



ANÁLISE DAS TSM DO ATLÂNTICO E PACÍFICO INFLUENCIANDO NOS VALORES PLUVIOMÉTRICOS DE MUCAMBO (CE) NO ANO DE 2021

Temporal Analysis of Data on Vegetle Coverage and Fire Ocurrence in the Wildlife
Refuge Swallow Stone, Sobral-CE

João Rodrigues de Araújo Júnior

Graduado em Geografia (Licenciatura) pela Univeridade Estadual do Vale do Acaraú - UVA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6320-1251>

joaorodriguesjunior597@gmail.com

Isorlanda Caracristi

Doutora em Geografia e Professora Efetiva do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3863-0270>

icaracristi@hotmail.com

Artigo recebido em 01/06/2022 e aceito em 30/10/2022

RESUMO

A região do semiárido brasileiro se caracteriza por ter uma grande variação anual e interanual nos índices pluviométricos. Desse modo, a previsão meteorológica se mostra necessária, porém muito complexa e suscetível à imprecisão eventual, pois existem diversos sistemas atmosféricos e teleconexões atmosfera-oceano, que interagem entre si e que podem se alterar em escalas de tempo relativamente curtas. O presente trabalho teve o intuito de verificar as configurações das temperaturas superficiais das águas dos oceanos Atlântico e Pacífico, que acabam por influenciar na intensidade da estação chuvosa na região nordeste do Brasil (NEB), incluindo o município de Mucambo (CE). A pesquisa de dados, acerca do período, compreendeu uma análise de informações de instituições meteorológicas e seus prognósticos para o NEB. Foi confirmado que a intensidade pluviométrica registrada em 2021, se comportou de modo previsto com a tendência decorrente das anomalias verificadas nas superfícies dos oceanos Atlântico e Pacífico, sendo um ano de precipitações significativamente abaixo da média. Isso evidencia que os trabalhos de previsão climática têm aperfeiçoado sua precisão quanto à previsão da quadra chuvosa do semiárido brasileiro, muito pertinente em áreas que se caracterizam pela necessidade de políticas públicas voltadas a mitigar a vulnerabilidade da população diante da ocorrência de variações interanuais extremas do regime chuvoso, marcado por chuvas acima da média ou por secas.

Palavras-chave: TSM; Sistemas Teleconectivos; Prognósticos Climáticos para o NEB.

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region is characterized by having a large annual and interannual variation in rainfall. Thus, weather forecasting is necessary, but very complex and susceptible to eventual inaccuracy, as there are several atmospheric systems and atmosphere-ocean teleconnections, which interact with each other and can change in relatively short time scales. The present work aimed to verify the configurations of surface temperatures of the waters of the Atlantic and Pacific oceans, which end up influencing the intensity of the rainy season in the northeast region of Brazil (NEB), including the municipality of Mucambo (CE). The data research, about the period, comprised an analysis of information from meteorological institutions and their forecasts for the NEB. It was confirmed that the rainfall intensity recorded in 2021 behaved as predicted with the trend resulting from the anomalies verified on the surfaces of the Atlantic and Pacific oceans, being a year of precipitation significantly below average. This evidences that climate forecasting works have improved their accuracy in terms of forecasting the rainy season in the Brazilian semiarid region, which is very relevant in areas that are characterized by the need for public policies aimed at mitigating the vulnerability of the population in the face of extreme interannual variations in the regime. rainy season, marked by above-average rainfall or droughts.

Keywords: TSM; Teleconnective Systems; Climate Forecasts for NEB.

1. INTRODUÇÃO

O clima é um dos elementos componentes do ambiente que mais interfere na vida do ser humano. Atualmente, com o desenvolvimento de tecnologias e de conhecimentos, as condições climáticas presentes no espaço deixaram de ser totalmente determinantes para o potencial de desenvolvimento de uma sociedade, pois o desenvolvimento se dá de acordo com o nível e quantidade de recursos técnicos e financeiros à disposição da mesma. Tem-se como exemplo recente o Estado de Israel, que por meio de uma matéria divulgada pela emissora CNN BRASIL em 23 de julho de 2021, observou-se a forma como o problema de estiagem é enfrentado por meio de ações técnico-científicas. Devido ao período de seca intensa de quatro anos e para amenizar esse problema, uma das medidas usadas por Israel foi ionizar as nuvens por meio de *drones*, fazendo assim que ocorresse a precipitação pluviométrica.

Porém, recursos como estes não estão à disposição de grande parte de governos e populações do mundo. De acordo com uma pesquisa publicada na emissora CNN BRASIL¹ (2021), realizada pela Universidade de Maryland² (EUA), as mudanças climáticas em regiões tropicais estão cada vez mais intensas e gerando uma série de problemas socioambientais e econômicos, afetando principalmente as classes ou grupos sociais mais pobres, incluindo prejuízos na área da educação.

¹ NEUMAM, C. Dubai usa *drones* para fazer chuva artificial e conter o calor de quase 50°. **CNN Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/dubai-usa-drones-para-fazer-chuva-artificial-e-conter-calor-de-quase-50c/>. Acesso em: 20 de abr. 2021.

² As mudanças climáticas poderiam prejudicar a educação e o desenvolvimento das crianças nos trópicos. **INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS**, 2019. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/categorias/588443-as-mudancas-climaticas-poderiam-prejudicar-a-educacao-e-o-desenvolvimento-das-criancas-nos-tropicos>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DOI: 10.5281/zenodo.12738534

Isso se agrava se levarmos em consideração que os países presentes em áreas de clima tropical, majoritariamente, são países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, e estes não têm recursos e nem estruturas para sanar as intempéries provenientes das variações e mudanças climáticas. Cria-se um ciclo constante, pois o clima afeta o desenvolvimento dos países pobres das regiões tropicais e assim, continua um quadro de subdesenvolvimento e vulnerabilidade climática. Esse quadro se agrava mais severamente quando se trata de regiões semiáridas, como a do nordeste brasileiro, que apresenta grandes desigualdades sociais e sérios problemas de degradação ambiental, principalmente quando nos referimos aos municípios e distritos rurais do sertão, como é o caso de Mucambo, situado na região noroeste do Ceará (Figura 1).



Figura 1 - Localização do município de Mucambo.
Fonte: IBGE, 2010.

Nesse contexto, a melhoria da eficiência de técnicas e tecnologias de previsão meteorológica se faz muito útil, pois permite prognósticos mais assertivos, possibilitando ações que previnem ou mitiguem as consequências geradas por eventuais secas ou chuvas vultosas padrão histórico, afetando especialmente as populações mais vulneráveis e suscetíveis a desastres em decorrência dos eventos anormais e extremos do clima.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A respeito dos procedimentos metodológicos empregados neste trabalho, foram iniciadas com uma revisão bibliográfica referente às análises das temperaturas superficiais do mar (TSM) voltadas

aos oceanos Atlântico e Pacífico, incluindo estudos climáticos sobre o semiárido brasileiro, como os de autoria de José A. Marengo e Lincoln M. Alves, além de leituras de trabalhos de autores como Serra (1941), Pereira Júnior (2007), Montenegro e Ragab (2012), Hastenrath (1984), Ropelewski e Halpert (1987;1989), Xavier (2001) e Xavier *et al.* (2003).

A contextualização do município de Mucambo em seus aspectos físico-territoriais e populacionais foi obtida por meio de pesquisa no *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Pesquisa e Estatística Econômica do Ceará (IPECE). No que concerne aos dados climáticos, estudos técnicos e prognósticos acerca do regime pluviométrica no ano de 2021, recorreu-se a informações presentes no Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) e no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Técnicos (CPTEC) e na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Os dados foram trabalhados de uma forma integrada, com base em análise dos índices pluviométricos e em um enfoque genético dos sistemas atmosféricos e tele conectivos, a dinâmica das massas de ar sobre os oceanos Pacífico e Atlântico, em decorrência de anomalias em suas temperaturas superficiais, que influenciaram as condições climáticas na região semiárida no referido ano. Foi muito importante a análise dos dados referente às médias de precipitação, índice de aridez e a classificação com base nesses dados. Ademais, foi realizada a construção de um climograma para melhor analisar a distribuição e os volumes pluviométricos registrados ao longo do ano.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Mucambo está localizado a 03° 54 '34 `` sul e a 40° 44' 48" oeste. A sua população é de 14.549 habitantes (IBGE, 2020), distribuídos numa área de 192,190 km², apresentando um relevo com altitude média de 170 metros. Possui taxa de escolarização de 98,6% entre a faixa etária de 5 a 14 anos de idade, porém, possui mortalidade infantil de 12,66 e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de apenas 0,607, situação que se agrava nas populações rurais.

Contendo três distritos: A sede, Carqueijo e Poço Verde. Na questão geoambiental, o relevo é caracterizado por apresentar tabuleiro pré-litorâneo, planície fluvial, e majoritariamente a depressão sertaneja. Os solos se apresentam como Solos Litólicos, Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo. A vegetação característica no município apresenta a Caatinga Arbustiva Aberta, Florestas Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (IPECE, 2009).

O clima se caracteriza por ser tropical Sub-úmido Seco, com um índice de aridez de 52,45. O índice pluviométrico médio de 965,5 mm anual, tendo, em contrapartida, uma média de evapotranspiração atingindo valores de 1861,78 mm anuais, calculada a partir de valores registrados no período de 1974 a 2016, registrados em 17 postos pluviométricos (FUNCEME, 2017). As DOI: 10.5281/zenodo.12738534

temperaturas médias anuais variam entre 26°C e 29°C, e o período de estiagem concentra-se no segundo semestre, com mais de sete meses secos, com redução drástica da umidade relativa do ar, que fica abaixo de 40%, segundo a FUNCEME.

4. A SAZONALIDADE NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

A região do semiárido brasileiro (Figura 2) corresponde a uma área de 98.563 km², representando 11,5% do território do país (IBGE, 2019). Os critérios para a definição de áreas semiáridas podem apresentar variações em seus valores determinantes. Segundo a FAO (1989), as regiões semiáridas apresentam índice de aridez entre 0,20 e 0,50, e chuvas médias anuais entre 300 e 800 mm.



Figura 2 - Mapa do semiárido brasileiro.
Fonte: EMBRAPA, 2018.

No Brasil, a delimitação da região semiárida foi baseada em três critérios técnicos: (I) Precipitação pluviométrica anual inferior a 800 mm; (II) Índice de aridez de até 0,50, calculado a partir de uma série de dados históricos (1961-1990); (III) Risco de seca maior que 60% (PEREIRA JÚNIOR, 2007).

Mesmo com esses diferentes fatores na forma e classificação de regiões semiáridas, a chuva é a variável universalmente comum para classificar os climas predominantes em uma dada porção do espaço. O semiárido brasileiro se caracteriza por apresentar o maior nível de variabilidade espacial e temporal das chuvas, apresentando os valores mais extremos do país em diversos parâmetros meteorológicos: a maior taxa de insolação (2.800 horas por ano), as mais altas médias térmicas (entre 23°C e 28° C), as mais elevadas taxas de evaporação (2.000 mm anuais) e os mais baixos índices pluviométricos, variando entre 500 e 800 mm anuais de modo geral (OLIVEIRA *et al.*, 2006, ALTHOFF *et al.*, 2006).

As ofertas de recursos naturais tais como água, nutrientes do solo e biomassa das plantas, passam por períodos de alta e baixa abundância, ligadas ao período de seca e de chuvas. Assim, a sazonalidade do clima é um fator determinante para a dinâmica natural do semiárido (CARACRISTI, 2006)

Os períodos de maior abundância ocorrem na época chuvosa, que supre a demanda dos processos biológicos, podendo gerar até reserva hídrica para o período de estiagem (CARACRISTI, 2006). Porém, em períodos de secas ocasionais, ocorre o colapso desses processos, devido à escassez anormal de chuvas, gerando grande *déficit* hídrico no solo e nos reservatórios naturais e artificiais de água.

As chuvas irregulares e pouco frequentes, as altas temperaturas, os períodos de estiagem e as mudanças de uso da terra adicionam mais complexidade à hidrografia das regiões semiáridas (MONTENEGRO; RAGAB, 2012). Em vista disso, podemos perceber que a alta variabilidade espaço-temporal e a sazonalidade pluviométrica marcam o regime hidrográfico do semiárido: anos com índices de chuvas acima da média, acarretando enchentes, alagamentos e impactos socioeconômicos aos municípios, e mais frequentemente, anos com índices abaixo da média histórica, acarretando secas intensas e, conseqüente, danos socioambientais.

A variabilidade interanual da pluviometria nessa região está associada a anomalias nos padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre as áreas dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical, que afetam a posição e a intensidade da zona de convergência intertropical (ZCIT), sobre o oceano Atlântico (HASTENRATH, 1984; citado por NOBRE e MELO, 2002).

4.1. Anomalias No Oceano Pacífico

O Oceano Pacífico é o maior oceano do planeta. Assim, qualquer mudança nas temperaturas de suas águas pode aumentar ou diminuir a evaporação, gerando um volume anormal de energia na atmosfera e, por consequência, mudanças no volume de chuvas na porção continental, próximas à região equatorial, justamente onde o semiárido se localiza. Dos fenômenos que ocorrem neste oceano, os que mais afetam o regime pluviométrico no semiárido são o *El Niño* e a *La Niña*.

O *El Niño* (Figura 3) é um fenômeno caracterizado pelas alterações dos padrões normais da TSM, sendo o aquecimento da mesma, e aumento dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, na porção entre a costa peruana e o pacífico oeste. Esse fenômeno altera o clima regional e global, mudando os padrões de vento em nível mundial e afetando os regimes pluviométricos em regiões tropicais e nas áreas de latitudes médias. Nos anos em que ocorre o *El Niño*, devido ao aquecimento da porção oeste do Pacífico, a pressão nessas áreas tende a apresentar valores mais baixos no respectivo oceano. Em paralelo, há um aumento da pressão nas regiões tropicais.

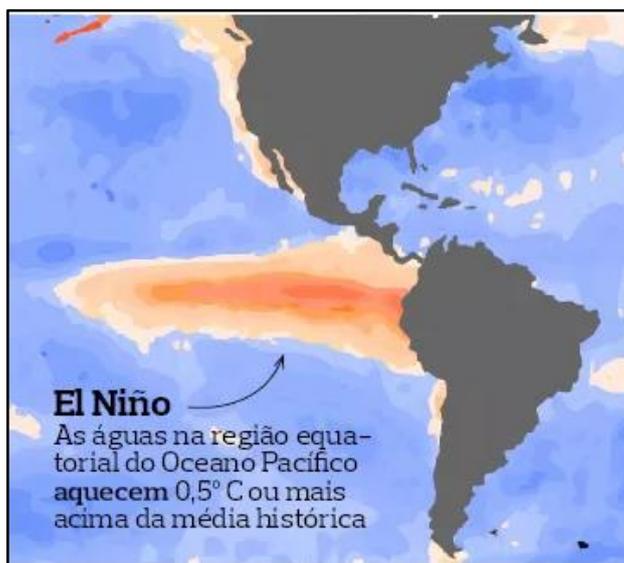


Figura 3 - Configuração de *El Niño*.
Fonte: Globo Rural, 2018.

A baixa pressão e os movimentos ascendentes acelerados e o calor latente de condensação no processo de formação das nuvens modificam a circulação geral da Célula de *Walker*³, gerando movimentos descendentes em outras partes da atmosfera tropical, que acarretam em quedas nos índices pluviométricos. Entre essas regiões afetadas está o semiárido brasileiro.

³ A célula de Walker é uma célula de circulação com movimentos ascendentes no Pacífico Central/Ocidental e movimentos descendentes no oeste da América do Sul e com ventos de leste para oeste próximos à superfície e de oeste para leste em altos níveis da troposfera.

Já a *La Niña* (Figura 4), caracteriza-se por ser um fenômeno oposto ao *El Niño*, sendo marcado por um esfriamento anormal das águas da porção superficial do Pacífico Equatorial, conseqüentemente, a formação de chuvas na porção do semiárido brasileiro se torna mais acentuada. De certa forma, os episódios de *El Niño* e de *La Niña* podem ser caracterizados como cíclicos, porém, não apresentam um período estritamente regular, não tendo um padrão preciso de suas ocorrências.

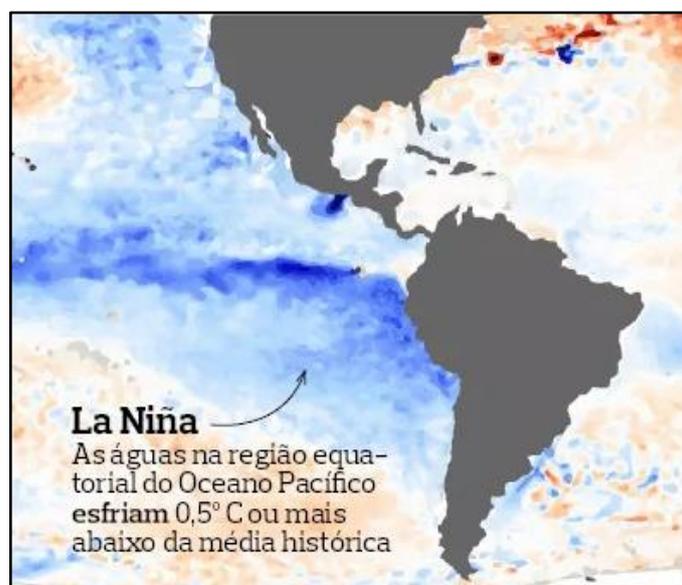


Figura 4 - Configuração de *La Niña*.
Fonte: Globo Rural, 2018.

Ainda assim, vale ressaltar que os episódios de *La Niña* são menos frequentes que os de *El Niño*. Diversos autores como Ropelewski e Halpert (1987; 1989), Xavier (2001) e Xavier *et al.* (2003) mostram que os episódios de *La Niña* e de *El Niño* causam forte influência na quadra chuvosa do nordeste brasileiro, compreendendo os meses de fevereiro, março, abril e maio.

4.2. Anomalias no Oceano Atlântico

O oceano Atlântico Tropical tem um papel fundamental na variação do tempo e do clima nas regiões ao leste dos Andes. Sobre o Brasil, a região semiárida está entre as mais influenciadas pelas circulações atmosféricas e oceânicas do Atlântico Tropical, especialmente pelos padrões anômalos de TSM do Atlântico Tropical que afetam o clima no nordeste brasileiro, inicialmente abordadas no artigo de Serra (1941).

A estrutura norte-sul das anomalias de TSM do Atlântico Tropical é conhecida como dipolo ou gradiente do Atlântico Tropical. Esse dipolo se caracteriza pela ocorrência de gradientes meridionais de anomalias de TSM, que afetam de forma direta a posição latitudinal da ZCIT, o que gera modulações na distribuição sazonal da precipitação pluviométrica sobre o Atlântico Equatorial, na

parte norte do nordeste do Brasil até a parte central da Amazônia (MARENGO e HASTENRATH, 1993; NOBRE e SHUKLA, 1996; UVO *et al.*, 1998; MARENGO, 2004).

Em anos nos quais a TSM sobre o Atlântico Sul, localizado entre a linha do Equador e 15° S, está mais quente que a média de longo período, durante março-abril-maio, no Atlântico Tropical Norte, entre as latitudes 12°N e 20°N, está menos aquecido do que a média, existe a formação de um gradiente meridional de anomalias de TSM no sentido de norte para sul.

Nesta situação se observa paralelamente uma pressão no nível do mar (PNM) mais baixa do que a média sobre o Atlântico Sul e mais alta do que a média sobre o Atlântico Norte, fazendo assim com que se forme uma área de baixa pressão na porção do Atlântico Sul e de alta no Atlântico Norte, sendo configurado o Dipolo Negativo do Atlântico Tropical (Figura 5).

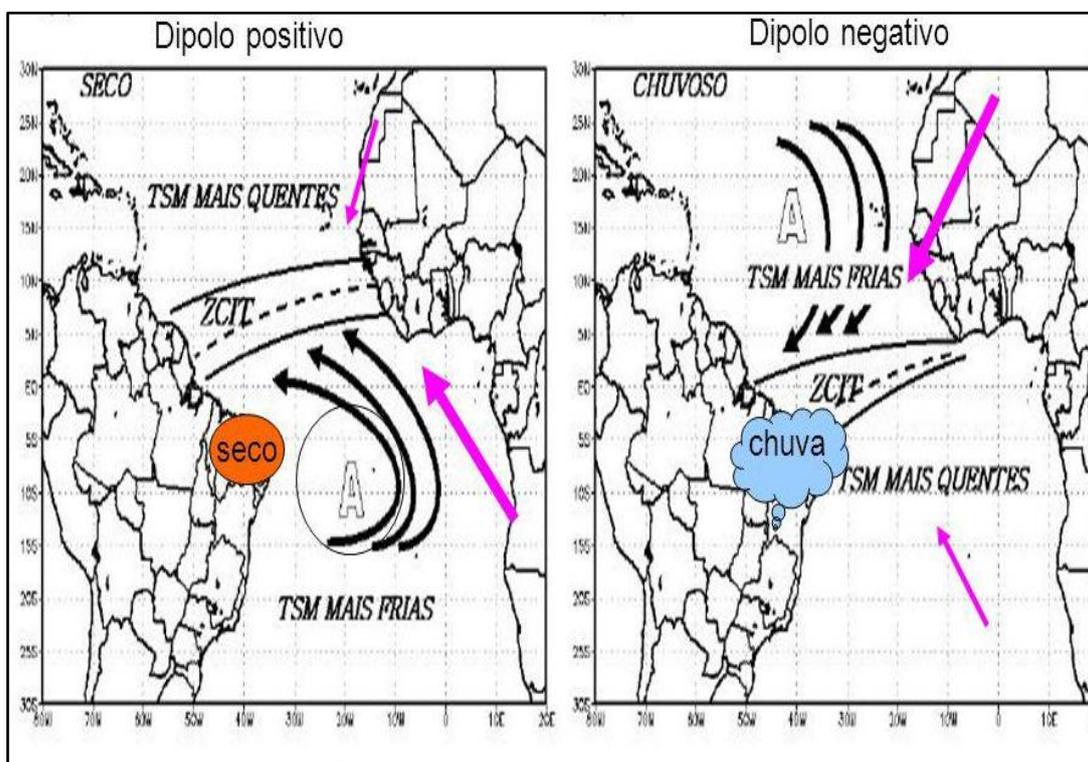


Figura 5 - Ilustração do Dipolo positivo e negativo do Atlântico.
Fonte: INPE(CPTEC), 2007.

Essa configuração faz com que os ventos alísios do sudeste sejam mais fracos do que a média e os alísios do nordeste mais intensos que a média. O eixo de baixa pressão à superfície e confluência dos ventos alísios deslocados mais para o sul, relativamente ao seu posicionamento médio, e totais pluviométricos acima da média sobre o Norte e Nordeste do Brasil (HASTENRATH e HELLER, 1977).

Já no Dipolo Positivo (Figura 5), ocorre o inverso. As áreas entre a linha do Equador e 15° S estão menos aquecidas do que a média, durante março-abril-maio, no Atlântico Tropical Norte, entre

as latitudes 12° N e 20° N mais quente que a média de longo período, existe a formação de um gradiente meridional de anomalias de TSM no sentido de sul para norte, o que gera uma área de baixa pressão na porção norte e de alta na porção sul do Atlântico Tropical, fortalecendo os ventos alísios do sudeste e enfraquecendo os alísios do nordeste, favorecendo uma elevação da posição da ZCIT e uma diminuição nos índices pluviométricos no Norte e nordeste brasileiro.

As circulações atmosféricas anômalas induzidas pelas distribuições espaciais da TSM sobre os oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical afetam o posicionamento da ZCIT sobre o Atlântico, influenciando a distribuição da pluviometria sobre a bacia do Atlântico e norte da América do Sul. Apesar da variabilidade interanual das TSM e os ventos sobre o Atlântico Tropical serem significativamente mais fracos que os observados sobre o Pacífico Equatorial, a referida variabilidade exerce profunda influência nas variações climática sobre a América do Sul em nível global, e sobre a região Nordeste do Brasil (MARENGO *et al.*, 2011).

Vale ressaltar que Kayano e Andreoli (2006) mostram que alguns anos secos e chuvosos no Nordeste não dependem majoritariamente das fases dos ENOS (*El Niño* ou *La Niña*), ou seja, pode ocorrer seca com a presença do fenômeno *La Niña* ou o Pacífico neutro e chuvoso durante um evento de *El Niño*. Os sinais de anomalia da TSM no Atlântico Tropical Sul se manifestaram antes da quadra chuvosa, confirmando a proposta de Giannini *et al.* (2004), onde as anomalias de TSM no Atlântico Tropical podem pré-condicionar às teleconexões dos ENOS e as chuvas no semiárido e áreas adjacentes.

Desse modo, em algumas ocasiões o Atlântico pode apresentar variações de TSM de modo semelhante à variabilidade de ENOS em vários aspectos, devido ao fato de as variações anuais no Pacífico e no Atlântico serem semelhantes, sendo que essa variabilidade interanual no Pacífico e no Atlântico se relaciona com o deslocamento da ZCIT.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Prognóstico da FUNCEME para a quadra chuvosa de 2021

A FUNCEME divulgou em 20 de janeiro de 2021, o prognóstico das chuvas para o Ceará, no trimestre chuvoso que compreende os meses de Fevereiro, Março e Abril de 2021, sendo os meses de maior incidência da ZCIT na região.

As análises foram feitas com base no estudo das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM), nos oceanos Pacífico e Atlântico, no mês de dezembro de 2020. Ao se analisar a superfície do oceano Pacífico, verificou-se que no Pacífico, em sua porção equatorial central e leste, se configurava um resfriamento anormal na superfície marinha, configurando a presença do fenômeno *La Niña*. O Índice

Oceanic Niño Index (ONI), do Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos, registrou um resfriamento anômalo de $-1,3^{\circ}\text{C}$ na superfície do Pacífico no trimestre que compreende o período de outubro, novembro e dezembro.

Indo para o oceano Atlântico, em sua porção tropical sul, observa-se um resfriamento anormal das áreas oceânicas na porção que compreende da costa africana até próximo ao litoral leste do Brasil. Em sua porção equatorial do Atlântico, foi registrado TSM, dentro das médias, sem a presença de anomalias na região próxima à linha do equador. Já na porção do Atlântico Norte, apresentou-se áreas com TSM positivas, isto é, as águas naquela porção registravam temperaturas acima da média, chegando próximas às porções equatoriais.

Desse modo podemos perceber que o modelo de previsão, com base nas TSM, analisadas em janeiro de 2021, com o intuito de prever como seria a quadra chuvosa nos períodos que compreende a fevereiro, março e abril (FMA) de 2021 (Figura 6).

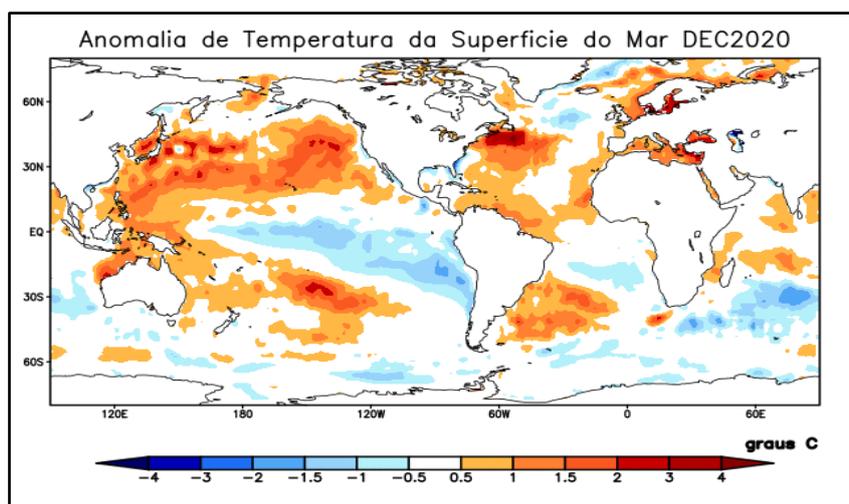


Figura 6 - Campo de Anomalias da Temperatura da Superfície do Mar de Dezembro de 2020.
Fonte: CPTEC/INPE, 2021.

Configurava-se a ocorrência do fenômeno de *Lá Niña* no oceano Pacífico equatorial, mas com relativo enfraquecimento. Já no oceano Atlântico, apresentou-se um aquecimento e resfriamento anormal respectivamente nas porções do Atlântico Norte e Sul, configurando o fenômeno do Dipolo Invertido do Atlântico. Desse modo, com esta configuração térmica das águas oceânicas do Atlântico, se forma uma área de baixa pressão sobre a sua porção norte e de baixa pressão na porção sul.

Com isso, se forma um movimento das massas de ar mais frias da porção sul em direção às áreas de baixa pressão, gerando ventos alísios no sentido Sul-Norte, fazendo com que a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) seja direcionada a porções latitudinais mais ao norte que o seu normal para o período. Isso acarretará uma quadra chuvosa substancialmente menos intensiva

no nordeste brasileiro, em vista a grande importância deste sistema para o regime pluviométrico da região, que estando afastada do Equador, perdera a influência sobre essa porção do continente.

Assim, com base na avaliação atmosférica e oceânica, que alimentam com dados os modelos numéricos e estatísticos globais e regionais de respeitadas instituições de Meteorológicas do Brasil, tais como FUNCEME e CPTEC/INPE, o prognóstico climático para o trimestre FMA em 2021, no estado do Ceará, apontaram para 50% de probabilidade para a ocorrência de chuvas abaixo do normal, 40% de probabilidade para a ocorrência de precipitações dentro de média e 10% de probabilidade para chuvas acima da média.

5.2. Análise dos dados climáticos do ano de 2021 em Mucambo

É importante que se possa compreender a configuração climática e as condições características durante todo o ano no município de Mucambo, analisando os índices de precipitação e as temperaturas médias registradas no decorrer de um ano, para se ter ciência da sazonalidade que se faz presente no município.

Desse modo, podemos ao analisar o climograma (Gráfico 1) a seguir, verificamos que o acumulado anual de chuvas no município de Mucambo foi de apenas 751 mm, ficando muito abaixo da média pluviométrica anual, que é de 965,5 mm, sendo um ano de chuvas mais fracas e com temperaturas bem altas, ficando em quase todos os meses acima da média térmica de 29° C, sendo registrado ao longo dos meses máximas de 31 e 32° C, influenciando para um quadro de baixa pluviometria e alta evapotranspiração.

No gráfico 1, os meses com maior precipitação em Mucambo foram março e abril, registrando 185 e 178 milímetros de precipitação, respectivamente. Vale ressaltar que, as temperaturas mínimas tiveram uma variação anual de apenas 1° C, variando entre 20 e 21° C em 2021, sendo que no período de junho a setembro, as menores mínimas foram registradas.

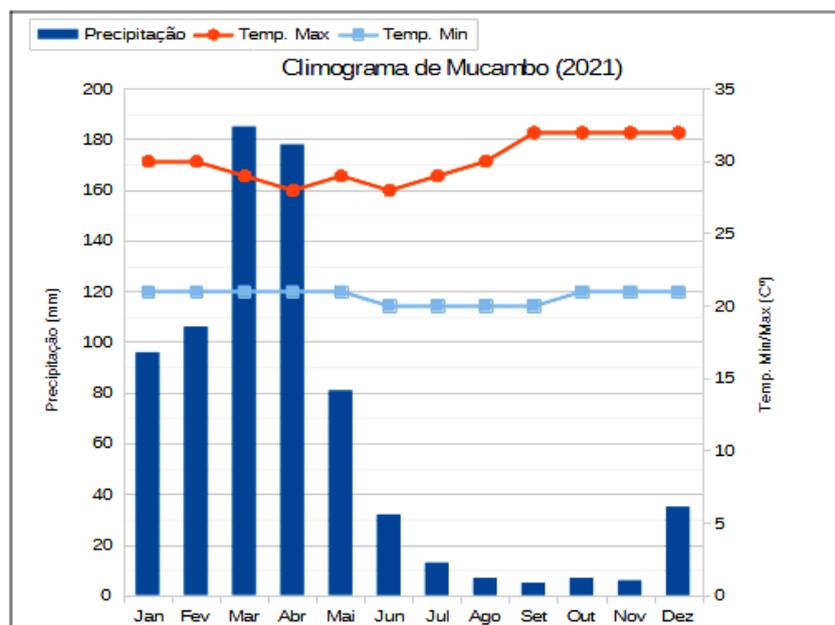


Gráfico 1 - Climograma do município de Mucambo.
Fonte: Climatempo, 2021.

Já as temperaturas máximas tiveram uma variação anual de 29° a 32° C, com uma amplitude de 3° C entre os meses, de modo que os registros mais elevados estão entre o período de setembro a dezembro, sendo registrados de forma homogênea máximas mensais de 32° C. Vale ressaltar também que a variação entre as temperaturas mínimas e máximas mensais durante o período, que ocorrem as maiores precipitações — sendo este de janeiro a maio —, apresentaram variações mensais de até 9° C, mas quando se adentra ao período de estiagem, de julho a dezembro, se registra uma variação mensal de até 11° C entre a mínima e a máxima registradas. É importante ressaltar também que o mês com menor variação térmica foi abril, com mínima de 21° a 28° C. Vale destacar que o mês com maior variação térmica mensal foi setembro, com mínimas de 20° e máximas de 32° C.

A partir desses dados, podemos notar que no ano de 2021, Mucambo registrou chuvas bem abaixo das médias e temperaturas bem acima das médias, configurando-se um ano de fraco acumulado de água e intenso processo de evaporação, dificultando as práticas de agricultura, devido à escassez de chuvas.

Podemos perceber que os meses em que as precipitações foram mais elevadas foram março e abril. Ao analisar as TSM do Atlântico e do Pacífico durante a quadra, percebe-se uma mudança na tendência de configuração térmica, pois a medida que se aproxima a quadra chuvosa, as TSM no oceano Atlântico diminuem suas anomalias, permitindo que a ZCIT se aproxime mais da porção

nordeste do país. Já na porção equatorial do Pacífico ocorreu esfriamento brando, com efeitos fracos sobre a ZCIT. Podemos ver como as TSM se configuraram em meio a quadra chuvosa (Figura 7).

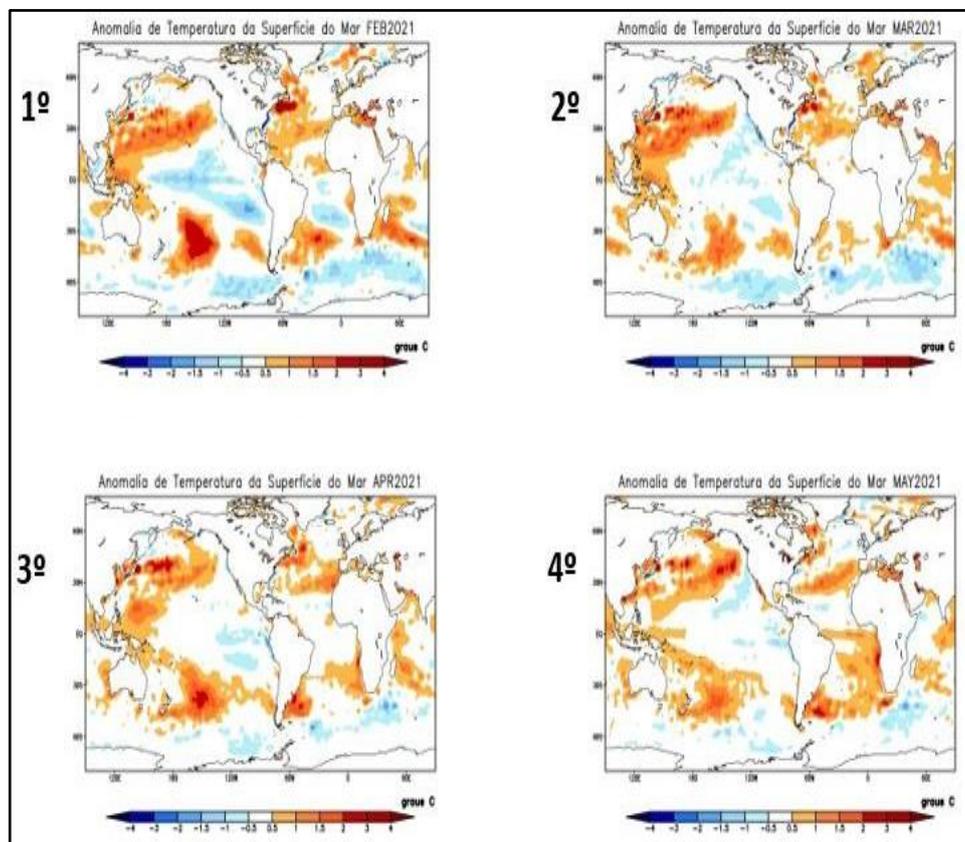


Figura 7 - TSM na quadra chuvosa - Fev-Mar-Abri-Mai/2021.
Fonte: CPTEC/INPE, 2021.

Ao analisarmos as temperaturas da superfície do Pacífico equatorial, nos referidos meses, notamos uma tendência para uma redução da condição de anomalias negativas das TSM, evidenciando a redução progressiva de áreas frias da superfície oceânica, configurando um ano de *La Niña* fraca.

Ao analisarmos a porção atlântica, nota-se em fevereiro uma configuração de dipolo positivo, com águas ao norte mais aquecidas, estando entre 0,5° C e 1° C acima da média e porções a sul mais frias variando entre - 0,5° e -1° C, gerando deslocamento da ZCIT, em virtude de sua menor pressão.

Porém, adentrando em março e abril, os meses onde ocorreram os maiores acumulados de chuva, notamos que ocorreu uma redução das condições anômalas no oceano Atlântico, em virtude disto, a ZCIT aproxima-se mais da porção nordeste brasileira e causa mais precipitações.

Em maio, houve uma anomalia geral na porção sul do Atlântico, com áreas mais aquecidas variando de 0,5°C e 1,5°C, o que poderia beneficiar a atuação da ZCIT, porém esta já não atinge mais tão fortemente o Nordeste, pois está em sua fase de distanciamento do continente, deslocando-se para

as latitudes mais elevadas, devido maio ser o período de tal ocorrência, marcando o fim da quadra chuvosa para a região.

Em uma análise feita com base no Monitor de Secas do Brasil (2021), nos referidos meses desta pesquisa, verificou-se que o período foi marcado por secas de diferentes intensidades. Segundo os dados coletados em fevereiro de 2021, o estado do Ceará sofreu com o avanço de seca com fraca intensidade direcionada ao litoral e de seca moderada na porção leste do estado. Impactos socioambientais oriundos da seca ocorreram na região de Mucambo.

No mês de maio, em virtude do fim da quadra chuvosa, as condições de seca se acentuaram. A partir desse mês, há a transição para o período de estiagem no norte do nordeste, onde as precipitações caem bruscamente e as temperaturas se elevam acentuadamente.

Assim, vemos que nos meses onde comumente ocorrem as maiores precipitações nesta porção setentrional do nordeste, em 2021, devido às condições desfavoráveis à ocorrência de precipitações, todo o estado do Ceará ficou em volta em áreas de secas de diferentes intensidades. O município de Mucambo permaneceu em 2021 em condições de seca a curto prazo em todos os meses que normalmente deveriam ser os mais chuvosos do ano.

6. CONCLUSÃO

O clima é um dos elementos do ambiente que mais interagem com as sociedades. Desse modo, a capacidade de prever futuras condições climáticas se fazem muito importantes, especialmente em áreas com baixo desenvolvimento, como em diversas áreas do semiárido brasileiro, ficando suscetíveis a eventos climáticos, como secas constantes ou chuvas acima das médias históricas.

A grande dificuldade de prever a dinâmica climática, deve-se ao fato de as configurações atmosféricas e oceânicas serem complexas e mudarem continuamente. O avanço das técnicas e estudos que propiciam uma previsão mais assertiva da dinâmica climática é muito útil para o desenvolvimento das sociedades.

O prognóstico da FUNCEME, indicava a grande probabilidade da ocorrência de chuvas abaixo da média na quadra chuvosa cearense de 2021. O município de Mucambo, localizada na porção noroeste do estado do Ceará, registrou nesse referido ano, índices de precipitação inferior à média anual, gerando condições de seca e acarretando em uma série de danos às plantações dos agricultores de subsistência, além de ter tido pouca reposição hídrica em açudes e nos reservatórios de abastecimento da região.

As TSM, do oceano Atlântico tiveram forte influência neste período, devido a condições de aquecimento anormal durante toda a quadra chuvosa, na sua porção norte, criando a uma pré-

disposição para o posicionamento desfavorável da ZCIT para a intensificação de chuvas para o nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

CARACRISTI, I. Processo de desertificação do Nordeste brasileiro. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v. 8, n. 1, p. 31-43, 2006.

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Índice de Aridez do Estado do Ceará**, 2017.

FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Prognóstico FEV-MAR-ABR/2021**, 2021.

FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Monitor de Secas**. 2021. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=2&ano=2021>. Acesso em: 11 nov. 2021.

GIANNINI, A; SARAVANAN, R.; CHANG, P. the preconditioning role of Tropical Atlantic Variability in the development of the ENSO teleconnection: implications for the prediction of Nordeste rainfall. **Climate Dynamics**, v. 22, p. 839-855, 2004.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 110, p. 411-425, 1977.

HASTENRATH, S. Interannual variability and annual cycle: mechanisms of circulation and climate in the tropical Atlantic. **Mon. Wea. Ver.**, v. 112, p. 1097-1107, 1984.

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil básico Municipal – Mucambo**. Secretaria de Planejamento e Gestão (SEPLAG). Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>. Acesso em: 17 dez. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Conheça as cidades e estados do Brasil**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS E ESTATÍSTICA. **Centro de Previsão e Estudos Climáticos**. Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MARENGO, J, A; ALVEZ, M, L. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

MARENGO, J. A. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 78, p. 79-96, 2004.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v.9, p. 2464-2479, 1996.

ROPELEWSKI, C. F; HALPERT, M. S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El-Nino Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, v. 115, p. 1606-1626, 1987.

ROPELEWSKI, C. F; HALPERT, M. S. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. **Journal of Climate**, v. 2, p. 268-284, 1989.

SERRA, A. B. The general circulation over South America. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 22, p. 173-179, 1941.

UVO, C. R. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIAK, S.; KUSHNIR, Y. The relationship between tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. **Journal of Climate**, v. 11, p. 551-562, 1998.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de Chuva - Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001, 478p.

XAVIER, T. M. B. S. *et al.* Interrelações entre Eventos ENOS (ENSO), a ZCIT (ITCZ) no Atlântico e a Chuva nas Bacias Hidrográficas do Ceará, **Revista Brasileira Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 111-126. 2003.