

EL NIÑO–OSCILAÇÃO SUL (ENOS) E O RISCO EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE NA AMAZÔNIA ORIENTAL

EL NIÑO–SOUTHERN OSCILLATION (ENSO) AND THE EPIDEMIOLOGICAL RISK OF DENGUE FEVER IN EASTERN AMAZONIA

Marciene da Silva Costeira
Universidade Federal do Pará, Tucuruí, PA, Brasil
marcienecosteira@gmail.com

Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa
Universidade Federal do Pará, Tucuruí, PA, Brasil
cecosta@ufpa.br

RESUMO

O *El Niño-Oscilação Sul* (ENOS) configura-se como um dos principais fenômenos a afetar o regime de chuvas na Amazônia, cujas alterações climáticas potencializam a dispersão geográfica de vetores e dificultam o controle de doenças, como a dengue, na região. Diante desse cenário, a presente pesquisa investigou a correlação entre a incidência de casos da doença e a variabilidade do fenômeno ENOS no Estado do Pará. A metodologia abrangeu a análise de 37 municípios paraenses entre 2007 e 2024. Os dados epidemiológicos foram obtidos via DATASUS/SINAN e as anomalias do Índice Oceânico Niño (ION) por meio do site do *National Weather Service*. Para a análise estatística, aplicaram-se o Coeficiente de Correlação de Pearson e o teste t de Student, visando identificar o grau de associação e a significância estatística entre as variáveis climáticas e epidemiológicas. Todos os municípios analisados apresentaram, em ao menos um ano da série, valores de correlação superiores a 0,70, o que caracteriza uma associação forte entre as variáveis. A correlação identificada configura-se como um relevante indicador de influência climática sobre a saúde, sendo capaz de subsidiar análises epidemiológicas preditivas e estratégias de gestão em saúde pública voltadas ao controle da dengue no Estado do Pará.

Palavras-chave: Sazonalidade. Epidemiologia ambiental. Saúde pública. Estado do Pará. Variabilidade climática.

ABSTRACT OU RESUMEN (caso o artigo tenha sido redigido em espanhol)

The El Niño–Southern Oscillation (ENSO) is one of the main phenomena affecting rainfall patterns in the Amazon, with its climatic variability contributing to the geographic spread of disease vectors and hindering the control of diseases such as dengue fever in the region. This study investigates the correlation between dengue incidence and ENSO variability in the state of Pará, Brazil. The analysis covers 37 municipalities over the period from 2007 to 2024. Epidemiological data were obtained from DATASUS/SINAN, while Oceanic Niño Index (ONI) anomalies were retrieved from the National Weather Service. Pearson's correlation coefficient and Student's t-test were applied to assess the strength and statistical significance of the relationship between climatic and epidemiological variables. All municipalities showed correlation values above 0.70 in at least one year of the series, indicating a strong association between the variables. These findings suggest that ENSO variability is a relevant indicator of climatic influence on public health and may support predictive epidemiological analyses and more effective dengue control strategies in the state of Pará.

Keywords: Seasonality. Environmental epidemiology. Public health. State of Pará. Climate variability.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças à saúde pública global devido à gravidade de seus impactos recentes. Esse cenário é mais crítico em regiões tropicais, não apenas

Recebido em 31/01/2026

Aceito para publicação em: 06/04/2026.

pelas altas temperaturas, mas porque a intensidade dos eventos ambientais atinge populações com menor capacidade de resposta e menos recursos para proteção. Assim, a vulnerabilidade nessas áreas é acentuada pela combinação entre o clima extremo e a precariedade estrutural (Silva; Xavier; Rocha, 2020). Nesse sentido, o aumento das temperaturas, a instabilidade nos padrões pluviométricos e a ocorrência de eventos extremos, como enchentes e secas prolongadas, criam condições ideais para a proliferação de vetores e a disseminação de doenças infecciosas (Nonato; Mendonça; Albuquerque, 2025).

Com as alterações climáticas, tem-se potencializado a dispersão geográfica dos vetores, ampliando as áreas de risco e dificultando o controle das doenças. No Brasil, doenças como *Chikungunya*, Dengue e Zika têm se destacado devido ao alto índice de ocorrência e à facilidade de provocarem surtos epidêmicos, com impacto significativo na morbidade e mortalidade da população. Essas doenças são transmitidas principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti* (Fernandes *et al.*, 2024). Regiões consideradas de baixa incidência dessas doenças acabam se tornando favoráveis à reprodução do mosquito, devido ao aumento da temperatura e às mudanças nos regimes de precipitação (Correia *et al.*, 2025).

Entre essas enfermidades, a dengue se destaca por sua ampla distribuição e pela forte relação com fatores climáticos. É uma das doenças infecciosas de maior relevância nas Américas e representa uma grave ameaça à saúde pública (Dergan *et al.*, 2021). Em 2020, foi registrado que o número de casos de dengue ultrapassou cerca de 1,6 milhão nas Américas, sendo que o Brasil apresentou um dos maiores valores, correspondendo a 65% desse total. Em 2018, entre os meses de janeiro e abril, foram notificados 102.681 casos de dengue no país, enquanto no mesmo período de 2019 foram registrados 451.685 casos, evidenciando um aumento gradativo na incidência da doença (Menezes *et al.*, 2021).

A precipitação é um dos principais fatores climáticos da Amazônia, exercendo influência direta sobre a temperatura, a umidade e o escoamento superficial, o que afeta de forma significativa as condições ambientais da região (Quaresma *et al.*, 2024). A ocorrência de precipitação é mais intensa durante o verão do hemisfério sul, entre os meses de dezembro e março, sendo influenciada por diversos fatores, incluindo sistemas de diferentes escalas espaço-temporais (Ruiz *et al.*, 2024).

Um dos principais fenômenos que afetam o regime de chuvas na Amazônia é o *El Niño-Oscilação Sul* (ENOS), que exerce também forte influência na variabilidade climática de outras regiões Brasileiras. Um dos efeitos desse fenômeno é a alteração da circulação atmosférica em níveis regional e global (Santos; Cardoso; Lima, 2025). O fenômeno ENOS refere-se a situações em que as temperaturas do Oceano Pacífico Equatorial estão acima da média histórica, caracterizando o *El Niño*, ou abaixo da média, caracterizando a *La Niña* (Moreschi *et al.*, 2025).

No contexto amazônico, o Estado do Pará se destaca por ser um dos mais carentes e vulneráveis do Brasil, principalmente com relação a impactos climáticos. Devido à abrangência da Floresta Amazônica, observa-se que ainda persistem altos índices de contaminação por dengue nas cidades do Estado, especialmente em áreas urbanas, onde a infraestrutura de saneamento básico é precária ou até inexistente (Guimarães *et al.*, 2025). Essa condição favorece a circulação de mosquitos e cria ambientes propícios à sua proliferação (Nunes *et al.*, 2021). De acordo com o Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN), o Pará apresentou o segundo maior número de casos notificados de dengue entre 2016 e 2020, totalizando 31.605 casos.

Esses dados evidenciam a necessidade de compreender com maior precisão como os fenômenos climáticos influenciam a dinâmica da doença na região. A precipitação pluviométrica, diretamente afetada por esses fenômenos, altera condições ambientais que podem favorecer o aumento dos casos de dengue. O presente estudo torna-se ainda mais relevante diante da escassez de pesquisas específicas sobre o tema no Estado do Pará e da tendência de intensificação das mudanças climáticas.

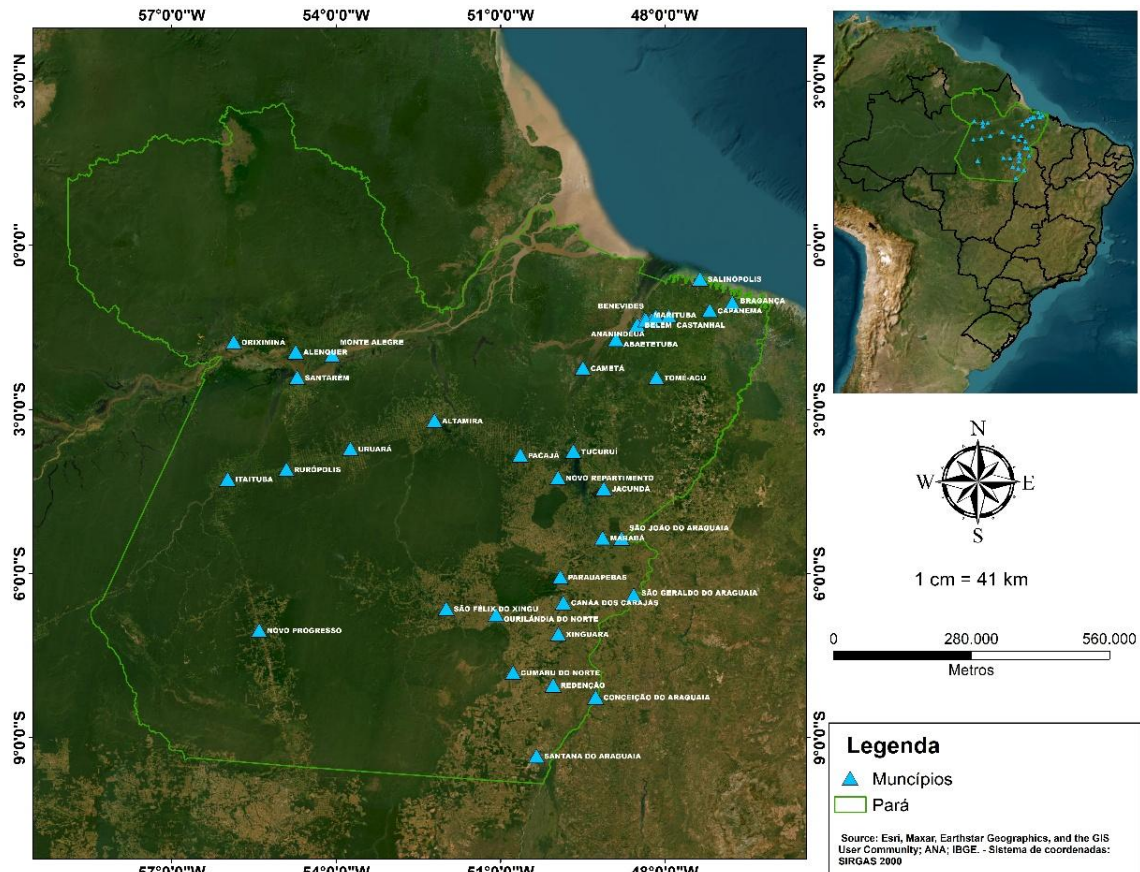
Constata-se também que alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável seguem parcialmente atendidos, especialmente o ODS 3 e o ODS 13, voltados à promoção da saúde e à ação contra as mudanças climáticas. Nesse contexto, esta pesquisa busca analisar os principais fenômenos climáticos que atuam na região, levantar dados epidemiológicos que evidenciem a variabilidade da dengue nos municípios selecionados e investigar a correlação entre esses fenômenos, com destaque para a precipitação, e a ocorrência da doença, de modo a subsidiar o planejamento de estratégias mais eficazes de prevenção e controle.

METODOLOGIA

Caracterização da Área de estudo

A área de estudo escolhida para esta pesquisa foi o Estado do Pará, localizado na Amazônia brasileira. Com uma extensão territorial de 1.245.828,829 km², conta com uma estimativa populacional de 8.664.306 habitantes (IBGE, 2024), é composto por 144 municípios distribuídos ao longo de sua área e apresenta uma densidade demográfica de 6,52 habitantes por km² (IBGE, 2022). Os municípios selecionados estão representados na Figura 1, sendo que os critérios adotados para sua seleção são detalhados no tópico seguinte.

Figura 1 – Estado do Pará (PA) - Localização dos municípios estudados, 2025



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O estado do Pará está localizado na zona tropical e apresenta diversidade climática, sendo classificado como clima de monção (Am), tropical úmido ou equatorial (Af) e tropical com estação seca no inverno (Aw) (Semas, 2021). Em 2024, as maiores alturas de precipitação concentraram-se na porção norte do estado, enquanto os menores acumulados ocorreram na região sudoeste (Semas, 2024). De modo geral, a precipitação média anual no estado do Pará varia entre 1.650 e 3.150 mm, evidenciando a expressiva variabilidade espacial do regime pluviométrico (Ferreira; Souza; Oliveira, 2020).

No que se refere às variáveis térmicas, o estado do Pará apresenta temperaturas médias anuais elevadas, com valores geralmente compreendidos entre 24 °C e 26 °C, característica típica de regiões localizadas na zona tropical. A umidade relativa do ar mantém-se elevada ao longo do ano, variando entre 80% e 91% (Alberio *et al.*, 2023), com maiores valores associados ao período chuvoso. Essas condições climáticas contribuem para a baixa amplitude térmica anual e influenciam diretamente o conforto térmico da população, bem como os processos ambientais e epidemiológicos observados no estado.

Levantamento de Dados

Dados Epidemiológicos de Dengue

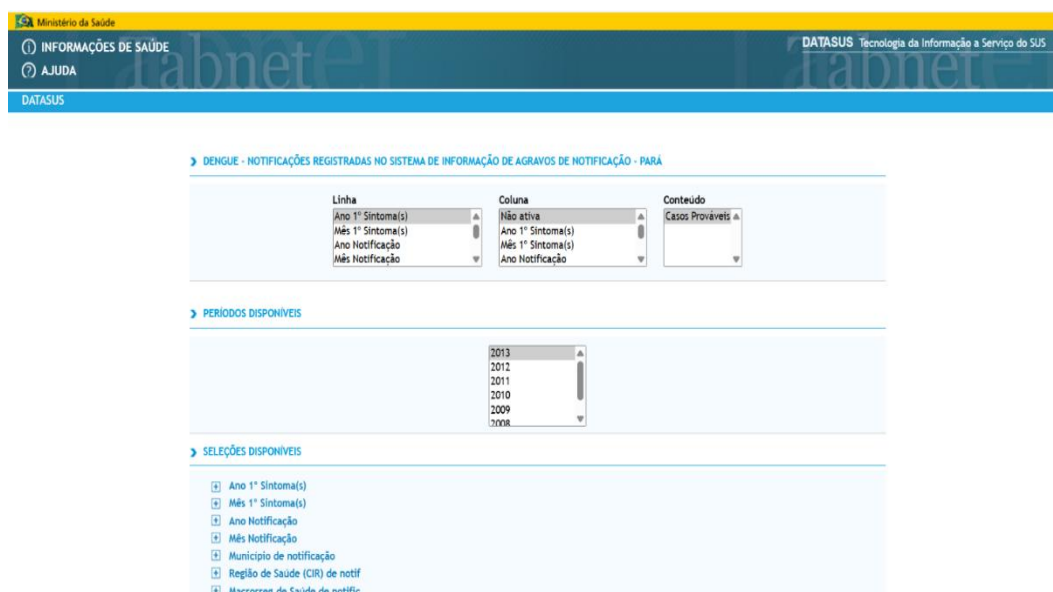
Para a obtenção do número de casos de dengue, utilizaram-se informações disponibilizadas pelo Ministério da Saúde por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), responsável por assegurar aos órgãos e gestores do Sistema Único de Saúde (SUS) o acesso às bases de dados oficiais. Entre os sistemas mantidos pelo DATASUS, destaca-se o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), voltado ao registro e acompanhamento de doenças e agravos de notificação compulsória.

O acesso às informações ocorreu por meio da plataforma Tabnet, ferramenta utilizada para tabulação e extração de dados epidemiológicos. Na etapa de consulta, selecionou-se a seção “Epidemiologia e Morbidade”, que reúne os registros referentes aos casos notificados de dengue. O período de análise compreendeu os anos de 2007 a 2024, definido a partir de critérios metodológicos previamente estabelecidos. Adotou-se como critério a utilização de uma série histórica com duração mínima de 10 anos, condição necessária para a análise consistente da variabilidade temporal da dengue e para a avaliação da influência de fenômenos climáticos de escala interanual, como o ENOS.

O ano de 2007 foi definido como marco inicial por corresponder ao início da série contínua de dados disponibilizada pelo sistema na aba “Doenças e Agravos de Notificação – a partir de 2007”, o que garante maior padronização e confiabilidade das informações. O ano de 2024 foi incluído por representar o último ano com dados consolidados disponíveis no momento da coleta. Ressalta-se que o sistema apresenta uma segmentação temporal dos registros, na qual os dados até 2013 encontram-se em uma base distinta daquela que reúne as notificações a partir de 2014, o que exigiu a realização de consultas em ambas as subdivisões do Tabnet, posteriormente integradas para a construção da série histórica analisada (Datusus, 2025).

Para a extração dos dados, as tabelas foram configuradas de modo a facilitar a visualização e a organização das informações. Na linha, selecionou-se a variável “Município de notificação”, enquanto, na coluna, optou-se por “Mês de notificação”. Os dados foram extraídos ano a ano, possibilitando a obtenção das informações discriminadas por município e por ano do período analisado. Na opção “Estado de notificação”, foi selecionado o Pará, conforme ilustrado na Figura 2, que apresenta a interface do sistema Tabnet.

Figura 2 – Interface do Sistema



Fonte: DATASUS, 2024.

Durante o levantamento dos dados, verificou-se que apenas 37 municípios apresentaram, no mínimo, 10 anos de registros contínuos entre 2007 e 2024 (Figura 1). Esse ponto de corte foi adotado com o objetivo de garantir uma base de dados consistente e permitir a realização de análises estatísticas confiáveis, uma vez que séries temporais muito curtas ou com grandes lacunas podem comprometer os resultados, gerando erros nas análises de correlação.

Dados Climatológicos – ENOS

A coleta do Índice Oceânico Niño (ION) foi realizada por meio do site do *National Weather Service*, gerenciado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). O ION é o principal indicador utilizado pela NOAA para monitorar o fenômeno ENOS, baseando-se na medição das anomalias de temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico Equatorial. Os dados referem-se ao período de 2007 a 2024, pois, para realizar a análise da relação entre os dados de ENOS e os casos de dengue, optou-se por utilizar o mesmo intervalo temporal disponível para os dados de dengue.

As anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Oceano Pacífico são identificadas por meio do ION, calculado a partir de uma média móvel trimestral (NOAA, 2025). Essa metodologia consiste na média das TSM's ao longo de três meses consecutivos, visando reduzir possíveis inconsistências nos dados, uma vez que os eventos climáticos, como *El Niño* e *La Niña*, apresentam variações temporais e não ocorrem de forma perfeitamente cíclica. Dessa forma, o valor do índice é atribuído ao mês central do trimestre considerado (Silva *et al.*, 2025).

A seguir, no Quadro 1, são apresentados os valores mensais do ION °C. Os dados em azul correspondem aos anos de ocorrência de *La Niña*, em vermelho aos de *El Niño*, e em preto, aos anos classificados como neutros.

Quadro 1 – Valores de ION (2007-2024)

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2007	0,7	0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8	-1,1	-1,3	-1,5	-1,6
2008	-1,6	-1,5	-1,3	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,4	-0,6	-0,7
2009	-0,8	-0,8	-0,6	-0,3	0	0,3	0,5	0,6	0,7	1	1,4	1,6
2010	1,5	1,2	0,8	0,4	-0,2	-0,7	-1	-1,3	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6
2011	-1,4	-1,2	-0,9	-0,7	-0,6	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8	-1	-1,1	-1
2012	-0,9	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	0	0,2	0,4	0,4	0,3	0,1	-0,2
2013	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3
2014	-0,4	-0,5	-0,3	0	0,2	0,2	0	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7
2015	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,6	2,6
2016	2,5	2,1	1,6	0,9	0,4	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7	-0,6
2017	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	-0,1	-0,4	-0,7	-0,8	-1
2018	-0,9	-0,9	-0,7	-0,5	-0,2	0	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,8
2019	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5
2020	0,5	0,5	0,4	0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	-0,9	-1,2	-1,3	-1,2
2021	-1	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1	-1
2022	-1	-0,9	-1	-1,1	-1	-0,9	-0,8	-0,9	-1	-1	-0,9	-0,8
2023	-0,7	-0,4	-0,1	0,2	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	1,9	2
2024	1,8	1,5	1,1	0,7	0,4	0,2	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5

Fonte: NOAA, 2025.

Na Tabela 1, apresenta-se a classificação da intensidade do fenômeno ENOS, com base nos valores do ION. A caracterização do ENOS é realizada por meio do cálculo de índices, como o Índice Oceânico Niño (ION ou *Oceanic Niño Index* – ONI). Este índice é definido pela média móvel trimestral da anomalia da temperatura da superfície do mar para a região do Niño, considerando, no mínimo, cinco períodos de três meses consecutivos. Valores de anomalia superiores a 0,5 °C indicam eventos de *El Niño*, enquanto valores inferiores a -0,5 °C indicam eventos de *La Niña*. Valores entre -0,4 °C e +0,4 °C são classificados como condição neutra (SILVA *et al.*, 2022).

Tabela 1 – Classificação da Intensidade do Fenômeno ENOS

Evento	Índice ION (°C)	Intensidade
<i>El Niño</i>	≥1,5	Forte
	1 a 1,4	Moderado
	0,5 a 0,9	Fraco
Neutro	-0,4 a 0,4	Neutralidade
<i>La Niña</i>	-0,5 a -0,9	Fraco
	-1 a -1,4	Moderado
	≤-1,5	Forte

Fonte: Mattiuzi et al., 2023.

Análise Estatística dos Dados

Correlação de Pearson

Realizou-se a análise de correlação de *Pearson* entre os valores do ION e o número de casos mensais de dengue, com o objetivo de identificar o grau de associação entre as duas variáveis. Essa análise buscou verificar a possível influência do fenômeno ENOS a partir de anomalias de TSM no Oceano Pacífico no aumento ou na diminuição da incidência de casos de dengue no período estudado.

A correlação de *Pearson* foi calculada por meio da Equação 1, permitindo identificar o grau de associação entre duas variáveis de escala métrica. O coeficiente resultante pode variar entre -1 e +1, indicando, respectivamente, uma correlação negativa perfeita e uma correlação positiva perfeita (Costa; Blanco, 2018).

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{X})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

Conforme apresentado na Equação 1, o parâmetro r representa o coeficiente de correlação de *Pearson* entre n pares de valores (x_i, y_i) , correspondentes às variáveis X e Y . Para o cálculo desse coeficiente, é necessário dispor de um conjunto de dados contendo n valores da variável X (x_i) e n valores da variável Y (y_i), permitindo assim a análise da relação linear entre ambas (Dambrós; Henning; Kalbusch, 2024).

Segundo Paulino, Lima e Santos (2025), o coeficiente de correlação linear de *Pearson* (r) igual a zero indica a inexistência de correlação entre as variáveis x e y . A classificação dos valores de r pode ser interpretada da seguinte forma: $r = 0,10$ a $0,30$ indicam uma correlação fraca; $r = 0,40$ a $0,60$, uma correlação moderada; e $r = 0,70$ a 1 , uma correlação forte.

Teste *t* de Student

A análise da relação entre os casos mensais de dengue, por município e por ano de notificação, e os valores mensais do fenômeno ENOS foi realizada por meio do *software RStudio*, utilizando a linguagem R. Foram aplicados procedimentos estatísticos como o teste *t* de *Student* e a correlação de *Pearson*, com o objetivo de avaliar o grau de associação e a significância estatística entre as variáveis.

Na etapa de análise dos dados, os resultados obtidos por meio do software foram interpretados com base em critérios estatísticos. Ressalta-se que, quando o valor de $\rho = 0$, considera-se que não existe correlação linear entre as variáveis, hipótese nula (H_0). Por outro lado, quando $\rho \neq 0$, seja $\rho > 0$ ou $\rho < 0$, admite-se a existência de uma correlação linear entre as variáveis, representando a hipótese alternativa (H_a) (Lins; Strapasson, 2024).

Contudo, quando o valor do *p-value* obtido for inferior ao nível de significância adotado ($\alpha = 0,05$), rejeita-se a hipótese nula (H_0), indicando que a correlação entre as variáveis é estatisticamente significativa. Por outro lado, se este for igual ou superior a α , considera-se que não há evidências

estatísticas suficientes para afirmar a existência de uma correlação real entre as variáveis (Marteli *et al.*, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Epidemiológica dos Casos de Dengue

A partir de uma análise exploratória dos dados e de sua organização, observou-se que os três municípios com os maiores valores médios mensais de casos de dengue pertencem a regiões distintas do estado do Pará, não sendo geograficamente próximos entre si. Conforme apresentado na Tabela 2, destacam-se Belém, localizada no nordeste do estado, Parauapebas, no sudeste paraense, e Altamira, na região sudoeste. Esses municípios apresentam características comuns, como elevada população e intenso fluxo de pessoas, especialmente Parauapebas e Altamira, onde a presença de grandes empreendimentos econômicos contribui para a atração populacional e o dinamismo urbano.

Tabela 2 – População, média mensal e mês de maior ocorrência de casos de dengue nos municípios, 2007–2024

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO (hab.)	MÉDIA MENSAL DE 2007 a 2024 (casos/mês)	MÊS COM MAIOR MÉDIA MENSAL
ABAETETUBA	170.999	11,74	Fevereiro
ALENQUER	74.836	13,15	Abril
ALTAMIRA	136.982	35,85	Março
ANANINDEUA	507.838	21,80	Março
BELEM	1.398.531	107,07	Março
BENEVIDES	68.191	7,77	Março
BRAGANÇA	131.679	9,70	Agosto
CAMETA	143.837	12,93	Fevereiro
CANAA DOS CARAJAS	86.629	12,89	Fevereiro
CAPANEMA	74.808	6,86	Dezembro
CASTANHAL	207.603	15,82	Março
CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA	47.099	26,66	Janeiro
CUMARU DO NORTE	14.937	9,40	Outubro
ITAITUBA	133.684	22,82	Março
JACUNDA	38.391	10,83	Março
MARABA	288.513	24,82	Fevereiro
MARITUBA	118.998	17,89	Janeiro
MONTE ALEGRE	63.641	32,12	Agosto
NOVO PROGRESSO	36.518	16,78	Janeiro
NOVO REPARTIMENTO	63.754	13,19	Março
ORIXIMINA	72.460	22,26	Fevereiro
OURILANDIA DO NORTE	34.905	11,11	Janeiro
PACAJA	43.594	17,92	Março
PARAUAPEBAS	298.854	59,55	Fevereiro
REDENÇÃO	91.947	14,05	Março
RUROPOLIS	37.360	20,63	Março
SALINOPOLIS	48.168	12,74	Abril
SANTA IZABEL DO PARA	78.317	8,38	Março
SANTANA DO ARAGUAIA	31.683	14,08	Dezembro
SANTAREM	357.311	29,41	Março
SÃO FELIX DO XINGU	65.957	17,66	Novembro
SÃO GERALDO DO ARAGUAIA	24.978	15,55	Fevereiro

SÃO JOÃO DO ARAGUAIA	14.246	9,08	Abril
TOME-AÇU	72.326	6,25	Março
TUCURUÍ	96.238	17,20	Fevereiro
URUARA	45.939	10,20	Novembro
XINGUARA	56.999	20,38	Fevereiro

Fonte: Adaptado do anuário Estatístico do Pará, 2024.

Belém apresentou a maior média de casos de dengue entre os municípios analisados, com 107,07 casos, sendo também o município com o maior contingente populacional. Parauapebas e Altamira ocuparam a segunda e a terceira posições, com médias de 59,55 e 35,85 casos, respectivamente, indicando valores elevados mesmo não figurando entre os municípios mais populosos. Em contraste, Tomé-Açu, Capanema e Benevides registraram as menores médias, com valores de 6,25, 6,86 e 7,77 casos, respectivamente. Esse padrão evidencia que a distribuição dos casos não está associada exclusivamente ao porte populacional.

Para além do porte populacional, fatores locais, como padrões de urbanização, infraestrutura de saneamento e organização dos serviços de vigilância em saúde, podem influenciar a ocorrência da dengue. Municípios com crescimento urbano acelerado tendem a apresentar maior complexidade na gestão ambiental, o que pode favorecer a formação de criadouros do vetor e dificultar as ações de controle da doença (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020). Esses fatores, por sua vez, não atuam de forma homogênea ao longo do ano, estando frequentemente associados às variações sazonais das condições climáticas.

A análise da distribuição temporal dos casos evidencia que os maiores valores se concentram, de modo geral, entre novembro e março, período caracterizado por condições climáticas mais favoráveis à proliferação do vetor, como temperaturas elevadas e maior disponibilidade hídrica. Em praticamente todos os municípios analisados, o mês de março destacou-se por registrar os maiores números de notificações da doença, configurando o pico sazonal da dengue. Esse comportamento sugere uma forte influência da sazonalidade climática sobre a dinâmica de transmissão da doença.

Resultados semelhantes têm sido descritos na literatura. Silva e Moraes (2024), no município de Estrela do Sul, em Minas Gerais, afirmam que a incidência da dengue ocorre principalmente nos meses mais quentes, entre março e maio, o que representa uma característica típica de países tropicais. Silva *et al.* (2021) destacam, em seu estudo, que entre as capitais do Nordeste uma das que apresenta maior número de notificações mensais de casos de dengue é Fortaleza, com cerca de 1,5 mil registros entre os meses de março e junho, atingindo um ápice em maio com aproximadamente 4,6 mil notificações. Em Recife, as notificações ocorrem de forma antecipada, entre os meses de janeiro e abril, variando entre 0,7 mil e 1,7 mil registros, com o maior número concentrado em março.

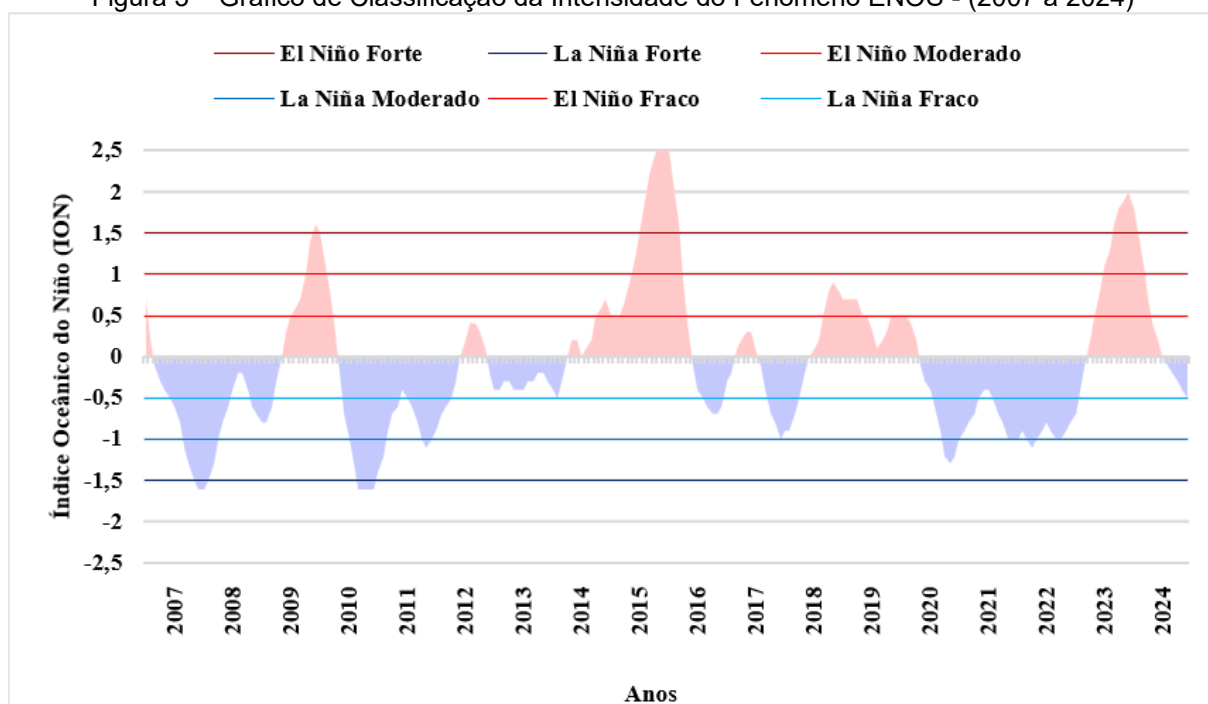
Além de confirmar a concentração dos casos nos meses mais quentes, outros estudos têm detalhado o comportamento sazonal da dengue ao longo de todo o ano. No Estado de Pernambuco, Lima Filho *et al.* (2022) verificaram que a maioria dos casos notificados de dengue ocorre de novembro a março, período que corresponde ao verão entre dezembro e março. Os autores afirmam que há uma queda nesses valores no outono, de março a junho, e que no inverno, de junho a setembro, e na primavera, de setembro a dezembro, ocorre uma estabilização. Ressalta-se ainda que, ao final da primavera, verifica-se uma retomada do aumento dos casos, a qual se soma ao expressivo crescimento observado no verão.

Caracterização dos Eventos Climáticos (ENOS)

A análise das condições associadas ao fenômeno ENOS ao longo do período analisado evidencia a ocorrência de diferentes fases e intensidades, refletindo a variabilidade climática interanual na região amazônica. Observam-se alternâncias entre episódios de *El Niño*, *La Niña* e condições neutras, com variações na duração e na intensidade desses eventos ao longo dos anos.

Essas oscilações influenciam diretamente os padrões regionais de precipitação e temperatura, elementos climáticos relevantes para a dinâmica ambiental e epidemiológica da região. A Figura 3 apresenta a classificação mensal das fases do ENOS, permitindo identificar a distribuição temporal e a intensidade dos eventos registrados.

Figura 3 – Gráfico de Classificação da Intensidade do Fenômeno ENOS - (2007 a 2024)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

No período analisado, observou-se que os meses com maiores intensidades da fase *La Niña* se concentram, predominantemente, entre outubro e março, com destaque para os anos de 2007, 2008 e 2010, nos quais foram registrados valores de até $-1,6$. Ressalta-se que, em 2022, a atuação da fase *La Niña* ocorreu de forma persistente ao longo de todos os meses do ano, com valores variando entre $-0,8$ e $-1,1$.

De maneira semelhante, o intervalo entre outubro e março também se destacou pela ocorrência de eventos de *El Niño*, especialmente nos anos de 2009, 2010, 2015, 2016, 2023 e 2024, que apresentaram valores superiores a $1,5$. Destaca-se o ano de 2015, no qual o fenômeno esteve presente em todos os meses, sendo que, em seis deles, os valores atingiram até $2,6$, caracterizando um evento de forte intensidade.

A recorrência de eventos mais intensos do ENOS em determinados períodos do ano reforça o papel da sazonalidade climática na compreensão dos padrões ambientais observados ao longo da série histórica. Embora este estudo não tenha analisado diretamente variáveis meteorológicas específicas, como precipitação e temperatura, a literatura aponta que a atuação das fases do ENOS está associada a alterações nas condições ambientais que podem influenciar, de forma indireta, a dinâmica de transmissão da dengue.

Nesse contexto, Sousa, Andrade e Costa (2021), ao analisarem episódios de ENOS em Rio Branco, Acre, demonstram que anos caracterizados por fases intensas do fenômeno apresentam alterações significativas no regime de precipitação, especialmente durante a estação chuvosa. De forma análoga aos padrões identificados neste estudo, os eventos de *El Niño* e *La Niña* concentram-se majoritariamente nos meses mais chuvosos, evidenciando um comportamento climático recorrente.

Resultados semelhantes são observados por Gois *et al.* (2023), que apontam mudanças expressivas na precipitação anual em anos sob influência do ENOS, destacando que a persistência e a intensidade do fenômeno são fatores determinantes. Esses achados corroboram os padrões identificados entre 2007 e 2024, reforçando que a atuação do ENOS, independentemente do ano específico, exerce influência consistente sobre o regime climático regional.

Análise do comportamento Estatístico das Variáveis

Com a análise de correlação de *Pearson*, foi possível identificar picos de incidência da doença durante os períodos de intensificação do ENOS. Esses resultados indicam que as variações climáticas associadas ao fenômeno podem influenciar diretamente o aumento dos casos registrados.

Assim como apresentado na Figura 4, em determinados anos, há uma relação positiva mais acentuada entre as variáveis, na qual a linha em vermelho representa correlações fortes, enquanto a linha em azul indica correlações de intensidade moderada. Esse padrão evidencia que as oscilações do ENOS desempenham um papel relevante na dinâmica temporal da dengue nos municípios analisados.

Em todos os gráficos apresentados na Figura 4, os municípios analisados apresentaram, ao menos em um ano da série, valores de correlação superiores a 0,70, caracterizando uma associação forte entre as variáveis. Esse resultado indica que, em anos específicos, a variabilidade associada ao fenômeno ENOS esteve fortemente relacionada ao comportamento dos casos de dengue, evidenciando uma associação entre anomalias climáticas e a incidência da doença. Tal comportamento reforça a importância da consideração dos fatores climáticos na compreensão da dinâmica epidemiológica da dengue, especialmente em regiões sensíveis às variações do clima.

Nesse sentido, Gonçalo *et al.* (2024) observaram, na Região Metropolitana do Cariri, que os picos de incidência da dengue ocorreram em diferentes fases do ENOS, reforçando a ideia de que a relação entre o fenômeno climático e a doença não se manifesta de forma uniforme ao longo do tempo. Esse padrão é compatível com os resultados obtidos neste estudo, nos quais as associações mais fortes também se concentraram em anos de intensificação do ENOS.

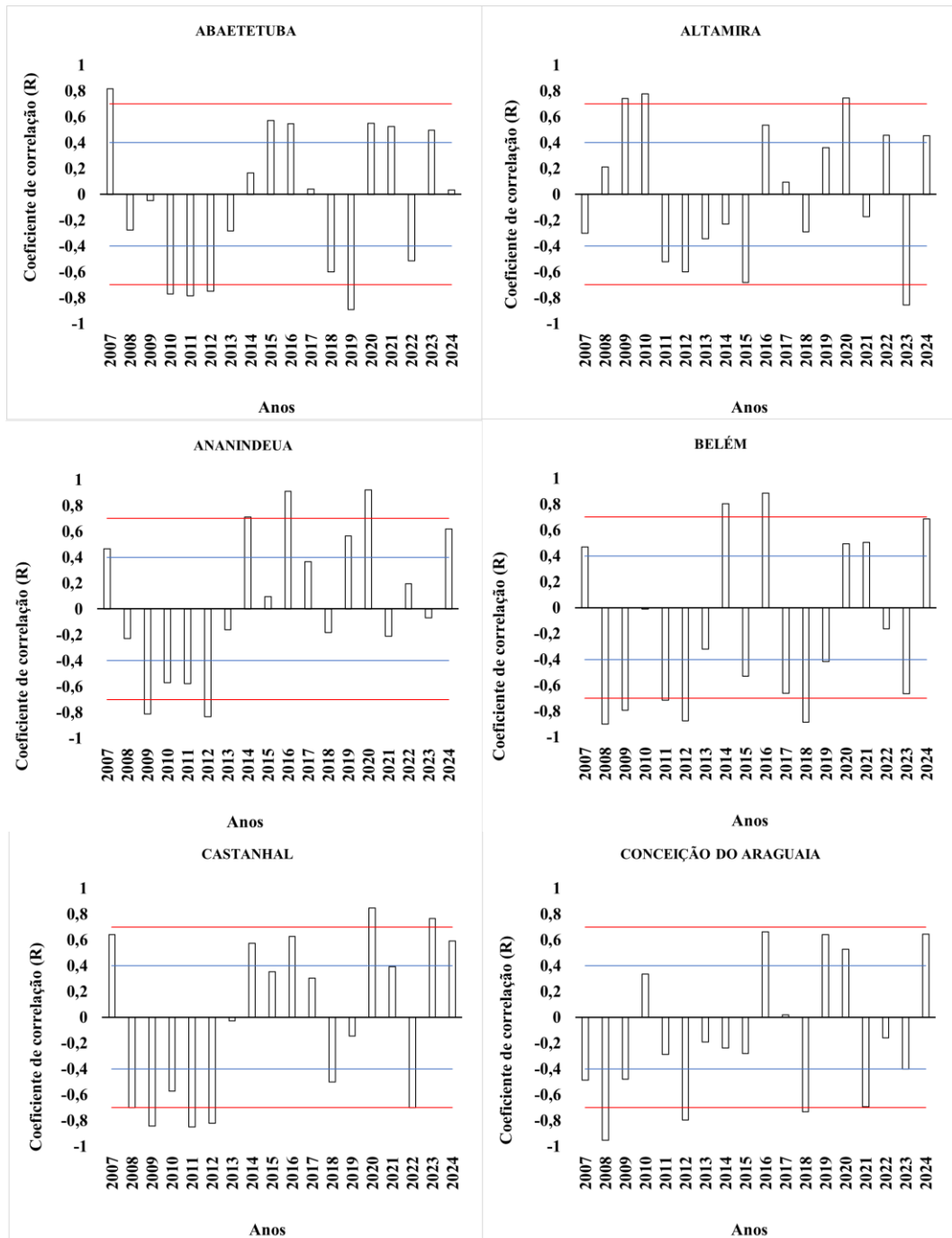
De forma complementar, Silva *et al.* (2021) identificaram, no Estado de Alagoas, que a variabilidade dos casos de dengue esteve associada aos ciclos do ENOS em determinados meses do ano, influenciados pela atuação de sistemas sinóticos. Esse achado contribui para a interpretação dos resultados aqui apresentados, uma vez que as correlações mais elevadas observadas nos municípios paraenses coincidem com períodos de maior sensibilidade climática, reforçando o papel modulador do ENOS na dinâmica da dengue.

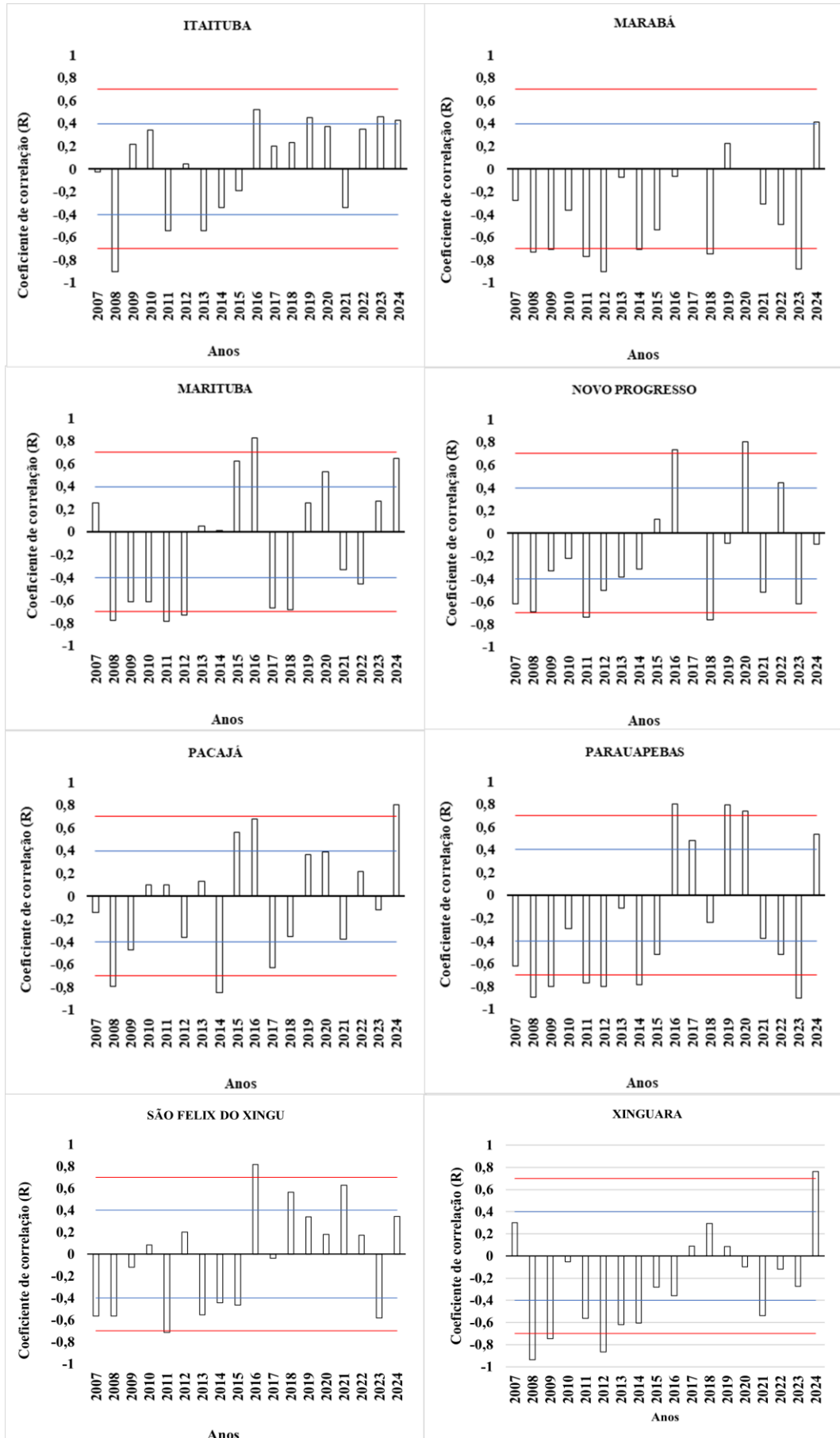
Com base nos dados de correlação obtidos, observa-se que todos os municípios apresentaram não apenas valores de significância indicativos de correlação moderada, mas também mais de três anos, em cada município, com coeficientes iguais ou superiores a 0,40. Esse comportamento recorrente ao longo da série histórica indica que a associação entre o ENOS e a incidência da dengue não se restringe a eventos isolados, mas se manifesta de forma consistente em determinados períodos. Essa recorrência temporal sugere um padrão de resposta epidemiológica associado às variações climáticas induzidas pelo ENOS, indicando que, nos períodos em que o fenômeno apresentou maior intensidade, houve uma associação mais consistente entre suas variações e a incidência de casos de dengue.

A persistência dessas associações ao longo de diferentes anos reforça a hipótese de que fatores climáticos desempenham papel estruturante na dinâmica da doença, ainda que este estudo não tenha analisado diretamente variáveis meteorológicas específicas. Nesse contexto, a literatura aponta que alterações climáticas associadas ao ENOS podem atuar como mecanismos potenciais capazes de influenciar a dinâmica da dengue. Dessa forma, infere-se que as variações associadas ao ENOS exercem influência relevante sobre a dinâmica da doença, em virtude dos impactos climáticos observados.

Essa interpretação é fortalecida quando se analisam os resultados do teste t de Student, no qual se observa que todos os municípios apresentaram, em pelo menos um ano, valor de p-value inferior a 0,05, indicando significância estatística. Isto representa a probabilidade de que a correlação observada tenha ocorrido por acaso; assim, conclui-se que a correlação é significativa. Houve, contudo, uma exceção no município de Alenquer, que apresentou ausência de dados em diversos anos, impossibilitando a aplicação completa do método e possivelmente influenciando a ausência de significância observada.

Figura 4 – Correlação de *Pearson* dos municípios paraenses





Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

De modo geral, a presença recorrente de significância estatística reforça a robustez dos resultados, evidenciando a existência de uma associação estatisticamente significativa entre as variações do fenômeno ENOS e a incidência de casos de dengue. Esses achados indicam que as alterações climáticas decorrentes desse fenômeno podem exercer influência direta sobre a dinâmica da doença nos municípios analisados.

Ao analisar o comportamento individual dos municípios, Abaetetuba, Altamira, Ananindeua, Castanhal, Marabá, Novo Progresso e Xinguara apresentaram, no mínimo, quatro anos com valores de correlação classificados como fortes, todos acompanhados de significância estatística, com p-value inferior a 0,05, chegando a até sete anos da série analisada com esse nível de correlação. Esse padrão evidencia uma associação mais persistente entre ENOS e dengue nesses municípios, nos quais os anos com correlação elevada coincidiram com a atuação dos fenômenos *La Niña* e *El Niño*, cujas intensidades foram predominantemente classificadas como moderadas ou fortes, indicando a presença efetiva do ENOS nos períodos de maior associação estatística.

Em contraste, municípios como Conceição do Araguaia, Itaituba, Pacajá e São Félix do Xingu apresentaram menor número de anos com correlação forte, variando entre um e, no máximo, três anos ao longo da série analisada. Ainda assim, mesmo com menor recorrência, nos períodos em que essa associação foi observada, os valores de correlação mostraram-se estatisticamente significativos e coincidiram com fases de forte intensidade dos fenômenos *El Niño* ou *La Niña*. Destaca-se que, em alguns desses anos, o *El Niño* atingiu intensidades elevadas, com anomalias de temperatura próximas a 2,5 °C, o que reforça o papel dos eventos climáticos extremos na modulação da incidência da dengue, mesmo em municípios com menor recorrência de associação estatística.

A análise dos municípios com maior número absoluto de casos amplia essa discussão, especialmente no caso de Belém, que também possui o maior número de habitantes. Foram analisados os 18 anos do período de 2007 a 2024, dos quais 10 apresentaram valores de significância estatística, correspondendo aos anos de 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018, 2023 e 2024. Outro município que chamou atenção foi Marituba, que também apresentou 10 anos com valores de significância, nos anos de 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2024.

Além desses, destacou-se o município de Parauapebas, que, embora não seja o mais populoso, apresentou o segundo maior número de casos de dengue e 10 anos com p-values inferiores a 0,05, correspondendo aos anos de 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2016, 2019, 2020 e 2023. Esses resultados sugerem que, independentemente do porte populacional, a significância estatística recorrente indica sensibilidade às variações do ENOS, possivelmente influenciando condições climáticas como precipitação e temperatura, impactando diretamente a dinâmica da dengue. Assim, evidencia-se a relevância de considerar os efeitos do ENOS na análise epidemiológica da doença, principalmente em municípios com maior número de casos ou maior sensibilidade climática.

Ao observar a recorrência temporal das associações, os anos que se destacam por aparecerem em quase todos os municípios com correlação forte são 2008, 2009, 2011 e 2012. Entre esses, apenas 2008 e 2009 apresentaram intensidades classificadas como fortes. No ano de 2008, o fenômeno *La Niña* predominou, ocorrendo em praticamente todos os meses, com intensidades variando entre forte, moderada e fraca. Já em 2009, observou-se a finalização de *La Niña* e a entrada de *El Niño* em forte intensidade, também com variações entre as classificações forte, moderada e fraca ao longo do ano.

Esses achados estão em consonância com a literatura, como apontado por Silva e Neto (2025), que identificaram, em Maceió (AL), associação direta entre a atuação do ENOS e o aumento dos casos de dengue. No período de 2021 a 2022, quando se registrou o maior pico da doença, ocorreu a fase *La Niña* com intensidades moderada a forte, indicando uma associação entre esse fenômeno climático e a elevação da incidência da dengue, atribuída principalmente ao aumento da precipitação e à formação de criadouros do vetor.

De forma complementar, estudos indicam que, embora os impactos do ENOS variem conforme a região, eventos de maior intensidade tendem a influenciar as condições ambientais relacionadas à transmissão da dengue. Quadros et al. (2025) destacam que os efeitos do *El Niño* e da *La Niña* sobre temperatura, precipitação e umidade relativa do ar não são homogêneos no território brasileiro, podendo favorecer ou dificultar o desenvolvimento do *Aedes aegypti* a depender do contexto climático regional. Embora este estudo tenha dado ênfase às variáveis temperatura e precipitação, cabe destacar que a umidade relativa do ar também desempenha papel relevante na dinâmica de transmissão da dengue, sendo igualmente sensível às variações impostas pelos eventos de *El Niño* e *La Niña*. Nesse sentido, os resultados observados reforçam que, para a região amazônica, a atuação

de eventos La Niña mais intensos está associada a um conjunto de condições climáticas favoráveis ao aumento dos casos de dengue.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que existe uma relação estatisticamente significativa e relevante entre as variações do fenômeno ENOS e a dinâmica temporal da dengue nos municípios paraenses analisados. Os dados confirmam que o Pará apresenta um cenário de alta vulnerabilidade, com picos de notificação concentrados nos meses mais quentes e chuvosos, de novembro a março, sendo a capital, Belém, e os municípios de Parauapebas e Altamira as áreas com as maiores médias de casos. Esse padrão sazonal reforça a sensibilidade da região amazônica às variações climáticas, sobretudo em contextos de maior precipitação e temperaturas elevadas.

A análise de Correlação de *Pearson* indicou que, ao longo do período estudado, todos os municípios apresentaram coeficientes de correlação que variaram de moderada a forte entre os valores do ION e a incidência mensal de dengue. Tal achado sugere que a variação de fase e intensidade do ENOS, ao modular as condições climáticas de temperatura e precipitação na região, exerce influência direta na proliferação do vetor *Aedes aegypti*. Esta associação foi estatisticamente comprovada pelo Teste t de Student, no qual todos os municípios registraram significância em pelo menos um ano, com os centros mais populosos apresentando correlação significativa em cerca de dez anos da série histórica.

Cabe destacar, entretanto, que a existência de correlação estatística não implica, necessariamente, uma relação direta de causa e efeito entre o ENOS e a incidência da dengue, uma vez que a dinâmica da doença é multifatorial e influenciada por aspectos ambientais, socioeconômicos, demográficos e operacionais dos sistemas de saúde. Ainda assim, a correlação identificada configura-se como um importante indicativo de associação climática, capaz de subsidiar análises epidemiológicas e estratégias de gestão em saúde pública.

Nesse contexto, os resultados reforçam a necessidade de considerar os fenômenos climáticos de grande escala, como o ENOS, nas políticas públicas de vigilância epidemiológica e ambiental do Estado do Pará. Mesmo não estabelecendo causalidade direta, a identificação de padrões de associação permite que o ENOS seja utilizado como ferramenta de apoio à gestão, contribuindo para a antecipação de ações de prevenção e controle vetorial, especialmente em períodos associados às fases de *El Niño* e *La Niña*. Essa abordagem possibilita a otimização do uso de recursos em saúde antes do pico de incidência da doença, fortalecendo estratégias preventivas.

Como sugestão para estudos futuros, recomenda-se a inclusão e correlação do Índice de Precipitação Efetiva Local por município, bem como o desenvolvimento de modelos preditivos que utilizem o ION como variável de entrada, visando estimar com maior antecedência a probabilidade de surtos de dengue na Região Norte. Tais avanços podem contribuir para uma compreensão mais integrada dos fatores climáticos e ambientais envolvidos, ampliando a capacidade de resposta dos sistemas de vigilância em saúde.

REFERÊNCIAS

- ALBERIO, S. H. V. O. et al. Impacto de fatores ambientais na incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana no estado do Pará. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 7, p. e13624, 2023. <https://doi.org/10.25248/reas.e13624.2023>
- ALMEIDA, L. S. et al. Saneamento, arboviroses e determinantes ambientais: impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 10, p. 3857–3868, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.30712018>
- CORREIA, D. S. et al. Mudanças climáticas e saúde pública: impactos epidemiológicos, desafios jurídicos e estratégias de mitigação. **LATTICE Multidisciplinar**, v. 6, n. 1, 2025. <https://doi.org/10.70579/pl.v2i3.74>
- COSTA, C. E. A. S.; BLANCO, C. J. C. Influência da variabilidade climática sobre a erosividade em Belém (PA). **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 33, n. 3, p. 433–444, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-7786333010>
- DAMBRÓS, L. O. et al. **Análise da correlação entre consumo de água e energia em Joinville-SC**. Joinville: Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, 2024. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/19332/AN_LISE_DA_CORRELA_O_ENTRE_CON

[SUMO DE GUA E ENERGIA EM JOINVILLE SC 17274589509567_19332.pdf](#). Acesso em: 21 jun. 2025.

DERGAN, M. R. A. et al. Aspectos epidemiológicos do vírus da dengue em mulheres grávidas no Estado do Pará, no período de 2015 a 2019. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e20810111641, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11641>

FERNANDES, C. O. S. et al. Arboviroses emergentes e reemergentes no Brasil: dengue, chikungunya e zika. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 5036–5048, 2024. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p5036-5048>

FERREIRA, D. B. S. et al. Identificação de extremos de precipitação em municípios do estado do Pará e sua relação com os modos climáticos atuantes nos oceanos Pacífico e Atlântico. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 27, p. 197–219, jul./dez. 2020. <https://doi.org/10.5380/abclima.v27i0.64630>

GOIS, G. et al. A influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) no índice de anomalia de chuvas do município de Viçosa (MG). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.55761/abclima.v33i19.16737>

GONÇALO, J. G. S. et al. Avaliação do impacto direto da vigência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre as notificações de casos de dengue na Região Metropolitana do Cariri. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE**, São Paulo, v. 1, n. 03, p. 95-103, mar. 2024. <https://doi.org/10.51891/rease.v1i3.13506>

GUIMARÃES, G. A. et al. Análise do saneamento ambiental em um município da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 3, p. 1917–1939, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.3.p1917-1939>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pará: cidades e estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

LIMA FILHO, C. A. et al. Epidemiological profile of dengue cases in the state of Pernambuco, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25891>.

LINS, B. R.; STRAPASSON, B. Teste de Significância de Hipótese Nula na Análise do Comportamento: Problemas e recomendações. **SciELO Preprints**, 2024. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7933>

MARTELI, A. lice N. et al. **Análise de agrupamento espacial da leptospirose no brasil**. 2025. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2025/08.16.17.54.26/doc/@individualPDF.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2025.

MATTIUZI, C. D. P. et al. Ocorrências de inundação e relação com fenômeno ENOS na bacia do rio Uruguai. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2023, Aracaju. **Anais...** Aracaju: ABRH, 2023. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/24443/1/inundacao_fenomeno_enos_bacia_rio_uruguai.pdf. Acesso em: 21 jun. 2025.

MENEZES, A. M. F. et al. Perfil epidemiológico da dengue no Brasil entre os anos de 2010 à 2019. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 3, p. 13047–13058, 2021. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n3-259>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS)**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

MORESCHI, M. E. G. et al. Análise de série temporal da insolação incidente em Guarapuava, Paraná, região Sul do Brasil nas diferentes fases ENOS. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, p. 1–19, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-035>

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: ONU Brasil, 2026. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 25 jan. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA) - NATIONAL WEATHER SERVICE. **Historical El Niño/La Niña episodes (1950-present)**. College Park, MD: Climate Prediction Center, 2026. Disponível em:

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Acesso em: 25 jan. 2026.

NONATO, L. T. G. et al. Impacto das mudanças climáticas na disseminação de doenças tropicais em Manaus-AM. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 6, 2025. <https://doi.org/10.55905/oelv23n6-002>

NUNES, M. R. et al. Frequência de dengue na Região de Integração de Carajás, Pará, Brasil, entre os anos de 2009 a 2019. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 7, p. 70974-70984, jul. 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-326>

PAULINO, A. J. et al. Análise da correlação entre a inflação e a rentabilidade dos fundos de investimentos imobiliários (FIIS). **Revista Científica e-Locução**, v. 14, n. 28, p. 24-24, 2025. <https://doi.org/10.57209/e-locucao.v14i28.657>

POSIT. **RStudio Desktop**. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

QUADROS, R. S. et al. Influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña sobre o aumento do número de casos de dengue no Estado do Rio Grande do Sul/RS (Brasil). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 2025. **Anais...** 2025. <https://doi.org/10.5540/03.2025.011.01.0412>

QUARESMA, M. N. S. et al. Análise e a Identificação dos Eventos Extremos de Precipitação Pluvial na Ilha do Marajó/Pará. **Geoambiente On-line**, n. 47, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/76802/40036>. Acesso em: 23 nov. 2025.

RUIZ, S. J. N. F. et al. Mapeamento e análise de Vulnerabilidade ambiental sazonal na Ilha de São Luís, Maranhão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 06, p. 4459-4475, 2024. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.6.p4459-4475>

SANTOS, K. J. S. et al. A relação do fenômeno ENOS na variabilidade dos elementos climáticos na cidade de Manaus: no período de 2012 a 2021. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 11, n. 2, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/16678/22275>. Acesso em: 10 out. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SEMAS-PA). **Anuário Climatológico do Estado do Pará – Ano 2024**. Belém, PA: SEMAS-PA, 2025. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/hidromet/webroot/anuarios_climatologicos/Anuário-Climatológico-do-Estado-do-Pará-Ano-2024.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO PARÁ (SEMAS-PA). **Boletim informativo de zoneamento agroclimático das principais culturas temporárias produzidas no Estado do Pará**. SEMAS-PA, 2021. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/hidromet/files/BOLETIM-INFORMATIVO-ZONEAMENTO-OUT-2021.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2025.

SILVA, A. C. S. L. et al. Análise do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e a influência do fenômeno El Niño - Oscilação Sul (ENOS) na Floresta Nacional de Caxiuanã. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 36, n. 21, p. 384–408, 2025. <https://doi.org/10.55761/abclima.v36i21.19299>

SILVA, D. F.; NETO, P. F. S. Relação estatística entre casos de dengue em Maceió e variabilidade climática dos Oceanos Pacífico e Atlântico. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 37, p. 93-112, jul./dez. 2025. <https://doi.org/10.55761/abclima.v37i21.18738>

SILVA, M. A. et al. Do global ao local: desafios para redução de riscos à saúde relacionados com mudanças climáticas, desastre e Emergências em Saúde Pública. **Saúde em Debate**, [S. l.], v. 44, n. especial 2 jul, p. 48–68, 2020. Disponível em: <https://saudeemdebate.org.br/sed/article/view/3221/1102>. Acesso em: 18 nov. 2025.

SILVA, M. A. R.; MORAIS, C. R. Levantamento de casos de dengue no município de estrela do sul, mg, brasil no período de 2017 a 2021. **Revista GeTeC**, v. 15, 2024. Disponível em: <http://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3352>. Acesso em: 11 ago. 2025.

SILVA, S. D. et al. Dinâmica dos casos notificados de dengue em Alagoas: Geoespacialização e Estatística Aplicada. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e415101522990, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22990>

SOUSA, J. W. et al. Análise de episódios El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a variabilidade interanual de chuvas em Rio Branco, Acre, intervalo 1971-2010. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, 2021.
<https://doi.org/10.29327/269504.3.5-21>