio de 3.0 m.s^{-1} .

Gráfico 13. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Intensidade do Vento (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

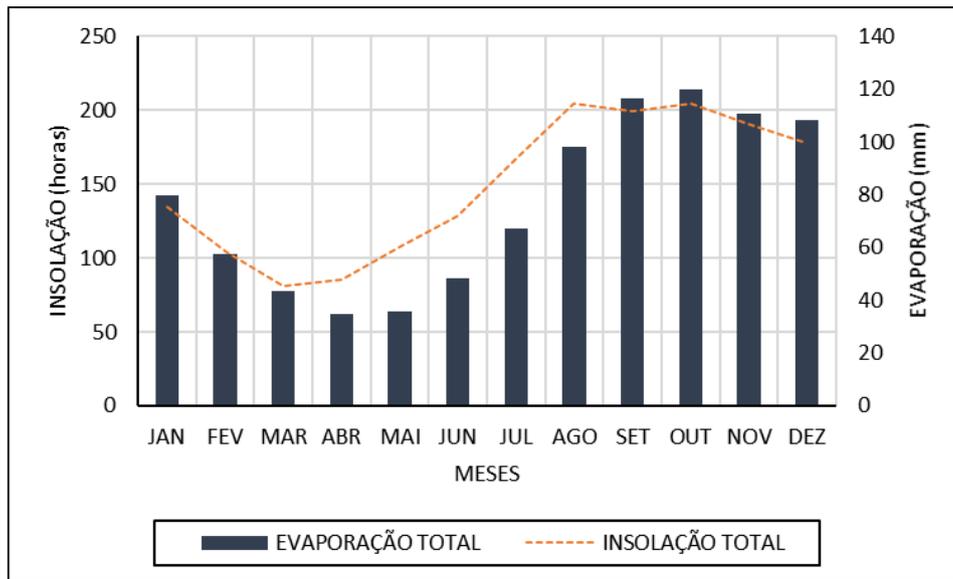
Tabela 5. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Direção Predominante do Vento, Direção Resultante e Intensidade do Vento (1981 - 2010).

DADOS DE VENTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
DIREÇÃO PREDOMINANTE DO VENTO (Pontos cardeais e colaterais)	NE	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
DIREÇÃO RESULTANTE (graus)	73.0	77.0	78.0	88.0	99.0	103.0	103.0	94.0	86.0	81.0	75.0	73.0
INTENSIDADE DO VENTO (m.s⁻¹)	3.0	3.1	3.0	3.0	3.1	3.4	3.6	3.7	3.8	3.7	3.7	3.5

Fonte: INMET (2019). Organizado pelos autores (2022).

O Gráfico 14, traz os valores da normal de insolação e evaporação total para o município, onde estes se apresentam diretamente proporcionais (similaridade das curvas dos valores). Nota-se que os maiores índices ocorrem a partir do segundo semestre, durante o período seco entre os meses de agosto (204.7h), setembro (199.4h), outubro (204.4h), novembro (190.5h) e dezembro (177.9h). Já os menores índices ocorrem no período chuvoso em março (81.4h) e abril (85.3h) período de alta nebulosidade (máxima atividade convectiva da ZCIT). Consequentemente os valores de evaporação são maiores nos meses de setembro (116.5mm), outubro (120.1mm), novembro (110.7mm) e dezembro (108.1mm) e menores nos meses chuvosos como março (43.6mm), abril (34.7mm) e maio (35.6mm). Diante do exposto, confirma-se a máxima de que quanto maior a insolação maior será a evaporação.

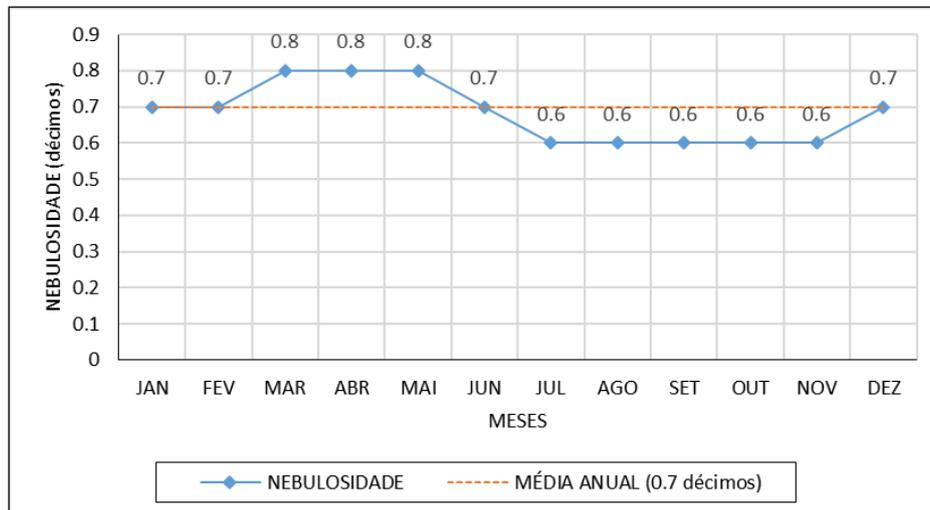
Gráfico 14. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Insolação Total x Evaporação Total (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Os valores de nebulosidades expressos no Gráfico 15, indicam que durante todo o existe alta nebulosidade no município, característica marcante em serras úmidas (fator altitude), os valores em décimos mais próximo de 1 (totalidade da abóboda celeste coberta), se encontram nos meses do trimestre mais chuvoso (março-abril-maio) com 0,8 décimos (8/10), já os menores valores de nebulosidade ocorrem a partir do segundo semestre (inverno-primavera), no trimestre menos chuvoso (setembro-outubro-novembro) os valores atingem pouco mais da metade da abóboda celeste coberta (0,6 décimos – 6/10). A média anual é de 0.7 décimos.

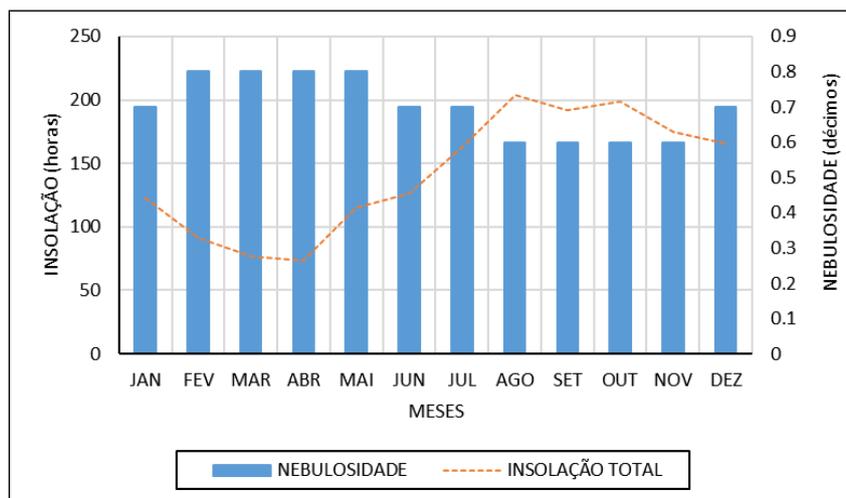
Gráfico 15. Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Nebulosidade (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

O Gráfico 16, apresenta a correlação dos valores de nebulosidade com os de insolação (inversamente proporcionais), verifica-se, de forma didática, no comportamento das curvas dos valores, que quando a nebulosidade é alta, a insolação é baixa, ocorrendo o contrário quando as condições se invertem.

Gráfico 16. Fortaleza (CE): Normal Climatológica Guaramiranga (CE) – Nebulosidade x Isolação Total (1981 - 2010).



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Balanço hídrico normal

Para o cálculo do balanço hídrico normal dos municípios da área de estudo, foram utilizados os dados das temperaturas médias mensais estimadas, a latitude, a altitude e as médias mensais dos totais pluviométricos dos seis postos trabalhados (série histórica - 1989-2019) e os valores da capacidade de água disponível no solo (CAD) (Tabela 6).

Tabela 6. Valores do CAD para o cálculo do balanço hídrico normal.

POSTOS	CÓDIGO	VALOR DO CAD (mm)
ARATUBA	15	120.9
BATURITÉ	22	120.9
GUARAMIRANGA	54	120.9
MULUNGU	98	120.9
PACOTI	105	120.9
PALMÁCIA	108	103.2

Fonte: INMET (2019). Organizado pelos autores (2022).

Estes dados foram inseridos na planilha da DCE-ESALQ/USP desenvolvida no ambiente EXCEL TM, para o cálculo do balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), elaborada por Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998), e os resultados estão expostos abaixo.

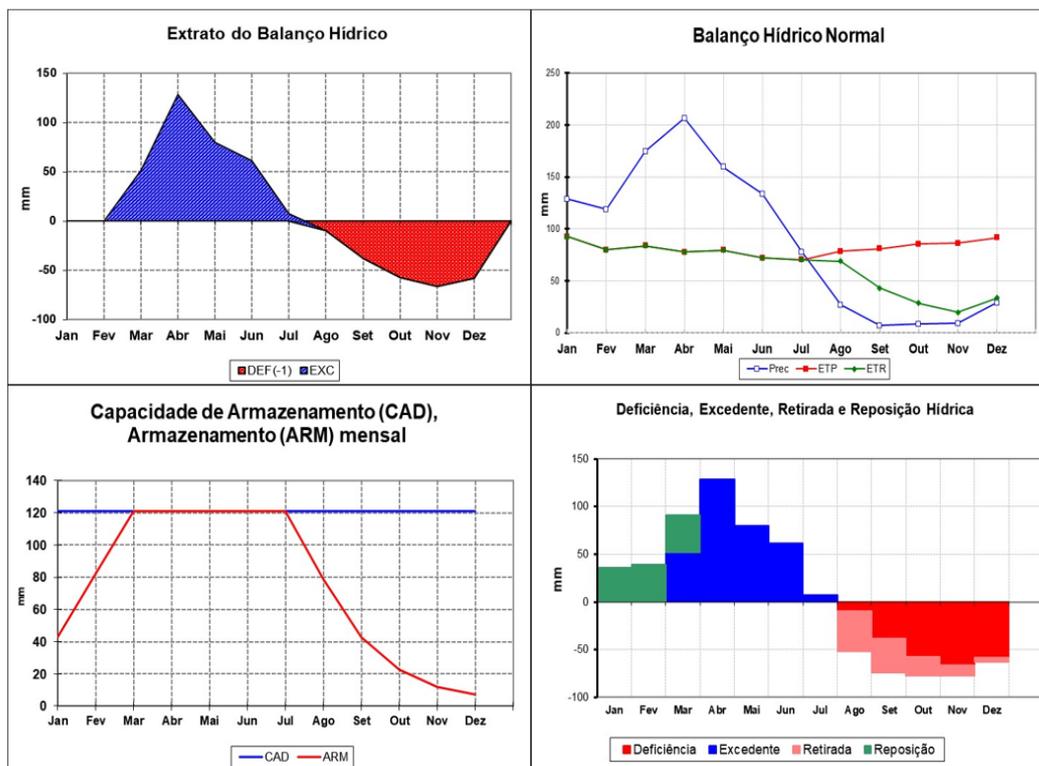
Para o município de Aratuba temos, Tabela 7 e Gráfico 17:

Tabela 7. Balanço hídrico normal - Aratuba (CE) - (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – ARATUBA (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a julho (pré-estação chuvosa e período chuvoso) e negativos de agosto a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 92.7mm em janeiro e 19.8mm em novembro, totalizando 749mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de agosto a dezembro, totalizando 229.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre de março a julho, totalizando 329.2mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de março a julho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de agosto a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre de janeiro a março (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 17. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Aratuba (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

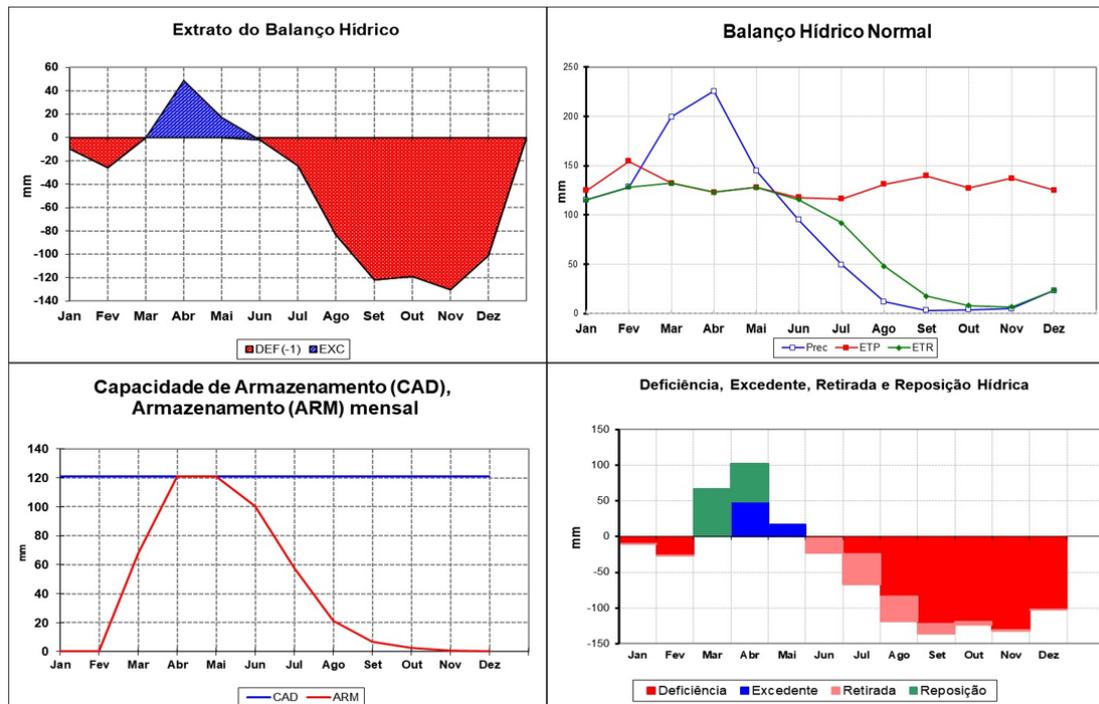
Para o município de Baturité temos, Tabela 8 e Gráfico 18:

Tabela 8. Balanço hídrico normal - Baturité (CE) - (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL - BATURITÉ (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Os valores positivos estão nos meses de março, abril e maio (período chuvoso) e os negativos na pré-estação chuvosa em janeiro, no início do período chuvoso em fevereiro e de junho a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 132.2mm em março e 6.4mm em novembro, totalizando 938mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de janeiro, fevereiro e junho (no primeiro semestre) e de julho a dezembro (no segundo semestre), totalizando 618.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de março, abril e maio, totalizando 66mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre em apenas dois meses, abril e maio, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre em janeiro e fevereiro (pré-estação e estação chuvosa), e de junho a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de março e abril (onde são registrados os maiores índices de precipitação durante a estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 18. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Baturité (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

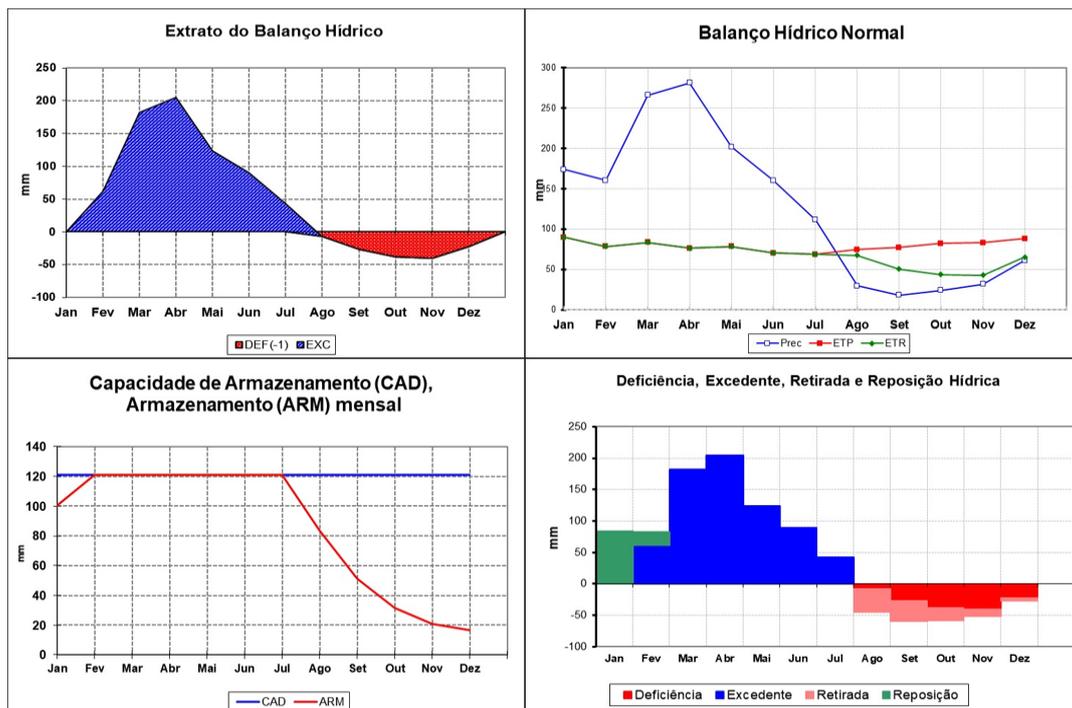
Para o município de Guaramiranga temos, Tabela 9 e Gráfico 19:

Tabela 9. Balanço hídrico normal - Guaramiranga (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – GUARAMIRANGA (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a julho (pré-estação chuvosa, período chuvoso e início do inverno austral – período seco) e os negativos de agosto a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 90mm em janeiro e 42.6mm em novembro, totalizando 813.8mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de agosto a dezembro (segundo semestre), totalizando 136.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de fevereiro a julho, totalizando 705.6mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de fevereiro a julho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de agosto a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro e fevereiro (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 19. Fortaleza (CE): Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Guaramiranga (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

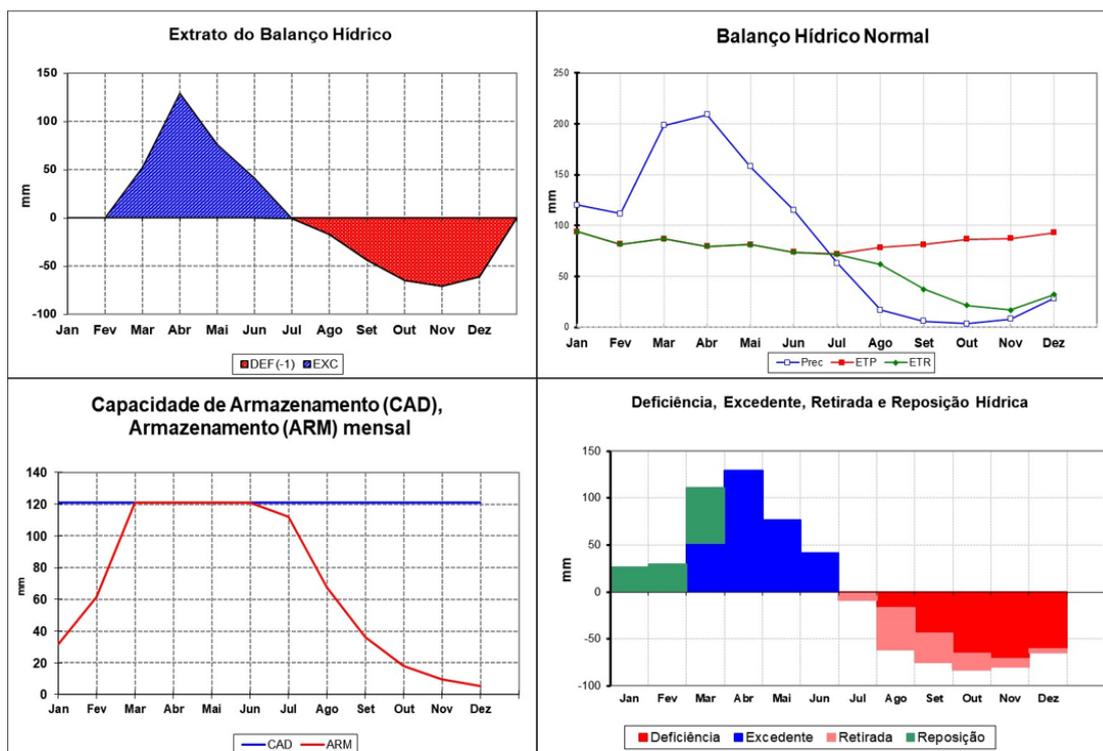
Para o município de Mulungu temos, Tabela 10 e Gráfico 20:

Tabela 10. Balanço hídrico normal - Mulungu (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – MULUNGU (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a junho (pré-estação chuvosa, período chuvoso e início do inverno austral – período seco) e os negativos de julho a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 93.9mm em janeiro e 16.8mm em novembro, totalizando 737.9mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de julho a dezembro (segundo semestre), totalizando 257.4mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de março a junho, totalizando 299.2mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de março a junho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de julho a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro a março (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 20. Fortaleza (CE): Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Mulungu (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

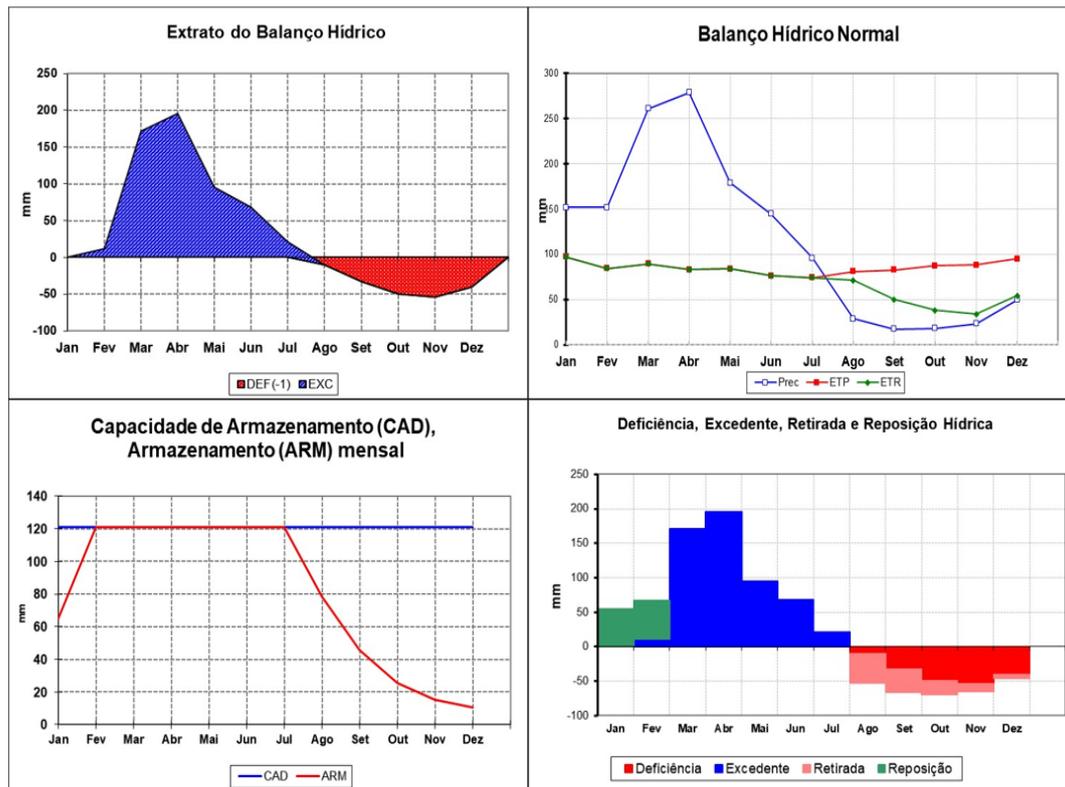
Para o município de Pacoti temos, Tabela 11 e Gráfico 21:

Tabela 11. Balanço hídrico normal - Pacoti (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – PACOTI (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a julho (pré-estação chuvosa, período chuvoso e início do inverno austral – período seco) e os negativos de agosto a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 97mm em janeiro e 33.9mm em novembro, totalizando 835.2mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de agosto a dezembro (segundo semestre), totalizando 187.1mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de fevereiro a julho, totalizando 564.1mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre de fevereiro a julho, momento em que os valores igualam o valor do CAD (120.9mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de agosto a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro e fevereiro (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 21. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Pacoti (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2022).

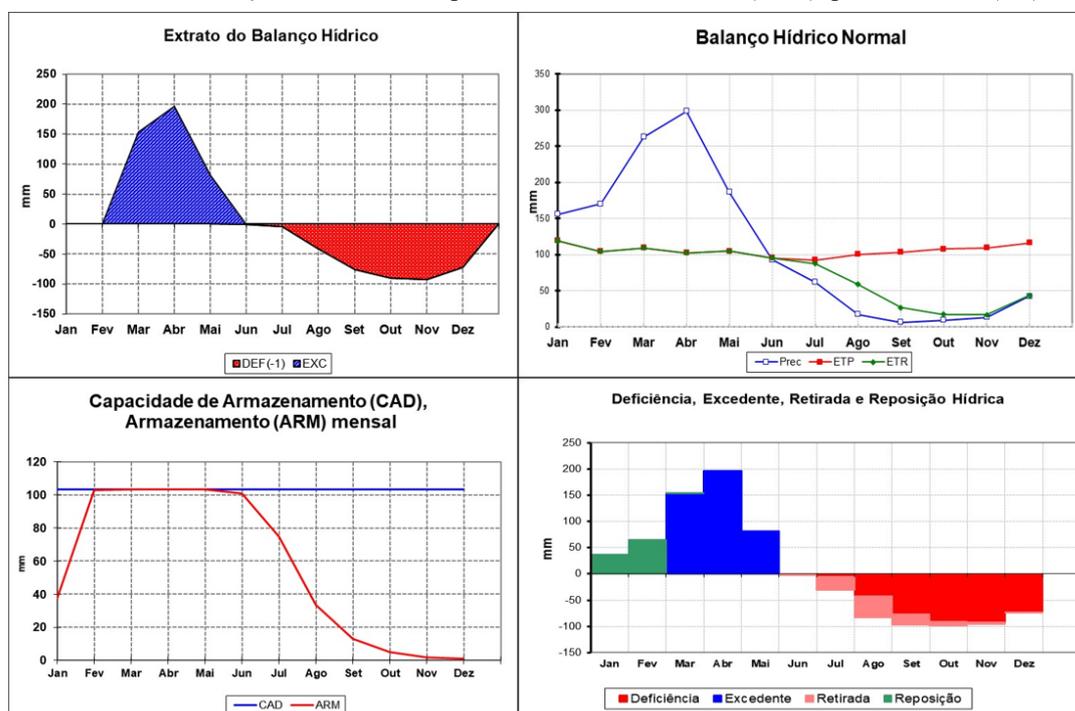
Para o município de Palmácia temos, Tabela 12 e Gráfico 22:

Tabela 12. Balanço hídrico normal - Palmácia (CE) – (1989-2019) – Informações e análises.

BALANÇO HÍDRICO NORMAL – PALMÁCIA (1989-2019)	INFORMAÇÕES E ANÁLISES
Precipitação-Evapotranspiração Potencial (P-ETP)	Valores positivos de janeiro a maio (pré-estação chuvosa e período chuvoso) e os negativos de junho a dezembro (período seco).
Evapotranspiração Real (ETR)	Valores variando entre 119.2mm em janeiro e 16.5mm em novembro, totalizando 885.2mm no período analisado.
Déficit (DEF)	O déficit hídrico ocorre de julho a dezembro (segundo semestre), totalizando 378.9mm.
Excedente (EXC)	O excedente hídrico ocorre nos meses de março, abril e maio, totalizando 431.4mm.
Armazenamento (ARM)	O armazenamento ocorre em março, abril e maio, momento em que os valores igualam o valor do CAD (103.2mm).
Retirada (RET)	A retirada hídrica ocorre de junho a dezembro (período seco).
Reposição (REP)	A reposição hídrica ocorre nos meses de janeiro a março (pré-estação chuvosa e estação chuvosa).

Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificação, análise e elaboração: os autores (2022).

Gráfico 22. Balanço hídrico normal, por Thornthwaite e Mather (1955), para Palmácia (CE).



Fonte: Rolim, G. S; Sentelhas, P.C. e Barbieri, V. (1998). Modificado pelos autores (2019).

Após o cálculo e as análises do balanço hídrico normal, fica evidenciado a importância de fatores como a altitude e o direcionamento das vertentes na distribuição da precipitação e, conseqüentemente, na recarga dos aquíferos e reservatórios da área, bem como nos momentos de excedente e déficit hídrico dos municípios do maciço.

Transecto topoclimático

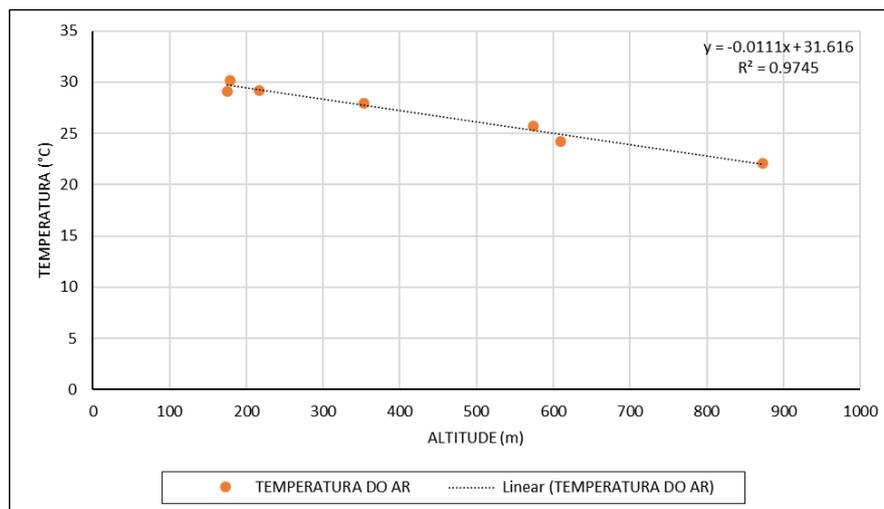
A coleta dos dados primários através do transecto topoclimático, possibilitou a verificação da correlação existente entre a altitude e os parâmetros climáticos aferidos pelos dataloggers (temperatura e umidade do ar). Neste trabalho os aparelhos de coleta foram programados para medir as variáveis de trinta em trinta minutos, durante dezenove dias entre agosto e setembro de 2019. Os resultados foram tabulados e tratados estatisticamente e estão descritos abaixo.

Para a análise da relação entre altitude e temperatura do ar, o valor do R quadrado (R^2) foi de 0.9745. O R^2 também conhecido como coeficiente de determinação diz o quanto o comportamento de uma variável pode ser explicado através do modelo. No caso 97% do comportamento da variável temperatura pode ser explicado pelo modelo analisado. Analisando o resultado da anova (0), conclui-se que o modelo é estatisticamente válido. Para equação da reta e aplicação do modelo, foi calculado o valor do coeficiente de intercessão: (31.6160) e do coeficiente angular (-0,01106).

A Equação da reta é expressa por: “ $y = a + b * x$ ”, sendo que “y” é a variável que está sendo predita, “a” corresponde ao confidente de intercessão; “b” o coeficiente angular e “x” a variável independente ou preditora. Deste modo temos que o modelo que explica a relação entre temperatura (y) e a altitude (x) no caso do Maciço de Baturité é $y = -0.0111x + 31.6160$.

Aplicando o modelo temos que a cada 100 metros a temperatura diminui em 1.1°C (Gráfico 23).

Gráfico 23. Maciço de Baturité (CE) - Relação entre as variáveis (temperatura e altitude) e a reta estimada pela regressão (linha pontilhada).



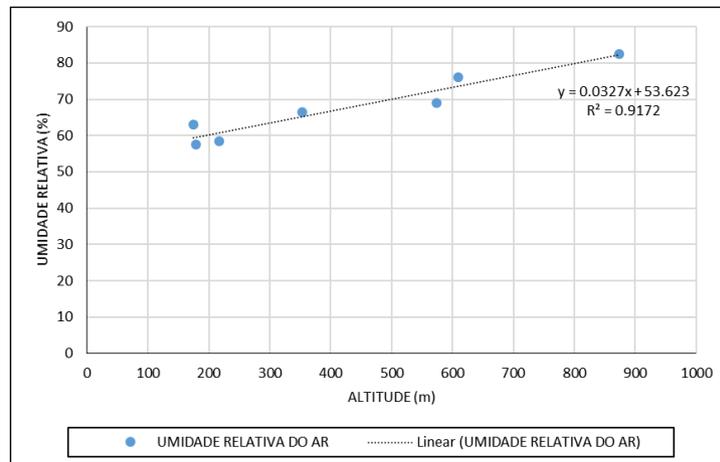
Fonte: Dados coletados em campo. Elaborados pelos autores (2022).

Já para a análise da relação entre altitude e umidade relativa do ar, o valor do R quadrado (R^2) foi de 0.9172. No caso 91% do comportamento da variável umidade relativa pode ser explicado pelo modelo analisado. Analisando o resultado da anova (0), conclui-se que o

modelo é estatisticamente válido. Para equação da reta e aplicação do modelo, foi calculado o valor do coeficiente de intercessão: (53.62256) e do coeficiente angular (0.032734).

O modelo que explica a relação entre Umidade relativa (y) e a altitude (x) para o Maciço é $y = 0.0327x + 53.623$. Aplicando o modelo temos que a cada 100 metros a umidade relativa aumenta 3.27% (Gráfico 24).

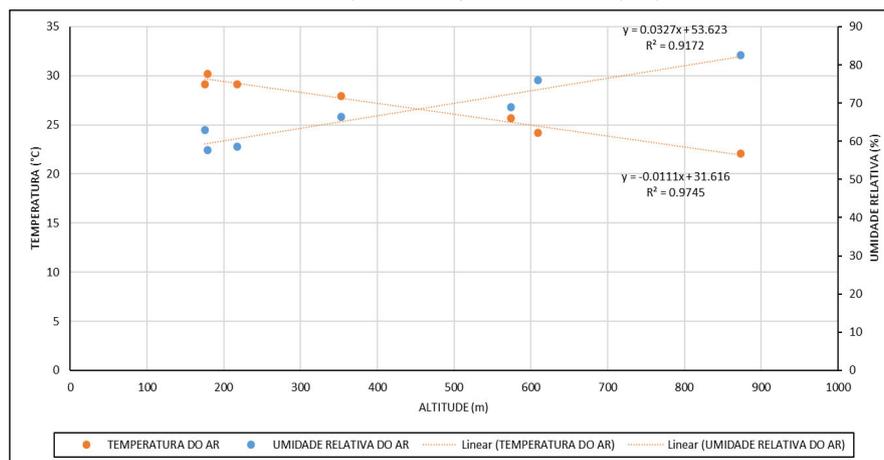
Gráfico 24. Maciço de Baturité (CE) - Relação entre as variáveis (umidade relativa e altitude) e a reta estimada pela regressão (linha pontilhada).



Fonte: Dados coletados em campo. Elaborados pelos autores (2022).

O Gráfico 25, apresenta o comportamento modelado das duas variáveis medidas em relação a altitude no Maciço de Baturité. É notório que a medida em que ocorre o aumento da altitude, os valores de temperatura decrescem, enquanto os valores de umidade relativa aumentam. Portanto, a altitude é comprovadamente um dos fatores climáticos que mais condicionam os parâmetros dos climas (escalas micro e local - topoclimas) da área em estudo.

Gráfico 25. Comportamento da temperatura e umidade relativa do ar em relação a altitude (dados modelados) no Maciço de Baturité (CE).



Fonte: Dados coletados em campo. Elaborados pelos autores (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em concordância com os resultados alcançados, é conclusivo a importância de estudos climáticos, em diferentes escalas de análises, em ambientes de enclaves úmidos do semiárido nordestino, pois possibilitam um maior aporte de conhecimento para orientar trabalhos no que concerne ao planejamento e a gestão dessas áreas por parte dos órgãos públicos. Tendo em vista que o Maciço de Baturité (CE), além do seu potencial em biodiversidade, representa também grande importância na hidrografia no Estado do Ceará, sendo o principal dispersor de drenagem da porção norte-ocidental do Estado (CEARÁ, 1992). A hidrologia de superfície, relacionada ao escoamento superficial, é dependente da influência combinada de vários fatores, tais como, a natureza dos terrenos (predomínio dos terrenos cristalinos), as condições climáticas (mais úmidas), aspectos da vegetação e condicionantes geomorfológicos (IBAMA/UECE, 2002).

Após os estudos dos parâmetros climáticos, outro ponto a se destacar é a comprovação que os climas do Maciço são condicionados por vários controles climáticos, entretanto os dois mais destacados são a altitude (processos adiabáticos e convectivos) e a orientação/disposição das vertentes (barlavento - úmida / sotavento - seca), onde o conjunto e as interações desses elementos, associados à dinâmica atmosférica regional, propiciam as características gerais da diversidade topoclimáticas da área. Fato que justifica, por exemplo, as temperaturas mais amenas e os altos índices pluviométricos, particularidades reconhecidas do maciço que destoam da primazia semiárida do Estado.

Em suma, os estudos geográficos do clima demonstram a sua grande importância na contemporaneidade, tanto para subsidiar ações governamentais no espaço, quanto para a geração e enriquecimento de um maior conhecimento elucidativo de áreas como o Maciço de Baturité. Recomenda-se a realização de trabalhos semelhantes, para as demais áreas serranas no Estado do Ceará, no intuito de desvelar com maior detalhamento suas particularidades climáticas o que favorece uma melhor gestão dos recursos naturais e a proteção da biodiversidade nesses ambientes.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**: Contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. – 7. Ed. rev. e aumentada – São Paulo: Cortez, 2005.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Caracterização do Território Nordestino**. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/area-de-atuacao/regiao-nordeste-estatisticas/nordeste-em-numericos/caracterizacao-do-territorio-nordestino>> Acesso em: 20/01/2018.
- BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília, 2005. 35p.
- CARACRISTI, I. **A Natureza Complexa da Poiésis Climática**: Contribuições Teóricas ao Estudo Geográfico do Clima. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e

- Ciências Humanas, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2007.
- CAVALCANTE, A. M. B. **A Serra de Baturité**. Fortaleza: Edições Livro Técnico, 2005.
- CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**, Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 372p.
- CEARÁ, Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE. **Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité**. Diagnóstico e Diretrizes. Fortaleza: SEMACE, 1992. 136 p. il.
- COSTA, F. G. **Software CELINA 1.0** – Estimativas de Temperaturas Médias Mensais para o Estado do Ceará. Fortaleza, UFC, 2007.
- FREIRE, R. N. L.; CARACRISTI, I. Serra da Penanduba: a Biogeographical Study focused on The Brazilian SemiArid Dry Forest. **INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCE (ONLINE)**, v. 9, p. 107-118, 2020.
- GOMES, Y. B.; CARACRISTI, I. Proposal of Meteorological Minishelter as a Subsidy for Research and Teaching of Climatology. **INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCE (ONLINE)**, v. 10, p. 94-100, 2020.
- IBAMA/UECE, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Universidade Estadual do Ceará – UECE. **Planejamento Biorregional do Maciço de Baturité (CE)**. – Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002, 177p. ilustr.
- MONTEIRO, C. A. de F. “Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas. Perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação”. **RA’E GA O Espaço Geográfico em Análise**, V. 5 n. 5, Resgate de Textos Geográficos, Curitiba: Editora UFPR, 2001.
- RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teórica**, Rio Claro, v. 23 (46-46):288-294, 1993.
- ROLIM, G. S; SENTELHAS, P. C; BARBIERI, V. “Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanço hídrico: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial”. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p 133-137, 1998.
- SANTOS JUNIOR, R. R. ; CARACRISTI, I. . Produção de dados climáticos primários a partir de medições em campo: procedimentos para o estudo do clima na região do açude Castanhão - CE. **Revista GeoNorte**, v. 1, p. 740-753, 2012.
- SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: **Ceará Novo Olhar Geográfico**. Org.: SILVA, J.B.; CAVALCANTE, T.C; DANTAS, E.W.C. 2ª ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.
- ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. Considerações sobre o Clima e a Hidrografia do Maciço de Baturité. In: BASTOS, F. H. (Organizador). **Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011, Cap. 3, p. 61-75.