



Condições climáticas e a saúde da população de Santarém: Região do Oeste do Pará

Edson Agnaldo Imbelloni Martins¹, Ana Carla dos Santos Gomes², Sarah Suely Alves Batalha³, Glauce Vitor da Silva⁴, Marconio Silva dos Santos⁵, Rogério Favacho da Cruz⁶, Iolanda Maria Soares Reis⁷, Adriane dos Santos Raiol⁸, Domingas de Oliveira Almeida⁹, Gisele Silva Dias¹⁰

¹Graduando em Ciências Atmosféricas, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Rua Vera Paz, s/n, Salé, 68035-110, Santarém – PA, e-mail: edson21imbelloni@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4165-2174>; ²Profª. Dra. do Instituto de Engenharia e Geociências, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Rua Vera Paz, s/n, Salé, 68035-110, Santarém – PA, e-mail: ana.gomes@ufopa.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7499-8342>; ³Escola de Ensino Técnico do Estado do Pará Francisco Coimbra Lobato - EETEPA Santarém. Av Eng. Fernando Guilhon s/n, Santarém-Pará, Brasil, CEP 68035-000, Santarém, Pará, Brasil, e-mail: sarah.batalha@docente.sectet.pa.gov.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5153-2379>; ⁴Programa de Pós-Graduação em Ciências da Sociedade / Instituto de Formação interdisciplinar e Intercultural, Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, CEP 68035-110, e-mail: glauce.silva@ufopa.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7505-2898>; ⁵Professor do Departamento de Matemática Da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Lagoa Nova, Natal, 59078-970, e-mail: marconio.santos@ufrn.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3756-6468>; ⁶Professor no Campus Universitário de Alenquer. Universidade Federal do Oeste do Pará (CALE UFOPA), Alenquer-Pa, 68200-000, e-mail: rogerio.cruz@ufopa.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9510-0586>; ⁷Professora no Instituto de Biodiversidade e Floresta, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Rua Vera Paz, s/n, Salé, 68035-110, Santarém – PA, e-mail: iolanda.reis@ufopa.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6619-0730>; ⁸Discente do curso de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal do Oeste do Pará, CEP 68040-255, Santarém, Pará, Brasil, e-mail: adrianeraiol99@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5973-028X>; ⁹Programa de Pós – Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, CEP 68038-070, Santarém, Pará, Brasil; e-mail: 99domingas@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7228-7982>; ¹⁰Discente do curso de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal do Oeste do Pará, CEP 68040-255, Santarém, Pará, Brasil, CEP: 68040-040, e-mail: gihselesilvadias@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2508-0525>.

Article received on 04/16/2024 and accepted on 10/19/2025

RESUMO

As mudanças climáticas agravaram-se nas últimas décadas, acarretando sérios perigos à saúde humana. O presente estudo teve como objetivo verificar a percepção da população sobre os impactos das mudanças do clima na saúde população de Santarém/PA. O estudo analisou informações qualitativas, a partir de questionários semiestruturados, e quantitativas, por meio de dados de temperatura máxima do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), taxa de mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) e por Doenças Infeciosas e Parasitárias (DIP), no período de 2008 a 2021. Na metodologia, utilizou-se a estatística descritiva, a função de correlação cruzada e o teste de Mann-Kendall. Observou-se que a população percebe que as mudanças nas condições atmosféricas agravam os quadros de diversas doenças. A correlação cruzada apresentou associação positiva com dois meses de defasagem entre temperatura máxima e taxa de mortalidade por DAC e DIP. A precipitação pluvial apresentou associação negativa também no lag (defasagem) 2, apenas com a taxa de mortalidade por DIP. Utilizou-se também o teste de Mann-Kendall, que apontou tendência de crescimento para a temperatura máxima do ar. Foi possível constatar que existe correlação entre as condições atmosféricas e as taxas de mortalidade pelos grupos de doenças analisados, e que a temperatura máxima do ar já apresenta tendência de crescimento. Espera-se que os resultados encontrados possam contribuir com políticas públicas, a fim de mitigar os impactos das mudanças climáticas na saúde da população humana.

Palavras-chave: Amazônia. Biometeorologia. Mudanças climáticas. Percepção Ambiental.

Climatic conditions and the health of the population of Santarém: western region of Pará

ABSTRACT

Climate change has worsened in recent decades, posing serious dangers to human health. The present study aimed to verify the population's perception of the impacts of climate change on the health of the population of Santarém/PA. The study analyzed qualitative information, based on semi-structured questionnaires, and quantitative, through data on maximum air temperature (°C), rainfall (mm), mortality rate from Diseases of the Circulatory System (CAD) and Infectious and Parasitic Diseases (PID), in the period from 2008 to 2021. In the methodology, descriptive statistics, the cross-correlation function and the Mann-Kendall test were used. It was observed that the population perceives that changes in atmospheric conditions aggravate the conditions of several diseases. The cross-correlation showed a positive

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

association with a two-month lag between maximum temperature and mortality rates due to CAD and PID. Rainfall was also negatively associated with lag 2, only with the PID mortality rate. The Mann-Kendall test was also used, which showed an increasing trend for the maximum air temperature. It was possible to verify that there is a correlation between atmospheric conditions and mortality rates for the groups of diseases analyzed, and that the maximum air temperature already shows an increasing trend. It is hoped that the results found can contribute to public policies in order to mitigate the impacts of climate change on the health of the human population.

Keywords: Amazon. Biometeorology. Climate changes. Environmental Perception.

Introdução

As mudanças climáticas se tornaram tema central no debate público, principalmente sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável (Otto et al. 2019). De acordo com o sexto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os efeitos das mudanças climáticas serão sentidos por todas as sociedades, em maior ou menor grau, sendo minimizados em virtude das ações de mitigação e adaptação adotadas pelos governantes (IPCC, 2021).

O processo de mudanças climáticas e ambientais globais vem se agravando nas últimas décadas e colocam em sério perigo a saúde humana (Barcellos et al., 2009; Sidat et al., 2012). Nesse contexto, o aumento das emissões de gases do efeito estufa impulsiona o aquecimento global e intensifica ondas de calor e incêndios florestais, fatores que contribuem para o aumento da prevalência de asma e de outras doenças e infecções respiratórias e para o agravamento de alergias sazonais (Silvestri et al., 2024).

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde, episódios como inundações, secas, ondas de calor e de frio, incêndios, propiciam inúmeros danos direta e indiretamente à saúde da população, como por exemplo maior incidência das doenças cardiovasculares (OPAS, 2021). Diante disso, faz-se necessário realizar a identificação de uma periodicidade, para prover elementos para pesquisa e para respostas que subsidiem medidas preventivas (Oliveira et al., 2013).

Temperaturas corporais elevadas acarretam alterações fisiológicas e psicossensoriais, comprometendo o estado geral de saúde. (Roscani et al., 2017). As condições climáticas extremas e a presença de mofo e pólen no ar, que afetam a saúde cardiovascular humana. Porém, as temperaturas extremas foram identificadas como um dos efeitos mais desafiadores e diretos das mudanças climática (Aryal, 2021; Romanello et al, 2023). A exposição a calor extremo, esforço físico intenso e baixa hidratação aumentam o risco de desidratação,

tensão térmica e morbimortalidade (Wagoner et al., 2020).

As ondas de calor podem aumentar o risco de óbitos por doenças isquêmicas do coração e doenças cerebrovasculares na população adulta, sobretudo nos primeiros dias do surgimento da onda (Campos & Junger, 2025). Conforme destaca a Organização Mundial da Saúde (OMS), a morbidade e a mortalidade por doenças cardiovasculares atingem tanto os países desenvolvidos quanto os países emergentes, nestes a estimativa da taxa de óbitos devido às doenças do aparelho circulatório em 2030 é de 23,6 milhões de pessoas ao ano no mundo (OMS et al., 2016).

O aparelho circulatório pode ser visto como um exemplo de sensibilidade humana; composto de um sistema vascular complexo, ele exerce basicamente a função de garantir a correta circulação sanguínea a diversos órgãos e tecidos do corpo humano, trabalhando de forma eficiente a uma temperatura média de 37°C (Tortora et al., 2016). Segundo Natal et al. (2015), as doenças do aparelho circulatório são como uma das principais causas de óbitos em países emergentes e vêm ganhando novos patamares com seus valores aumentando a cada ano. Sendo assim, estudos que relacionam clima a doenças do aparelho circulatório como Acidente Vascular Cerebral (AVC) e Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) foram realizados ao longo das últimas décadas (Murara et al., 2010 (b)). No Brasil as doenças do aparelho circulatório permanecem como a principal causa de morte, somando mais de 390 mil óbitos anuais, com crescimento relacionado a fatores psicológicos, genéticos e comportamentais (Murara; Amorim, 2010 (a); Oliveira et al., 2022).

O clima também exerce papel importante no ciclo de transmissão de doenças infecciosas e parasitárias (BRASIL, 2010). A propagação dessas doenças tem sido constantemente relacionada com fatores socioambientais, deixando de ser um problema de saúde pública e se tornando um problema de maior complexidade, onde fatores sociais, ambientais e até mesmo políticos se tornam

substancialmente importante (Sbrogio et al., 2019). As doenças parasitárias e infecciosas fazem parte do cotidiano de pessoas do mundo inteiro, causando, aproximadamente, um terço da mortalidade no mundo. As regiões mais pobres são afetadas de forma mais sensível, em razão de sua vulnerabilidade socioeconômica, e a causalidade das doenças transmissíveis, especialmente as chamadas doenças tropicais, está fortemente vinculada à miséria (Rouquayrol e Filho et al., 1999; WHO et al., 2008).

De acordo com Bispo Júnior Jp e Santos Db, (2021), a intensificação da globalização e o aumento da mobilidade humana, a disseminação de patógenos tornou-se mais rápida e ampla, elevando a preocupação com as doenças infecciosas emergentes. A pandemia de COVID-19 demonstrou claramente esse risco, ao exigir mudanças urgentes nas prioridades da saúde pública e expor a vulnerabilidade dos sistemas de saúde diante de crises sanitárias dessa magnitude. Além do aumento nos casos de DIPs, a crise sanitária global evidenciou as fragilidades dos sistemas de saúde, que precisam ser reforçados para enfrentar novas emergências e garantir serviços essenciais (Sousa Jf et al., 2019).

Para avaliar a associação entre o clima e a incidência dessas doenças é necessário ter séries temporais de dados observados. No entanto, quando se referem às mudanças climáticas, tais séries precisam contemplar longos períodos, maiores que 50 ou 60 anos de dados, situação que dificulta a realização desse tipo de estudo em determinadas localidades na Amazônia. Uma alternativa é utilizar a metodologia da percepção

ambiental, junto com técnicas que informem significância estatísticas, para verificar como os sujeitos obtêm seus conceitos, interpretar e validar essas informações (Mendes et al., 2023).

A percepção configura-se como uma relação causal que varia conforme as pessoas percebem e avaliam o que ocorrem ao seu redor (Pires et al., 2014; Weber et al., 2021; Van Valkengoed et al., 2022). A percepção da população em relação ao meio ambiente torna-se importante, principalmente, para as que residem em áreas com vulnerabilidade socioambiental, pois compreender a gravidade da situação pode representar um relevante elemento para a busca de estratégias e alternativas de convivência com o local e, também, de adaptação às mudanças climáticas. (Andrade et al 2014; IPCC 2014; Pedrini et al., 2016). Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo verificar a percepção da população sobre os impactos das mudanças do clima na saúde da população de Santarém/PA.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

Na figura 1. A área de estudo foi a grande área de Santarém/PA (Figura 1), abrangendo a vila de Alter do Chão e as comunidades de Jatobá, Cucurunã (Ramal dos Coelhos) e Irurama, localizadas no Oeste do Pará, e possui uma população estimada em 331.942 habitantes (IBGE, 2022).

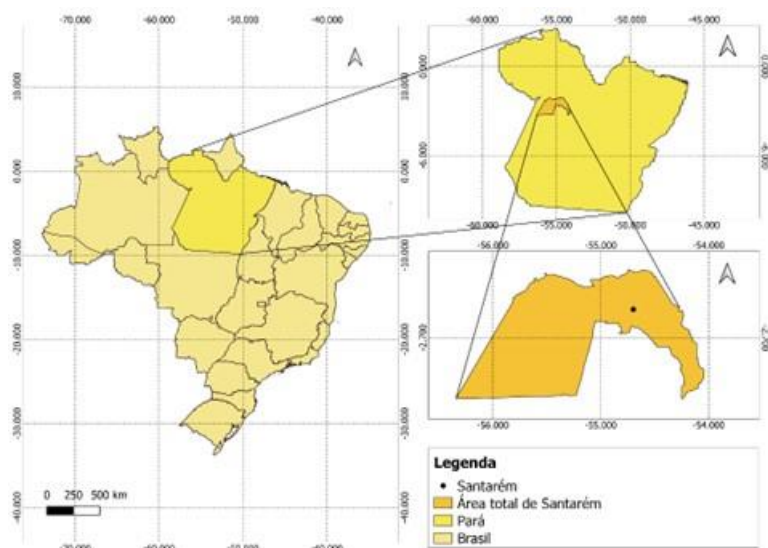


Figura 1. Localização da área de estudo: Município de Santarém -PA. Fonte: Autores (2023).

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, atualizada por PEEL et al. (2007), Santarém se enquadra no tipo climático Am, equatorial úmido típico de florestas tropicais, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa, que compreende o período de dezembro a abril, e outra de estiagem, compreendendo os meses de junho a outubro.

Procedimentos Metodológicos.

Neste trabalho, foram utilizados dados quantitativos de temperatura máxima do ar, de precipitação pluvial, de internações por Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) e de Doenças Infecciosas e Parasitárias (DIP), e dados qualitativos, por meio da percepção da população.

Foram utilizados dados do período de 2008 a 2021, com frequência mensal, de temperatura máxima do ar (°C) e de precipitação pluvial (mm), coletados pela Rede de Meteorologia da Aeronáutica (REDEMET) do Aeroporto Internacional de Santarém Maestro Wilson Fonseca e disponibilizados pelo Programa de Tecnologia da Informação para a Meteorologia (PROTIM) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em sua plataforma eletrônica. As taxas de mortalidade por Doenças do Aparelho

Circulatório e por Doenças Infecciosas e Parasitárias foram disponibilizadas pelo banco de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) e também compreendem o período de 2008 a 2021.

Os dados qualitativos foram obtidos por meio de um questionário semiestruturado acompanhados por um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O TCLE segue os princípios constitucionais de autonomia e dignidade pessoal. O termo é utilizado em pesquisas que envolvem seres humanos, sendo assinado individualmente pelo próprio respondente após esclarecido, para autorizar e formalizar sua participação no estudo (Manzini et al., 2020).

Utilizou-se a estatística descritiva para a interpretação dos questionários, contendo o total de vinte e quatro questões a respeito dos impactos das mudanças climáticas na saúde, na ocorrência dos eventos extremos, no conforto térmico e no turismo. Neste estudo, buscou-se compreender e analisar a percepção da população sobre esses impactos. Os Quadros 1 e 2 apresentam as questões do formulário que estavam diretamente relacionadas com as mudanças climáticas e a saúde.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo dentro do Projeto *“Impactos socioambientais da mudança climática em comunidades na região do Oeste do Pará”*. Segue abaixo alguns pontos a serem esclarecidos:

- A participação no estudo será voluntária a partir de informações coletadas neste questionário.
- Os dados fornecidos serão utilizados única e exclusivamente para os fins de pesquisa, sendo resguardadas as identidades dos entrevistados.
- As análises e produtos advindos desta pesquisa poderão ser publicados e contribuirão para a construção de conhecimentos científicos dentro do âmbito da pesquisa, ensino e extensão.
- Sinta-se à vontade para perguntar às bolsistas sobre qualquer dúvida que você tiver.

Caso se sinta esclarecido(a) sobre as informações e aceite fazer parte deste estudo, marque a opção "Estou de ACORDO". Saiba que você tem total direito de não querer participar. Caso não aceite os termos propostos, devolva o questionário para as pesquisadoras e sua participação nesta pesquisa será encerrada.

Você está de acordo com os termos do TCLE? () Estou de acordo

Se você concordou com os termos, dê prosseguimento respondendo o questionário a seguir. A equipe de pesquisa deste trabalho agradece antecipadamente sua participação e disponibilidade.

Figura 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Fonte: Autores (2023)

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

Quadro 1 - Questões relacionadas a mudanças climáticas.

Questões
1. Para você, mudanças climáticas são: 2. Você tem interesse por assuntos relacionados ao meio ambiente? 3. Suas atividades no dia a dia impactam o meio ambiente? 4. Na sua percepção, existem problemas ambientais no Município de Santarém? 5. Na sua opinião, nos últimos anos, as chuvas fortes na região oeste: aumentaram, diminuíram, estão iguais? 6. Na sua opinião, nos últimos anos, a temperatura do ar na região oeste: aumentou, diminuiu, está igual?

Fonte: autores (2023).

Quadro 2 - Questões relacionadas a temática da saúde.

Questões
1. Você tem alguma doença, a qual se agrava conforme a temperatura do dia? Se sim, qual doença? e a piora ocorre em dias mais quentes ou mais chuvosos? 2. Qual impacto ambiental mais afeta a saúde e o bem-estar da sua família? (Obs.: Marque apenas uma opção) () Queimadas () Enchentes () Poluição do rio () Poluição do ar. 3. Em qual aspecto os impactos ambientais mais afetam a sua vida e de sua família? (Obs.: Marque apenas uma opção) () Na saúde () Na atividade econômica () Nas condições de moradia () Não afetam () Outro: __. 4. As alterações extremas das condições meteorológicas alteram o seu dia a dia? (Obs.: Nesta questão você pode marcar mais de uma opção) () Adoeço () Tenho prejuízo financeiro () Ganho dinheiro () Me estresso () Não alteram o meu dia a dia. 5. Nas afirmações a seguir, manifeste sua opinião tomando como base a escala de concordância, considerando: 1 para “Discordo Totalmente” e 5 para “Concordo Totalmente”.

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

AFIRMAÇÕES

- I O meio ambiente está sofrendo os impactos das mudanças climáticas.
- II As mudanças climáticas afetam a vida da população nas comunidades.
- III Existem doenças e problemas de saúde que se intensificam em períodos secos e/ou chuvosos.
- IV Os problemas ambientais e as alterações climáticas podem influenciar na economia do meu bairro ou comunidade.
- V As ações de prevenção podem ajudar a resolver os problemas ambientais da sociedade em geral.

Fonte: autores (2023).

Correlação Cruzada

Para avaliar o tempo de associação entre as variáveis, utilizou-se a função correlação cruzada, que mede a correlação entre as séries temporais em diferentes períodos de tempos. De acordo com Chatfield (2000), a covariância de X_t e Y_{t+k} dependerá apenas da defasagem k e pode ser escrita na forma

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sinal}(x_j - x_k) \quad (3)$$

$$\text{Cov}[X_t, Y_{t+k}] = E[(X_t - \bar{X})(Y_{t+k} - \bar{Y})] = \gamma_{xy}(k) \quad (1)$$

em que $\bar{X}$ e $\bar{Y}$ são as médias das séries temporais $\{X_t\}$ e $\{Y_t\}$, respectivamente, e k é o coeficiente de defasagem. O conjunto dos coeficientes $\{\gamma_{xy}(k)\}$ para $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, é chamado de função de covariância cruzada. A função pode ser normalizada para fornecer a função de correlação cruzada (Cross-Correlation Function - CCF), $\rho_{xy}(k)$, dada por

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sqrt{\gamma_{xx}(0)\gamma_{yy}(0)}} \quad (2)$$

em que o denominador é o produto dos desvios padrões.

Teste de Mann Kendall

O tratamento dos dados das variáveis meteorológicas foi feito por meio do teste de Mann-Kendall, um teste não paramétrico em que se avalia a presença de tendência em séries temporais

e não sofre influência de valores discrepantes na série. De acordo com Hipel & McLeod (1994), para uma série temporal $x_1, x_2, \dots, x_n$, o teste de Mann-Kendall é realizado sob a hipótese nula (H_0) de que os dados vêm de uma população em que as variáveis aleatórias são independentes e identicamente distribuídas. A hipótese alternativa (H_1) é de que os dados seguem uma tendência monotônica no tempo. Sob a hipótese H_0 , o teste de Mann-Kendall tem estatística dada pela equação

em que

$$\text{sinal}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ 0, & x = 0. \\ -1, & x < 0 \end{cases} \quad (4)$$

A estatística S tem distribuição assintótica normal com média zero. Para a situação em que pode haver valores iguais nos valores de x , a variância de S é dada por

$$\text{Var}[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18} \quad (5)$$

em que p é o número de grupos contendo valores iguais na série de dados e t_j é o número de dados com valores iguais num certo grupo j .

Um valor positivo de S indica tendência positiva, os dados da série crescem com o tempo. Por outro lado, um valor negativo de S significa uma tendência negativa. Como S tem média zero e distribuição assintótica normal, pode-se verificar

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

se um valor positivo ou negativo de S é significativamente diferente de zero. Se S é significativamente diferente de zero, H_0 pode ser rejeitada em um nível de significância escolhido e a presença de uma tendência monotônica (H_1) pode ser aceita. Neste trabalho, o teste foi feito com nível de significância a 5%.

Para valores pequenos de n , a aproximação da normalidade é boa desde que se utilize a variável normal padrão Z dada por

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{(\text{Var}[S])^{1/2}}, & S > 0 \\ 0, & S = 0 \\ \frac{S + 1}{(\text{Var}[S])^{1/2}}, & S < 0 \end{cases} \quad (6)$$

Os cálculos para a elaboração deste trabalho foram realizados com o auxílio do software livre R.

As informações gerais coletadas com o questionário foram sobre gênero e idade dos entrevistados. Foram entrevistadas 294 pessoas, na vila de Alter do Chão e nas comunidades de Jatobá,

Cucurunã (Ramal dos Coelho) e Irurama, sendo 165 do gênero feminino e 129 do masculino. A Tabela 1 mostra a distribuição dos entrevistados por faixas etárias.

Tabela 1 - Faixas etárias dos entrevistados.

Faixa etária	Quantidade de entrevistados
15 anos a 25 anos	151
26 anos a 35 anos	69
36 anos a 45 anos	39
46 anos a 55 anos	15
+ 55	20

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Questões relacionadas as mudanças climáticas

Na questão 1 “Para você, mudanças climáticas são:”, as seguintes respostas foram mais frequentes: (1) a alteração da temperatura durante o dia, (2) mudança das estações do ano, (3) alterações causadas pela ação humana e (4) alterações nos padrões climáticos de cada região. Observa-se que a percepção dos respondentes se mostra incompleto e equivocado, mesmo levando em consideração que muitos associam as mudanças climáticas à ação do homem.

Na questão 2 “Você tem interesse por assuntos relacionados ao meio ambiente?” (figura 3.a), 94,21% dos entrevistados responderam que tem interesse sobre o assunto, o que é considerado importante, uma vez que o interesse pelo tema é considerado o primeiro passo rumo a ação.

Na questão 3 “Suas atividades no dia a dia impactam o meio ambiente?” (Figura 3.b), 50,34% dos entrevistados responderam que suas ações causam impactos positivos ao meio ambiente. Atenta-se ao percentual que se mostra consciente,

reconhecendo que suas atividades provocam impactos negativos.

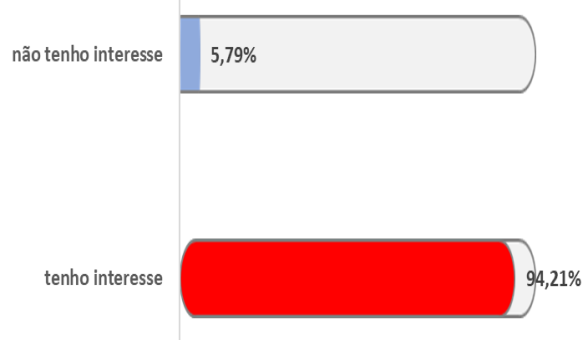
Com relação à questão 4 “Na sua percepção, existem problemas ambientais no município de Santarém?” (Figura 3.c), 94,85% responderam que acreditam que existem problemas ambientais no município.

Na questão 5 “Na sua opinião, nos últimos anos, as chuvas fortes na região oeste: aumentaram, diminuíram, estão iguais?” (Figura 3.d), 74,50% responderam acreditam que as chuvas fortes na região aumentaram. O sexto relatório do (IPCC, 2022) projeta um aumento nos eventos de chuvas extremas, o Pará é citado dentre regiões que devem sofrer com o aumento de riscos de inundações mais frequentes e extremas. Observa-se que mais de 70% dos entrevistados já conseguem perceber que as chuvas aumentaram.

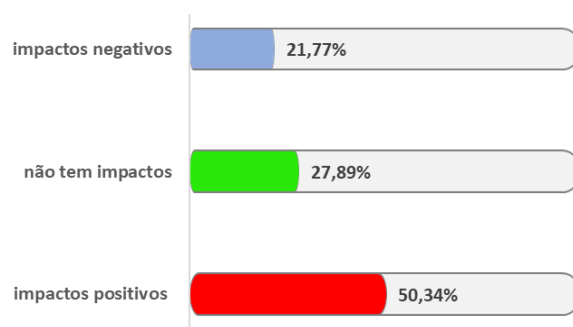
Na questão 6 “Na sua opinião, nos últimos anos, a temperatura do ar na região oeste: aumentou, diminuiu, estão iguais?” (Figura 3.e), 92,86% dos entrevistados acreditam que a temperatura do ar no município aumentou, o que é

corroborado pelo o resultado do teste de Mann-Kendall (Figura 9) aplicado neste trabalho e com o IPCC.

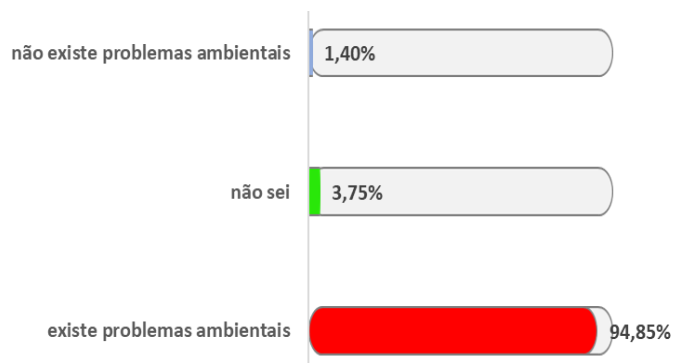
(3.a)



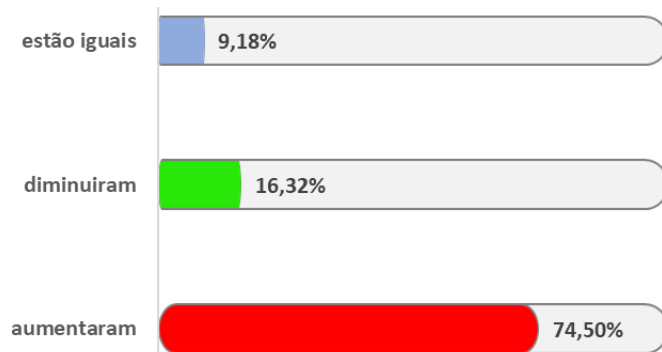
(3.b)



(3.c)



(3.d)



(3.e)

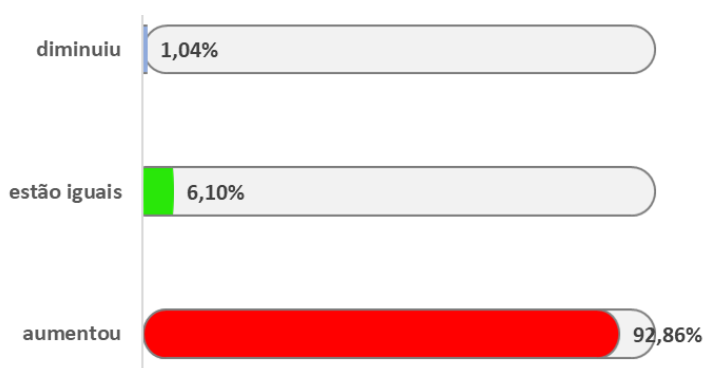


Figura 3. (3.a, 3.b, 3.c, 3.d e 3.e) gráficos percentuais das questões sobre mudanças climáticas. Fonte: Autores (2023).

Questões relacionadas a temática da saúde

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

Na questão 1 “se possuem alguma doença que se agrava conforme a temperatura do dia?”, 40% responderam ter alguma doença que se agrava conforme a temperatura do dia, e as doenças mais citadas foram rinite e sinusite. Segundo Ayoade (2007), temperatura mais baixa ou dias chuvosos influenciam em doenças como artrites, sinusite e rinite, entre outras doenças que atingem as vias respiratórias, seguido de alergias e pressão alta em dias mais quentes.

Na questão 2 “Em qual aspecto os impactos ambientais mais afetam a sua vida e de sua família?”, 67,68% responderam que afetam a saúde. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), essas mudanças têm o potencial de afetar atividades econômicas, infraestrutura e ecossistemas, bem como de causar riscos à saúde da população humana. As mudanças ambientais antropogênicas também ameaçam a saúde humana por causar escassez de água e alimentos, aumentar os riscos de desastres naturais, provocar o deslocamento de pessoas e aumentar o risco de

Após a análise da percepção dos entrevistados, verificou-se o comportamento dos dados meteorológicos e de saúde. Os valores de temperatura máxima do ar variaram de 28,85 °C a 37,38 °C ao longo do ano, evidenciando sazonalidade definida, conforme ilustrado na Figura 4. Os menores valores ocorreram de janeiro a maio com variações entre 29 °C e 33 °C. Nos meses de maio a junho ocorre aumento na temperatura máxima do ar de aproximadamente 1,5 °C, caracterizando a transição para o período mais quente. As maiores temperaturas foram observadas

ocorrência de doenças infecciosas (Lindahl et al., 2015).

Na questão 4 “qual impacto ambiental mais afeta a saúde e o bem-estar de sua família?”, 62% acreditam que a poluição do ar é a que mais afeta. O descarte inadequado do lixo, enchentes, queimadas e poluição do rio também foram mencionados pelos entrevistados.

Na questão 5 “como as alterações extremas das condições meteorológicas afetam seu dia a dia?”, 88,43% responderam que ficam estressados, contudo, respostas como: adoção, tenho prejuízo financeiro e não afetam meu dia a dia também foram mencionadas pelos entrevistados.

Na afirmação em que o entrevistado manifesta sua opinião com base na escala de concordância, considerando: (1) para “Discordo Totalmente” e (5) para “Concordo Totalmente”, 76% concordam totalmente que existem problemas de saúde que se manifestam em períodos secos e/ou chuvosos.

de julho a novembro com variação de 33,5 °C a 37,38 °C. Destaca-se novembro por ter apresentado a maior variabilidade e a maior temperatura da série estudada, com 37,38 °C. Em dezembro, observa-se uma queda da temperatura, caracterizando a transição para o período menos quente, em que janeiro registrou a menor temperatura, com 28,85 °C. Porém a menor média está presente no mês de março com 31,2 °C.

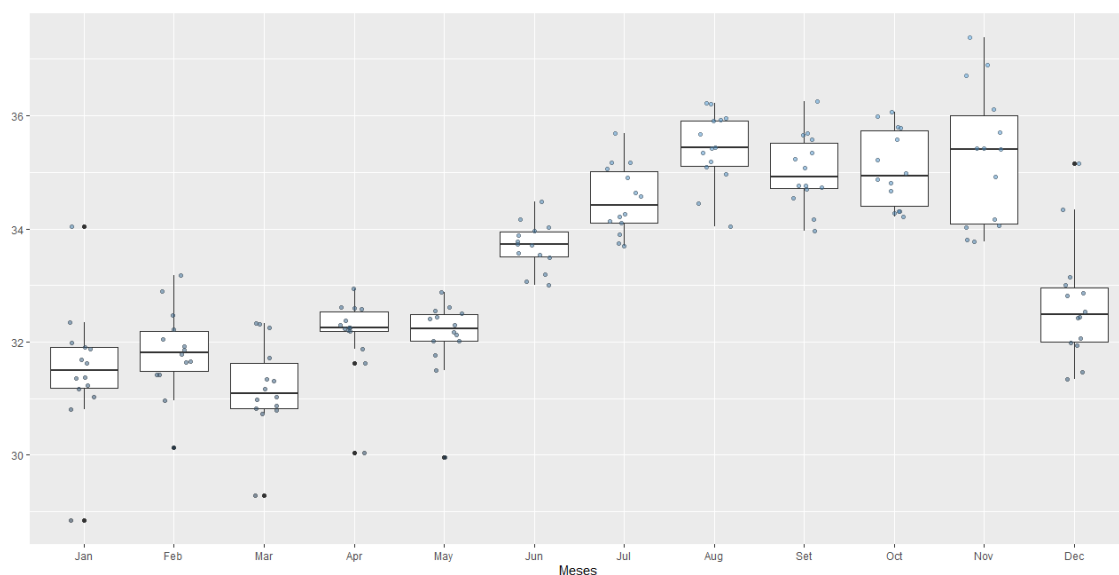


Figura 4. Boxplot da temperatura máxima do ar em Santarém-PA (2008 a 2021). Fonte: Autores (2023).

Na Figura 5, observou-se que a precipitação pluvial apresenta ciclo anual bem definido, onde a maior incidência de precipitação foi registrada entre os meses de dezembro a maio. Os meses de maior regime pluviométrico seguem resultados semelhantes encontrados por outros autores como Oliveira et al., (2020); Freitas et al., (2022), que constataram que os meses de maior pluviosidade na região vai de dezembro a maio. Isso ocorre devido a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que é considerada um dos sistemas meteorológicos de maior importância no Pará,

visto que o período chuvoso no estado acontece no decorrer do seu deslocamento em direção ao hemisfério Sul, durante o verão e outono austral (Lopes, 2013). Fevereiro, março e abril foram os meses que apresentaram os maiores índices pluviométricos, com destaque para março pela sua máxima de 825,10 mm. Em maio, a precipitação começa a diminuir, dando início à transição para o período de menor índice pluviométrico do ano, em que setembro registrou o valor mínimo no período de estudo.

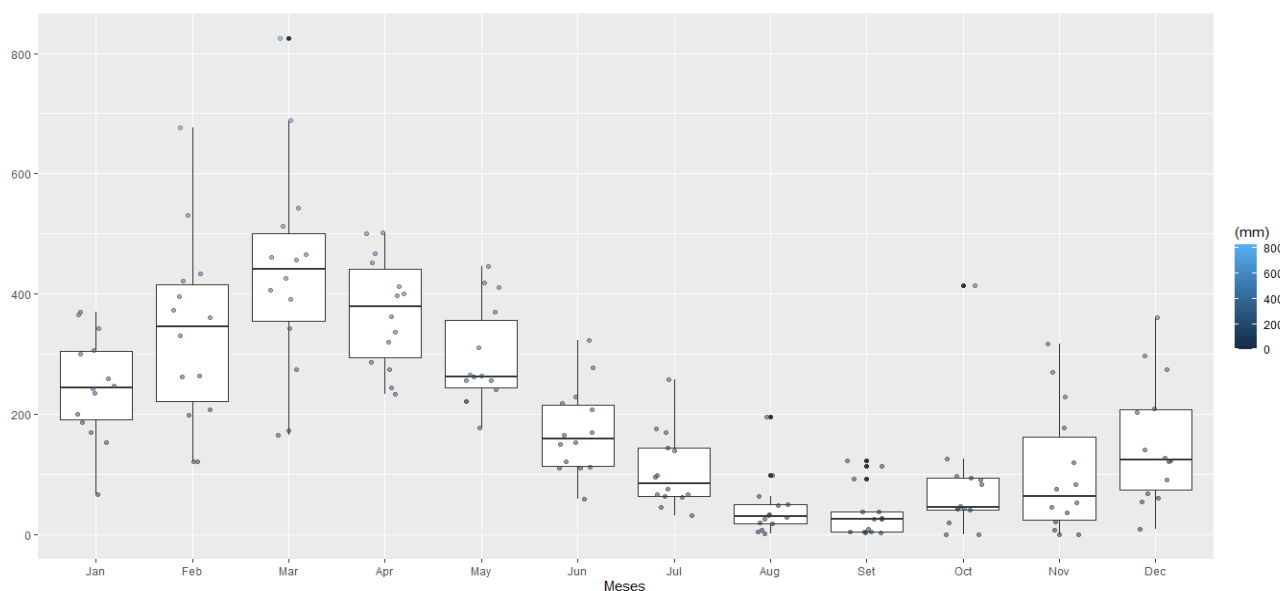


Figure 5. Boxplot da precipitação pluviométrica em Santarém-Pa Fonte: Autores (2023).

A função da correlação cruzada (CCF) entre temperatura máxima do ar e a taxa de mortalidade por DAC (Figura 6) permitiu verificar associação positiva com significância estatística nos lags 1 e 2, ou seja, o aumento da temperatura pode influenciar a taxa de mortalidade por DAC com um e dois meses de defasagem. Estudos como

de Mandu et al., (2021) mostram que o calor excessivo pode contribuir para ocorrências de DAC na cidade de Santarém. Segundo Natal et al. (2015), as mudanças bruscas na temperatura colaboram para o aumento da taxa de mortalidade por DAC.

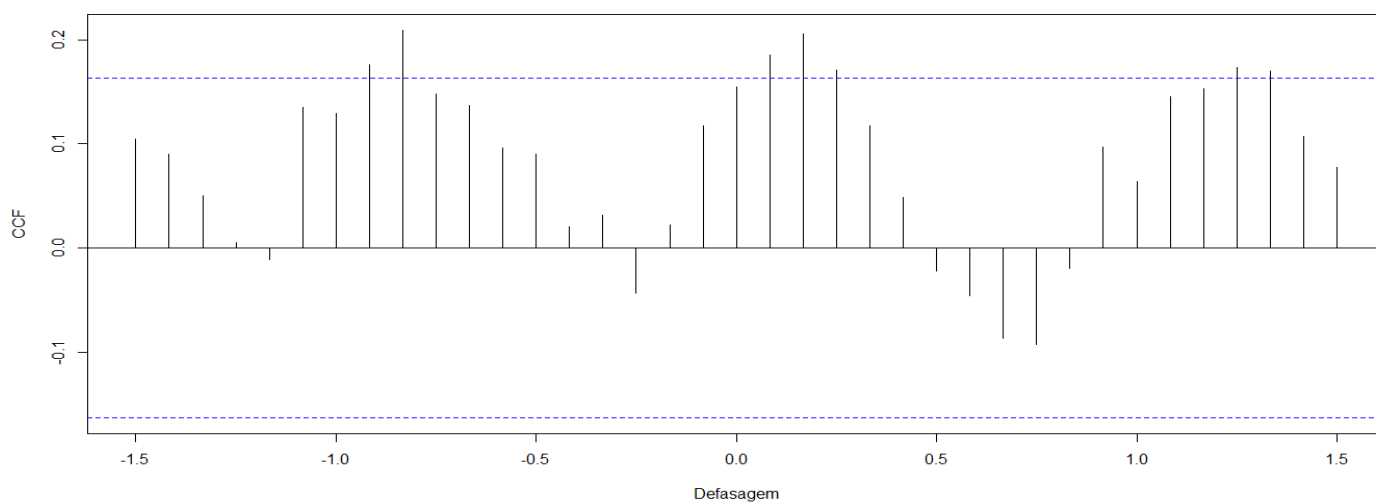


Figura 6. Correlação cruzada entre temperatura máxima do ar e taxa de mortalidade por DAC em Santarém-PA (2008 a 2021). Fonte: Autores (2023).

A CCF entre a temperatura máxima do ar e a taxa de mortalidade por DIP (Figura 7) sinaliza relação positiva nos lags de 1 a 3, indicando que o aumento da temperatura do ar pode influenciar tantos óbitos por DIP no mês da alteração quanto aqueles com defasagem de 1 e 2 meses. Mudanças na temperatura, e na frequência de eventos

extremos afetam diretamente os ciclos de vida de vetores e parasitas, influenciando sua distribuição geográfica e sazonalidade e, como consequência, infectar um maior número de pessoas por vetores transmissores (Gorris, 2019; Alcayna; Rao; Lowe, 2025).

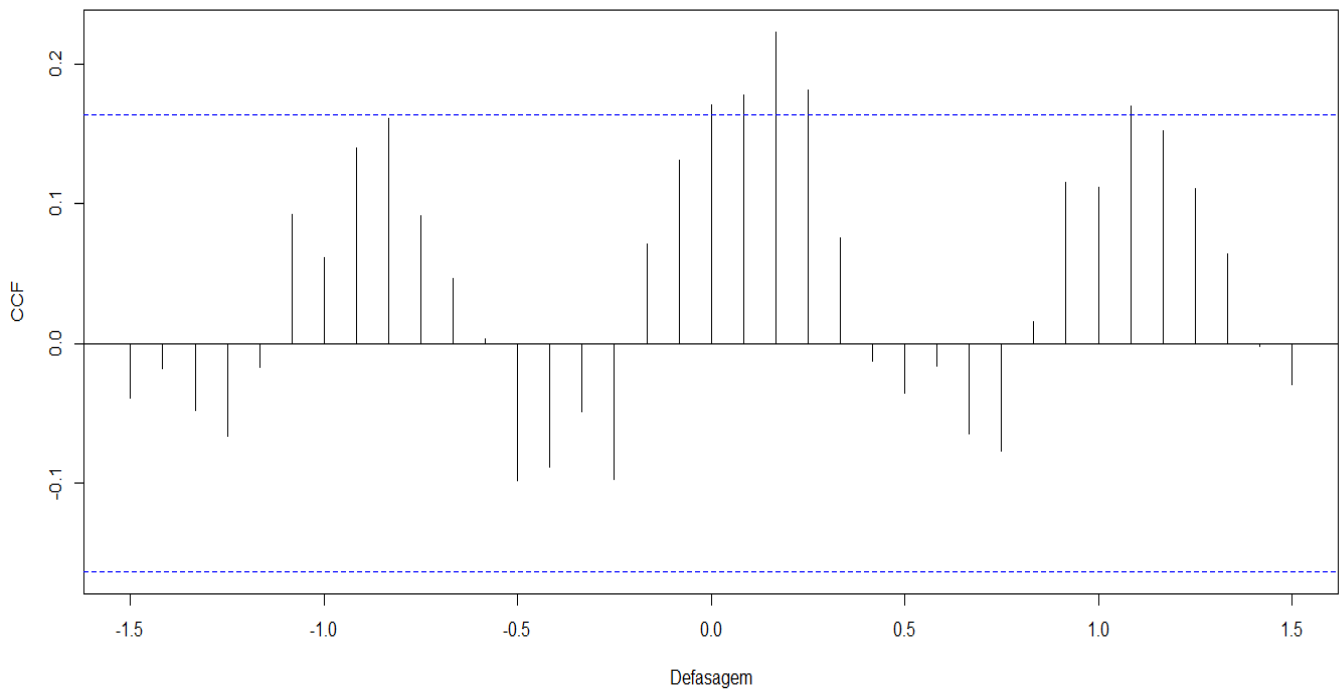


Figura 7. Correlação cruzada entre temperatura máxima do ar e taxa de mortalidade por DIP em Santarém-PA (2008 a 2021). Fonte: Autores (2023).

Não foi observada da precipitação na mortalidade por DAC. No entanto, em relação a DIP (figura 8), observou-se relação inversa com significância estatística nos lags 1 e 2, o que sinaliza que a diminuição da precipitação pode influenciar no aumento de óbitos por DIP em até

dois meses. Segundo o (IPCC, 2022), alterações nos padrões de chuva tendem a afetar o fornecimento de água doce, que por sua vez, podem impactar os hábitos de higiene e consequentemente aumentar os riscos dessas doenças.

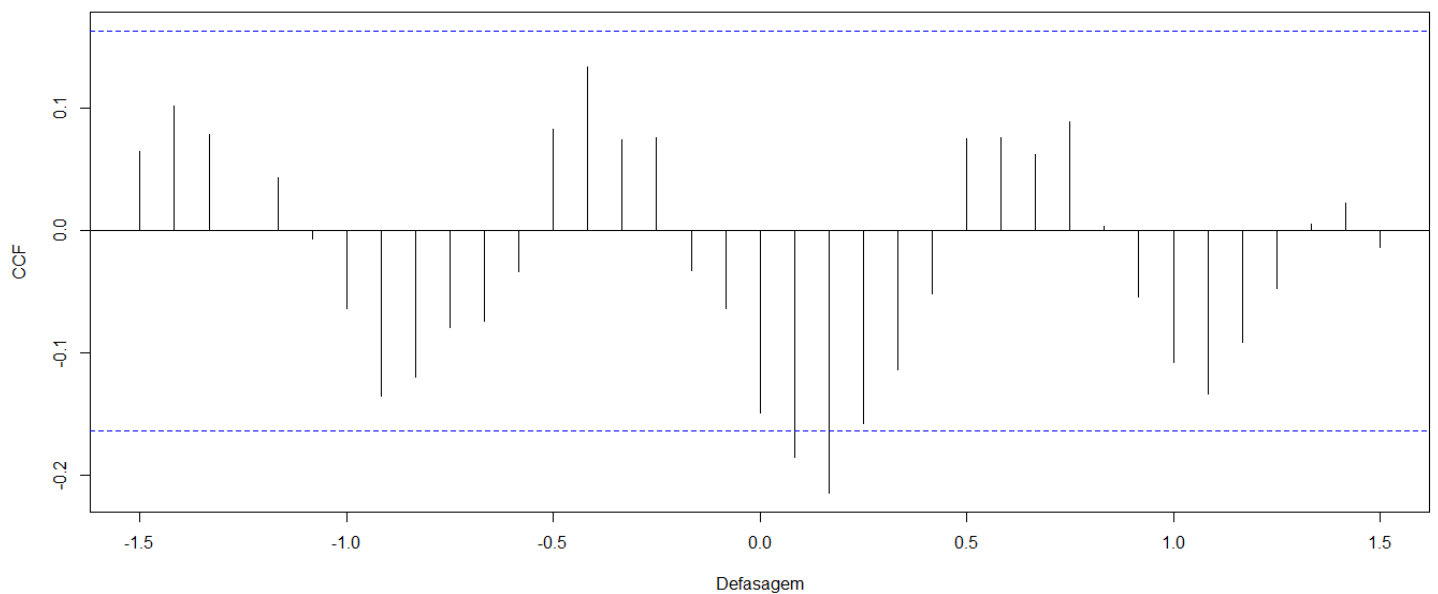


Figura 8. Correlação cruzada entre Precipitação Pluviométrica e taxa de mortalidade por DIP em Santarém-PA (2008 a 2021). Fonte: Autores (2023).

Martins, E. A. I., Gomes, A. C. S., Batalha, S. S. A., Silva, G. V., Santos, M. S., Cruz, R. F., Reis, I. M. S., Raio, A. S., Almeida, D. O., Dias, G. S.

O Teste de Mann-Kendall (Figura 9) apontou que dentre as variáveis de estudo a temperatura máxima do ar apresentou tendência de crescimento com significância estatística (p -valor = 0,001). Estudos de Brandão, (2024) destaca que os anos mais quentes na região amazônica

ocorreram entre os anos de 2010 e 2023. Galvão, (2007), apontam que o aumento da temperatura do ar contribui para retirar o sistema cardiovascular do seu equilíbrio, e com isso aumentar a ocorrência de patologias. O Teste também corrobora com estudos que afirmam que no Brasil a temperatura pode aumentar entre 4°C e 5°C nas próximas décadas (IPCC, 2022).

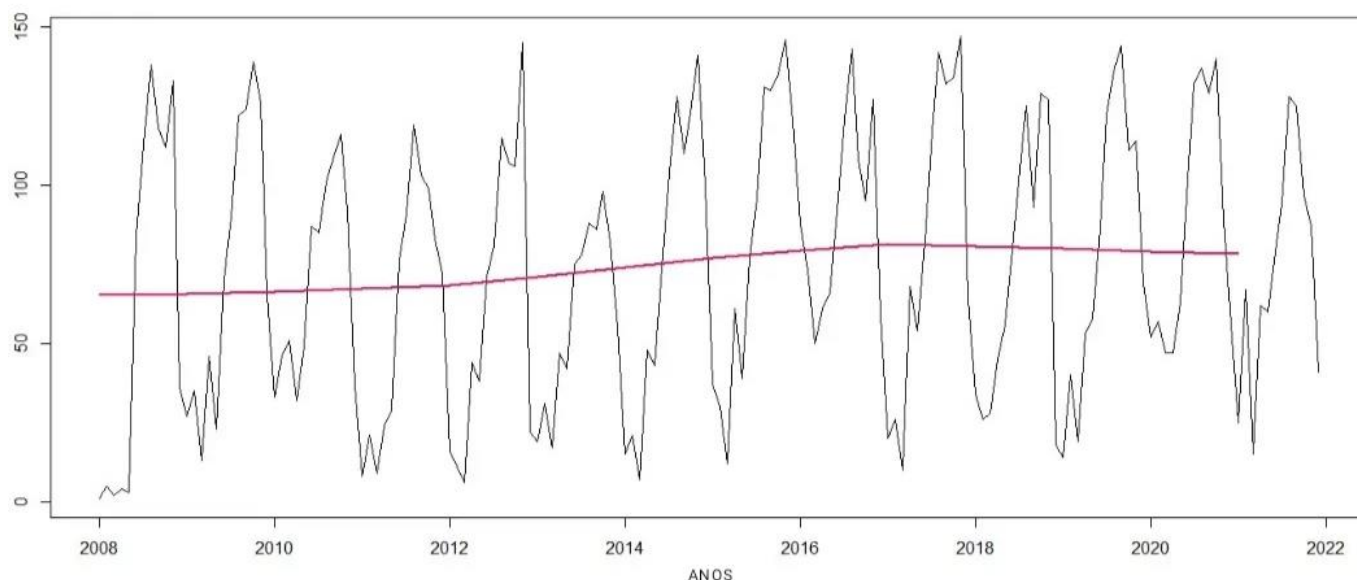


Figura 9. Gráfico da tendência da temperatura máxima do ar em Santarém-PA (2008 a 2021). Fonte: Autores (2023).

Conclusão

A população em estudo consegue perceber os impactos associados a temática das mudanças climáticas na grande área de Santarém. Foi possível constatar que existe correlação entre as condições atmosféricas e as taxas de mortalidade pelos grupos de doenças analisados, e que a temperatura máxima do ar já apresenta tendência de crescimento. Desse modo, este trabalho contribui com uma discussão sobre os impactos do clima na saúde da população, aumentando as possibilidades de enfrentamento por parte da comunidade e do poder público. Espera-se que os resultados encontrados possam auxiliar no desenvolvimento de estratégias, prevenção e adaptação de políticas públicas perante as mudanças climáticas.

Referências

- Alcayna, T., Rao, V. B., & Lowe, R. Identifying the climate sensitivity of infectious diseases: a conceptual framework. *The Lancet Planetary Health*.
- Andrade, A J P. de; DA SILVA, Neusiene Medeiros; DE SOUZA, Cimone Rozendo. As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó potiguar. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, v. 31, 2014.
- Aryal A, Harmon AC, Dugas TR. Particulate matter air pollutants and cardiovascular disease: Strategies for intervention. *Pharmacol Ther*. 2021;223:107890.
- Ayoade, J. O. (2007). *Introdução à climatologia para os trópicos* (12ª ed.). Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil.
- Ayoade, Johnson Olaniyi. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Difel, 1986.

- Barcellos, Christovam de Castro et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. 2009.
- Bispo Júnior JP e Santos DB. COVID-19 como síndrome: modelo teórico e fundamentos para a abordagem abrangente em saúde. Cadernos de Saúde Pública, 2021.
- BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em saúde, Departamento de vigilância epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. 8. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2010. [Acessado em abril de 2024]. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_infecciosas_parasitaria_guia_bolso.pdf
- Brandão, D. O., Arieira, J., & Nobre, C. A. (2024). Impactos das mudanças climáticas na sociobioeconomia da Amazônia. *Estudos Avançados*, 38(112), 249-270.
- Campos, F. M. C., & Junger, W. L. (2025). Efeitos das ondas de calor e mortalidade por doenças cardiovasculares nas capitais brasileiras. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 18(6), e18809. <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.6-224>.
- Chatfield, Chris. Time-Series Forecasting. Chapman and Hall/CRC, 2000. 267p.
- Freitas, Beatriz De Souza et al. Análise de associações entre internações de diabetes mellitus e condições atmosféricas no período de 2010 a 2020 no município de Santarém, Pará. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 30, p. 647-667, 2022.
- Gorris, Morgan Elizabeth. Environmental infectious disease dynamics in relation to climate and climate change. University of California, Irvine, 2019.
- Hipel, K. W., McLEOD, A. D. Times series modelling of water resources and environmental systems, *Developments in Water Science*, v. 45, ed. Elsevier, 1994, 1010p.
- Huynen, MMTE-Martens et al. O impacto das ondas de calor e das vagas de frio nas taxas de mortalidade da população holandesa. *Perspectivas de saúde ambiental*, v. 109, n. 5, pág. 463-470, 2001.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação 2022.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* FIELD, C.B.; BARROS, V.R.; DOKKEN, D.J.; MACH, K.J.; MASTRANDREA, M.D. et al. (eds). Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York,.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC) (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. In: Masson-Delmotte, V. P., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Chen, Y., Caud, N. (Eds.) (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2.391p.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC) (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp
- Kilpatrick, A. Marm et al. Temperatura, genética viral e transmissão do vírus do Nilo Ocidental pelos mosquitos *Culex pipiens*. *Patógenos PLoS*, v. 6, pág. e1000092, 2008.
- Lindahl, Joana F.; GRAÇA, Délia. As consequências das ações humanas sobre os riscos de doenças infecciosas: uma revisão. *Ecologia e epidemiologia da infecção*, v. 5, n. 1, pág. 30048, 2015.
- Lopes, M. N. G. (2013). climatologia regional da precipitação no estado do Pará. *Revista Brasileira De Climatologia*, 12(1).
- Mandú, T. B., Gomes, A. C. D. S., Dantas, V. D. A., & da Silva, E. A. (2021). Efeito do conforto térmico na ocorrência de doenças cardiovasculares em diferentes grupos etários em santarém-PA. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, 2(4), e24249-e24249.

- Manzini, Merlei Cristina; Machado Filho, Carlos D.; CRIADO, Paulo Ricardo. Consentimento informado: impacto nas decisões judiciais. *Revista Bioética*, v. 28, pág. 517-521, 2020.
- Mendes, Ana Vitória Padilha et al. Percepção das condições climáticas e o turismo em Alter do Chão, Santarém (PA). *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 33, p. 534-557, 2023.
- Murara, Pedro Germano; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças circulatórias. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 6, 2010. (a)
- Murara, Pedro Germano; COELHO, Micheline de S. Zanotti Stagliório; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Análise da influência meteorológica nas internações por doenças cardiovasculares. *Caderno Prudentino de Geografia*, 1, 53-66, 2010. (b)
- Natal, Evoneis Farias. Análise da influência das variáveis climáticas na mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Distrito Federal. 2015.
- Oliveira, Alzira Marques et al. Associação entre variáveis ambientais e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças na cidade Macapá-AP no período de 2008 a 2012. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*, 5, 141-153, 2013.
- Oliveira, L. L. de, Barreto, N. de J. da C., Jesus, E. dos S., & Canani, L. G. de C. (2020). Efeitos dos eventos extremos climáticos na variabilidade hidrológica em um rio de Ecossistema Tropical Amazônico. *Revista Ibero-Americana De Ciências Ambientais*, 11(4), 145–153. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0013>.
- Organização Mundial da Saúde (OMS). Dia Mundial do coração. 2016. 2016. Disponível em: <http://www.paho.org/bireme/index.php?option=com_content&view=article&id=340:dia-mundial-do-coracao-2016&Itemid=183>. Organização Pan-Americana da Saúde; 2021. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://doi.org/10.37774/9789275721841>.
- Otto, D., Caeiro, S., Nicolau, P., Disterheft, A., Tei-xeira, A., Becker, S., Bollmann, A., & Sander, K. (2019). Can MOOCs empower people to critically think about climate change?. A learning out-come based comparison of two MOOCs, *Journal of Cleaner Production*, 222, 12-21. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.190.
- Pedriani, Alexandre de Gusmão et al. Percepção ambiental sobre as mudanças climáticas globais numa praça pública na cidade do Rio de Janeiro (RJ, Brasil). *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 22, p. 1027-1044, 2016.
- Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; McMahon, T. A. Mapa mundial atualizado da classificação climática de Köppen-Geiger. *Hydrology Earth and System Sciences*, 2007.
- Pires, Marcel V. et al. Percepção de produtores rurais em relação às mudanças climáticas e estratégias de adaptação no estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 37, 431-440, 2014.
- Romanello M, Di Napoli C, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, Walawender M, Ali Z, Ameli N, Ayeb-Karlsson S. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: The imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet*. 2023;402:2346–94.
- Roscani, R. C. et al. Risco de exposição à sobrecarga térmica para trabalhadores da cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 33, n. 3, p. 1-15, mar. 2017.
- Rouquayrol, M. Z.; FILHO, N. A. *Epidemiologia e Saúde*. 5 ed., ed: Medsi, Rio de Janeiro - RJ, 1999, p. 215-265.
- Sbrogio, Anny Karolina Pereira de Oliveira et al. relação entre variáveis meteorológicas e a proliferação da conjuntivite (adenoviridae spp.) na cidade de matinhos-pr. *Unica Cadernos Acadêmicos*3, , 2019.
- Sidat, Mohsin M.; VERGARA, Alfredo. Mudanças climáticas e saúde pública: Uma reflexão com enfoque para Moçambique. *Revista Científica da UEM: Série Ciências Biomédicas e Saúde Pública*, v. 1, 2012.
- Silva, G. V.; Guimarães, J. L. C. A importância do turismo para o desenvolvimento econômico local: um estudo em Alter do Chão (Caribe Amazônico), Santarém, Pará, Brasil. *TURYDES: Revista sobre Turismo y Desarrollo local*, 12, 23, 2019.
- Silva, S. M. S. Turismo, sustentabilidade e capital social em uma vila amazônica: o caso de Alter do Chão (Santarém, Pará, Brasil). Orientadora: Luciana Gonçalves de Carvalho. 2018. 302 f. Tese (Doutorado em Sociedade, Natureza e

- Desenvolvimento) -Programa de Pós-graduação em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/62>.SIMÓN, F. Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003. *Eurosurveillance* 2005 Jul; 10:156-60.
- Silvestri, E., Omairi, M. J., Malinski, V. B., Tijolin, M. B., Fritzen, B., Dutra, T. G., Pinheiro, W. M., Jardim, A. C. dos S. de A., Machado, J. L. P., Nunes, A. B. D. N. M., Barbosa, A. da S., Moreira, J. G. P., Mazzardo, V., & Bernardi, T. C. (2024). Impacto das alterações climáticas na saúde respiratória: aumento de alergias e doenças pulmonares. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 17(10), e11486.<https://doi.org/10.55905/revconv.17n.10-141>.
- Sousa JF, et al. Mortalidade infantil por doenças infecciosas e parasitárias no estado do Pará: vigilância de óbitos entre 2008 a 2017. *Pará Research Medical Journal*, 2019; 3(3-4): 1-8.
- Tortora, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan. *Corpo Humano-: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia*. Artmed Editora, 2016.
- Van Valkengoed, AM; Perlaviciute, G.; STEG, L. Relações entre percepções sobre mudanças climáticas e ações de adaptação climática: apoio político, busca de informação e comportamento. *Mudanças Climáticas*, 17114, 2022.
- Wagoner, R. S. et al. An occupational heat stress and hydration assessment of agricultural workers in North Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2102, 1-13, mar. 2020.
- Weber, Elke U.; Stern, Paul C. Public understanding of climate change in the United States. *American Psychologist*, 66, 315, 2011.
- WHO. The global burden of disease: 2004 update. Geneva: World Health Organization, 2008. p.1-146.