

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NAS DOENÇAS EPIDEMIOLÓGICAS E NOS EVENTOS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA (ESTADO DO PARÁ)

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL VARIABLES ON EPIDEMIOLOGICAL DISEASES AND ENVIRONMENTAL EVENTS IN THE BRAZILIAN AMAZON (STATE OF PARÁ)

Renan Amaral da Silva¹
Rafaela Alves Veras²
Jaime Cardoso Da Cruz Filho³
Wilson Luna Machado Alencar⁴

Área Temática V: Meio ambiente, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

Os incêndios florestais e o desmatamento representam ameaças significativas à Floresta Amazônica, especialmente no estado do Pará, Brasil. Essas mudanças ambientais são fortemente influenciadas por variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade, precipitação e vento. Além disso, as variações climáticas modulam a incidência de doenças transmitidas por vetores, como dengue, malária e doença de Chagas. Este estudo analisou dados de 2003 a 2024, utilizando a linguagem Python para análise estatística, incluindo correlação de Pearson e regressão múltipla. Os resultados indicam fortes correlações entre o desmatamento e a umidade relativa do ar, bem como entre os focos de incêndio e a precipitação e velocidade do vento. No que diz respeito à saúde pública, a malária apresentou associação significativa com alta umidade e ventos, enquanto a incidência de dengue mostrou correlação positiva com a temperatura. A doença de Chagas apresentou correlação negativa tanto com a umidade quanto com a precipitação. Esses achados destacam a importância do monitoramento ambiental e da formulação de políticas públicas integradas para mitigar os efeitos do desmatamento e das mudanças climáticas na saúde humana na região amazônica.

Palavras-Chave: Floresta Amazônica; doenças transmitidas por vetores; variabilidade climática; desmatamento; Python.

Abstract

Forest fires and deforestation pose significant threats to the Amazon rainforest, particularly in the state of Pará, Brazil. These environmental changes are heavily influenced by meteorological variables such as temperature, humidity, precipitation, and wind. Moreover, climatic variations modulate the incidence of vector-borne diseases, including dengue, malaria, and Chagas disease. This study analyzed data from 2003 to 2024, using Python for statistical analysis, including Pearson correlation and multiple

¹ Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Castanhal; sr.amarall@gmail.com

² Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Castanhal; rafaela5veras@gmail.com

³ Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Castanhal; jaime.filho@ifpa.edu.br

⁴ Instituto Federal do Pará (IFPA) – Campus Castanhal; wilson.alencar@ifpa.edu.br

regression. The results indicate strong correlations between deforestation and relative humidity, as well as between fire outbreaks and both precipitation and wind speed. In terms of public health, malaria was significantly associated with high humidity and wind, while dengue incidence was positively correlated with temperature. Chagas disease showed a negative correlation with both humidity and rainfall. These findings underscore the importance of environmental monitoring and integrated public policies to mitigate the effects of deforestation and climate change on human health in the Amazon region.

Key words: Amazon rainforest; vector-borne diseases; climate variability; deforestation; Python.

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais e o desmatamento são as principais ameaças à Floresta Amazônica, contribuindo significativamente para a degradação ambiental e emissões de carbono. Em 2020, cerca de 10.897 km² foram desmatados, elevando a perda total de cobertura florestal para 820.000 km² na Amazônia Legal (INPE, 2021). A degradação florestal responde por parte expressiva da perda de carbono, mas seus impactos ainda são menos estudados em comparação ao desmatamento (Walker et al., 2020). Grande parte dos incêndios ocorre devido à propagação do fogo de pastagens para a vegetação nativa, liberando carbono e reduzindo os estoques de biomassa (Barbosa e Fearnside, 1999; Fonseca et al., 2017; Vasconcelos et al., 2013). Em 2015, houve um aumento de 36% nos incêndios, com emissões de 454 Tg CO₂, representando 31% das emissões relacionadas ao desmatamento (Aragão et al., 2018).

A Floresta Amazônica cobre aproximadamente 60% do território brasileiro, totalizando cerca de 5 milhões de km², distribuída por nove estados, com maior concentração no Amazonas, seguido pelo Pará e Mato Grosso (Messias et al., 2021; Ferreira et al., 2005). Os incêndios podem ter causas naturais, como raios, ou antrópicas, como queimadas para limpeza, cigarro aceso e operações florestais (Nunes, 2005). A propagação do fogo está diretamente relacionada a fatores climáticos, como temperatura elevada, baixa umidade e ventos fortes (Pessôa, 2017). Durante períodos de seca, o risco de incêndios aumenta, pois a vegetação torna-se mais inflamável e o uso do fogo na agricultura pode resultar em incêndios acidentais (Diaz et al., 2002; Sismanoglu et al., 2002; Justino et al., 2010).

As condições meteorológicas influenciam diretamente os incêndios florestais. A precipitação pode extinguir o fogo, enquanto o vento transporta materiais em chamas, determinando a direção do incêndio. Já a temperatura elevada reduz a umidade do material

inflamável, facilitando a ignição e propagação do fogo (Soares, Batista e Tetto, 2019; Torres, 2006).

O clima também tem relação com a transmissão de doenças infecciosas, especialmente em regiões tropicais. A variabilidade climática pode influenciar surtos epidêmicos ao criar condições propícias para a disseminação de patógenos (Barbosa, 2007). O clima afeta a incidência da dengue, pois temperatura, umidade e chuvas favorecem a proliferação do mosquito transmissor (Magalhães e Zanella, 2013). Viana et al. (2013) afirmam que fatores climáticos influenciam diretamente na ocorrência da doença, pois promovem a formação de criadouros e aceleram o desenvolvimento do vetor.

A doença de Chagas também sofre influência climática, pois o ciclo de vida dos triatomíneos depende da temperatura e umidade. O estado do Pará apresenta condições favoráveis para a proliferação desses insetos, devido às temperaturas elevadas e baixa altitude (Carcavallo, 2009). Doenças transmitidas por vetores são comuns em regiões tropicais e podem ser agravadas pelo aquecimento global, levando à expansão de áreas endêmicas. Modelos matemáticos preveem impactos do aumento da temperatura sobre a malária, por exemplo (Tanser et al., 2003; Hales, 2003).

A transmissão da malária depende da interação entre vetor, parasito e ser humano, sendo influenciada por fatores ambientais e sociais. Temperaturas entre 20°C e 30°C e umidade acima de 60% favorecem o ciclo do parasito no mosquito, aumentando a transmissão da doença (Lapouble et al., 2015; Fontes, 2015).

Este estudo busca analisar a correlação entre variáveis meteorológicas, desmatamento, queimadas e incidência de doenças como dengue, malária e doença de Chagas no estado do Pará.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado do Pará, localizado na Região Norte do Brasil, é fortemente influenciado pelo bioma Amazônia, pelos fenômenos climáticos El Niño e La Niña, que afetam a precipitação na

região (Souza et al., 2000), e pelo elevado número de focos de incêndio registrados (INPE, 2025).

O Pará ocupa a segunda posição entre as maiores unidades federativas do Brasil em extensão territorial, abrangendo uma área de 1.245.870,242 km². Sua população é estimada em cerca de 8,7 milhões de habitantes, o que o coloca como o 9º estado mais populoso do país. A densidade demográfica é de 6,52 habitantes por km², ocupando a 21ª posição no ranking nacional. Além disso, apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,69, ficando em 23º lugar entre os estados brasileiros (IBGE, 2024).

2.2 PERIODOS ANALIZADOS

O período analisado compreendeu os anos de 2003 a 2024. Os anos mais quentes registrados foram: 2024, 2023, 2019, 2017, 2016, 2015, 2010, 2008, 2006 e 2005. O aumento das temperaturas está relacionado tanto ao aquecimento global quanto a mudanças ambientais locais. Além disso, o fenômeno El Niño, caracterizado pelo aquecimento das águas do Oceano Pacífico, contribuiu para que 2024 fosse registrado como o ano mais quente no Brasil. (INMET, 2025).

2.3 DADOS METEOROLÓGICOS

As informações meteorológicas, incluindo precipitação, umidade relativa do ar, temperatura e velocidade dos ventos, foram obtidas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) (<https://bdmep.inmet.gov.br>). A análise considerou 33 estações automáticas, das quais 23 estão em operação: Altamira, Belém, Bragança, Castanhal, Conceição do Araguaia, Dom Eliseu, Itaituba, Monte Alegre, Novo Repartimento, Óbidos, Pacajá, Placas, Porto de Moz, Redenção, Rondon do Pará, Santa Maria das Barreiras, Santarém, São Félix do Xingu, Soure, Tomé-Açu, Tucumã, Tucuruí e Xinguara. Outras 10 estações encontram-se inoperantes: Breves, Cametá, Capitão Poço, Marabá, Medicilândia, Mina do Palito, Paragominas, Salinópolis, Santana do Araguaia e Serra dos Carajás.

2.4 DADOS DE QUEIMADAS E FOCOS DE DESMATAMENTO

Os dados sobre focos de queimadas nos municípios do Pará, no período de 2003 a 2024, foram extraídos do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/>). Neste estudo, foram utilizados dados do sensor MODIS, instalado a bordo do satélite de referência AQUA_M-T, disponíveis no Banco de Dados de Queimadas do INPE.

As informações sobre desmatamento foram obtidas por meio do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), disponível no site do INPE (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>).

2.5 DADOS DOS CASOS DE DENGUE, MALÁRIA, DOENÇA DE CHAGAS

Os dados anuais de 2003/2024 sobre os casos de dengue, malária, doença de chagas no estado do Pará utilizados neste estudo, foram obtidos no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) - Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net: <http://tabnet.datasus.gov.br/>.

Vale ressaltar que as notificações de agravos variam a cada 15 a 30 dias após o lançamento dos dados no sistema.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A correlação múltipla e regressão múltipla dos dados foi realizada usando a linguagem Python para determinar o coeficiente de correlação de Pearson (r), observando o grau de correlação e a direção (positiva ou negativa) e o quanto o modelo é explicado pelo R^2 . Os focos ativos, a taxa de desmatamento (km), os casos de dengue, malária, doença de chagas e as variáveis meteorológicas foram analisados por meio de estatísticas descritivas para obtenção das médias anuais.

3. RESULTADOS

Os resultados demonstram relações estatisticamente significativas entre as variáveis meteorológicas e os eventos ambientais:

Tabela 1: Matriz de Correlação de Pearson entre as Variáveis Meteorológicas e os eventos ambientais.

	PRECIPITAÇÃO M (mm)	TEMPERATURA M (°C)	UMIDADE %	MÉDIA DOS VENTOS (M/S)	DESMATAMENTO (KM ²)
PRECIPITAÇÃO AC (mm)	1				
TEMPERATURA M (°C)	-0.513282884	1			
UMIDADE %	0.845047666	-0.390252709	1		
MÉDIA DOS VENTOS (M/S)	0.353050062	0.023149053	0.505143035	1	
DESMATAMENTO (KM ²)	0.825124466	-0.359636702	0.858785814	0.480160265	1
TOTAL DE FOCOS DE QUEIMADAS	0.538384817	0.203663498	0.497847219	0.586177104	0.586654441

O desmatamento apresenta forte correlação positiva com precipitação (0,825), umidade (0,858) e média dos ventos (0,480), sugerindo que mudanças no uso do solo podem estar relacionadas a condições climáticas mais úmidas e ventos mais intensos.

O total de focos de queimadas apresenta correlação positiva moderada com precipitação (0,538) que pode ser atribuída a uma anomalia como El Niño, La Niña e *Atlantic Multidecadal Oscillation* (AMO), média dos ventos (0,586) e umidade (0,497), indicando que a umidade e o regime de ventos podem influenciar na propagação de queimadas.

A partir da análise de correlação das variáveis meteorológicas e as doenças epidemiológicas, foi possível gerar uma tabela e observar as seguintes interações:

Tabela 2: Matriz de Correlação de Pearson entre as Variáveis Meteorológicas e as doenças epidemiológicas.

	PRECIPITAÇÃO M (mm)	TEMPERATURA M (°C)	UMIDADE %	MÉDIA DOS VENTOS (M/S)
PRECIPITAÇÃO AC (mm)	1			
TEMPERATURA M (°C)	-0.513282884	1		
UMIDADE %	0.845047666	-0.390252709	1	
MÉDIA DOS VENTOS (M/S)	0.353050062	0.023149053	0.505143035	1
CASOS DE DENGUE	-0.146569569	0.410072034	-0.223619263	0.288158591
DOENÇA DE CHAGAS	-0.491779914	0.263442771	-0.494525358	-0.734365842
MALÁRIA	0.592588906	-0.08068603	0.671136747	0.847070593

A malária tem forte associação positiva com umidade (0,671), ventos (0,847) e desmatamento (0,617), evidenciando a influência de alterações ambientais na dispersão do

vetor, mas uma correlação moderada com a precipitação (+0.592), indicando que chuvas intensas podem reduzir a transmissão, enquanto umidade alta e ventos favorecem a propagação do vetor.

A doença de Chagas apresenta correlação negativa com umidade (-0,495), média dos ventos (-0,734) e precipitação (-0,491), o que pode indicar que condições mais secas favorecem a proliferação do vetor.

Os casos de dengue apresentam correlação positiva com temperatura (0,410) e média dos ventos (0,288), sugerindo que temperaturas mais elevadas e maior circulação do ar podem favorecer a proliferação do vetor.

Tabela 3 – Tabela de regressão múltipla das variáveis respostas (desmatamento, queimadas, dengue, Chagas e malária) usando as variáveis climáticas como preditoras.

Variável Resposta	R ²	Precipitação (p)	Temperatura (p)	Umidade (p)	Ventos (p)
Desmatamento (km ²)	0.777	+12.59 (0.080)	+115.81 (0.895)	+361.48 (0.096)	+1160.74 (0.421)
Queimadas (total de focos)	0.628	+191.34 (0.020)	+24560 (0.020)	-425.52 (0.853)	+36110 (0.032)
Dengue (casos)	0.312	+35.97 (0.310)	+5081.23 (0.265)	-1531.48 (0.160)	+14400 (0.060)
Doença de Chagas (casos)	0.622	-0.41 (0.492)	+136.77 (0.136)	+13.21 (0.449)	-432.21 (0.002)
Malária (casos)	0.791	+0.035 (0.232)	+2.74 (0.523)	+0.53 (0.520)	+25.44 (<0.001)

Valores em negrito indicam relações estatisticamente significativas ($p < 0.05$). O sinal (+ ou -) indica a direção da relação.

A regressão múltipla revelou que as queimadas estão fortemente associadas à temperatura e ventos ($p < 0.05$), enquanto o desmatamento tem correlação significativa com precipitação e umidade ($p < 0.1$). Entre as doenças epidemiológicas, os ventos se mostraram um fator determinante, reduzindo os casos de doença de Chagas ($p = 0.002$), mas aumentando a incidência de malária ($p < 0.001$). No entanto, o modelo para dengue teve um baixo poder explicativo ($R^2 = 0.312$), sugerindo que outros fatores, como ações de controle e saneamento, podem influenciar sua disseminação.

4. DISCUSSÃO

Voltaire e Royer (2004) apontam que o desmatamento reduz a estabilidade da energia estática seca nos níveis mais baixos da atmosfera, indicando uma diminuição da umidade específica nessas áreas. A relação entre desmatamento e umidade relativa do ar ainda é pouco explorada na literatura científica, com poucos estudos abordando especificamente esse impacto. Embora existam pesquisas sobre os efeitos do desmatamento no ciclo hidrológico e na evapotranspiração, a influência direta na umidade relativa do ar permanece menos investigada, exigindo maior aprofundamento para compreender suas implicações climáticas e ambientais.

As condições que mais favorecem a propagação dos incêndios são altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e ventos moderados ou fortes (PESSÔA, 2017). O vento é um fator que favorece o fogo ao influenciar as condições ambientais de diferentes formas. Em florestas densas, ele pode reduzir a umidade do ar, elevar a temperatura e acelerar a secagem da vegetação. Ventos leves podem transformar brasas em chamas, enquanto rajadas mais fortes transportam materiais em chamas, espalhando o incêndio e determinando sua direção (SOARES, BATISTA e TETTO, 2019).

Brito (2021) em seu trabalho com correlação das variáveis e focos ativos identificou que há correlação significativa e moderada entre a ocorrência de focos ativos e temperatura máxima média, precipitação e umidade relativa, indicando que as condições ambientais influenciam a ocorrência de focos ativos. A velocidade do vento não influencia a ocorrência de focos ativos, estando ela mais relacionada à propagação do fogo.

Para Fernandes (2023) as análises dos focos de queimada nos municípios do Pará, identificaram que no período menos chuvoso há um forte aumento dos focos de queimadas e polígonos de desmatamento em relação ao período mais chuvoso. Isso demonstra que com a diminuição das precipitações os municípios do Pará se tornam mais vulneráveis às queimadas. De acordo com Trollope et al. (2004), esse comportamento ambiental está ligado à influência da precipitação no nível de umidade da vegetação, o que contribui para a redução de incêndios. Nepstad e colaboradores (2004), falam da ausência de chuvas, combinada com a queda de folhas devido ao estresse hídrico, eleva o risco de incêndios.

A umidade resulta da chuva e da temperatura, pois está relacionada à quantidade de vapor d'água no ambiente. Os vetores da malária são mais comuns em áreas úmidas, pois dependem das chuvas e de reservatórios de água para reprodução, preferindo locais como lagoas, represas e valas (Deane; Causey; Deane, 1948; Tadei et al., 1998). Olson et al. (2009)

alertam que as mudanças climáticas estão alterando temperatura e precipitação, o que pode impactar a transmissão da malária na Bacia Amazônica. A precipitação e a hidrologia da superfície influenciam diretamente a abundância do mosquito *Anopheles*. O estudo indica que a chuva pode tanto aumentar quanto reduzir os casos de malária, dependendo da extensão das áreas alagadas. Enquanto regiões com poucas áreas úmidas apresentam uma relação variável entre precipitação e a doença, locais com extensas áreas alagadas tendem a ter menor incidência.

Wolfarth et al. (2013) identificaram uma relação entre a malária e fatores hidro meteorológicos na Amazônia. Analisando quatro municípios do Amazonas entre 2003 e 2009, o estudo apontou uma correlação positiva entre os casos de malária, a temperatura e o nível da água, enquanto a precipitação teve efeito inverso. Smith, Macklin e Thomas (2013) destacam que a chuva aumenta a umidade, acelerando o ciclo reprodutivo e a sobrevivência dos mosquitos. No entanto, chuvas intensas podem reduzir a população larval ao dispersar ou eliminar larvas em corpos d'água. A maioria das espécies de *Anopheles* prefere águas paradas ou de fluxo lento para reprodução. Huang e colaboradores (2011).

Carcavallo (2009) compila pesquisas sobre várias espécies de **triatomíneos**, demonstrando que temperaturas elevadas e climas mais secos intensificam a procura por alimento. Lino e colaboradores (2019) relatam que precipitação e temperatura mínima não apresentaram fortes correlações, mas obtiveram valores ligeiramente positivos (aprox. 0,1). Este resultado é contrário à expectativa inicial apresentada por Carcavallo (2009), de que zonas de menor umidade (e consequentemente menor precipitação) apresentariam mais casos. No entanto, o resultado aqui observado pode ter ocorrido pelo fato das variáveis umidade e precipitação surtirem efeito maior nas rotinas dos humanos (ex: confinamento em um ambiente fechado na presença do vetor) se comparado ao efeito nos triatomíneos.

Kelly-Hope e Thomson (2008) argumentam que o ciclo de vida, a reprodução e a sobrevivência dos mosquitos estão diretamente relacionadas às condições climáticas. Além disso, destacam o impacto do vento na dispersão desses insetos e o efeito de chuvas intensas na remoção das larvas, o que pode contribuir para a redução da população de mosquitos. De acordo com Silva et al. (2007), a reprodução da dengue não acontece nos meses de maior precipitação, mas nos períodos subsequentes. Isso ocorre porque o aumento das chuvas leva à formação de reservatórios de água, proporcionando um ambiente favorável à proliferação do mosquito, que depende de água parada para a deposição de seus ovos.

A temperatura influencia diretamente a disseminação da dengue, pois é um fator essencial para o ciclo de vida do *Aedes aegypti* (Dias, 2012). Durante os meses mais quentes, o metabolismo do mosquito se acelera, favorecendo sua reprodução e desenvolvimento, desde os ovos até a fase adulta (Câmara et al., 2007). Em condições ideais de temperatura (25 a 29°C), o ciclo do mosquito dura de 5 a 7 dias, enquanto temperaturas mais baixas retardam seu desenvolvimento. Abaixo de 12°C, a larva não consegue evoluir para a fase de pupa (Santos, 2003; Baracho, 2014).

Sousa (2019) salienta que o fato de que correlação não significa causalidade, isto é a observação da existência de uma relação/associação entre variáveis não implica necessariamente uma relação do tipo causa-efeito entre estas. Como por exemplo a interdependência entre variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de doenças transmitidas por vetores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que há relações significativas entre variáveis climáticas, desmatamento, queimadas e a ocorrência de doenças transmitidas por vetores no Pará. O desmatamento influencia diretamente a umidade e o regime de ventos, enquanto as queimadas são favorecidas por condições climáticas específicas, como altas temperaturas e ventos intensos. As doenças analisadas apresentam padrões distintos de correlação com fatores meteorológicos, reforçando a complexidade das interações entre meio ambiente e saúde pública.

Os resultados indicam que políticas públicas ambientais voltadas ao fortalecimento do monitoramento, como a ampliação do PPCDAm e a criação de sistemas integrados de alerta, são eficazes para mitigar os efeitos do desmatamento e das queimadas, especialmente em regiões com variações críticas de umidade e precipitação. Iniciativas como o Fundo Amazônia e mecanismos de REDD+ também se destacam como instrumentos estratégicos ao vincularem incentivos financeiros a metas de preservação ambiental e saúde coletiva.

No campo da saúde, evidenciou-se a importância da integração entre dados epidemiológicos e climáticos. A criação de programas de vigilância climato-epidemiológica, somada à atuação da Estratégia de Saúde da Família com enfoque entomológico, fortalece a

capacidade de resposta local a surtos de doenças zoonóticas. A inclusão de indicadores ambientais nos planos municipais de saúde permite ainda maior eficiência na alocação de recursos para ações preventivas e estruturais.

Por fim, a ampliação e modernização da rede de estações meteorológicas, com reativação de pontos inativos, integração de sensores e transmissão em tempo real, revelou-se fundamental para qualificar o monitoramento ambiental.

Diante desses resultados, é essencial que políticas públicas sejam fortalecidas para reduzir os impactos ambientais e suas consequências para a população. Medidas como o combate ao desmatamento, monitoramento de queimadas e ações preventivas contra doenças tropicais devem ser intensificadas. Além disso, o avanço de pesquisas sobre essas correlações é fundamental para um planejamento ambiental e sanitário mais eficaz, contribuindo para a sustentabilidade da Amazônia e a qualidade de vida da população.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores declaram que este estudo foi realizado em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal e a Universidade Estadual do Pará – Campus XX Castanhal, sem financiamento de terceiros. Os autores declaram também que não receberam quaisquer fundos, auxílios ou outras formas de apoio durante a preparação deste manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, L.E.O.C., ANDERSON, L.O., FONSECA, M.G., ROSAN, T.M., VEDOVATO, L.B., WAGNER, F. H., SILVA, C.V.J., SILVA JUNIOR, C.H.L., ARAI, E., AGUIAR, A.P., BARLOW, J., BERENQUER, E., DEETER, M.N., DOMINGUES, L.G., GATTI, L., GLOOR, M., MALHI, Y., MARENGO, J.A., MILLER, J.B., PHILLIPS, O.L., SAATCHI, S., 2018. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nat. Commun.* 9, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>.

BARACHO, R. C.; FILHO, A. I.; G, A.; NUNES, S.; BORGES, P. A influência climática na proliferação da dengue na cidade de Areia, Paraíba. *Gaia Scientia* (2014) Volume 8 (1): 65-73 Versão On line ISSN 1981-1268. <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/index> (2014).

BARBOSA, R.I., FEARNSIDE, P.M., 1999. Incêndios na Amazonia Brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na

passagem do evento “El Nino” (1997/98). Acta Amazônica 29, 513–534. <https://doi.org/10.1590/1809-43921999294534>.

BARBOSA, Ricardo Falcão et al. Influência de Variáveis Meteorológicas na Ocorrência de doenças Infecciosas em diferentes Localidades de Alagoas. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2007.

BRITO, Bruno Menezes Nogueira. Correlação entre variáveis meteorológicas e focos ativos para o Rio Grande do Norte. 2021. 36 f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2021.

CAMARA, F.P.; THEOPHILO, R.L.G.; SANTOS, G.T.; PEREIRA, S.R.F.G.; CAMARA, D.C.P.; MATOS, R.R.C. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. Rev. Soc. Bras. Med Trop. 2007;40(2):192-6.

CARCAVALLO, R. Climatic factors related to Chagas disease transmission. Mem Inst Oswaldo Cruz, [s. l.], v. 99, n. 4, p. 535–44, 2009.

DEANE, L.; CAUSEY, O.; DEANE, M. Notas sobre a distribuição e biologia dos anofelinos das regiões nordestina e amazônica do Brasil. Revista do Serviço Especial, v. 1, n. 4, p. 827–965, 1948. 25, 29, 117.

DIAS, M.R.C.; MARCUZZO, F.F.N.; BARROS, J.R.; Caracterização da temperatura do Ar no estado de Goiás e no Distrito Federal. Revista Brasileira de Climatologia, Ano 8 – Vol. 11 – JUL/DEZ 2012.

DIAZ, M.C.V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M.J.C.; MOTTA, R.S.; ALENCAR, A.; GOMES, J.C. & ORTIZ, R.A. 2002. O Prejuízo Oculto do Fogo: Custos Econômicos das Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia. Relatório do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) em colaboração com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC), Brasília, IPAM, 43p. Disponível em: <<https://ipam.org.br/bibliotecas/o-prejuizo-oculto-do-fogo-custos-economicos-das-queimadas-e-incendios-florestais-na-amazonia/>>. Acesso em: 01 fev. 2025.

FERNANDES, Cleyci Neves et al. USO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE FOCOS DE QUEIMADAS E DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ. Altamira, v. 3, p. 372, 2023.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. Estudos avançados, v. 53, p. 157-166, 2005.

FONSECA, M.G., ANDERSON, L.O., ARAI, E., SHIMABUKURO, Y.E., XAUD, H.A.M., XAUD, M.R., MADANI, N., WAGNER, F.H., ARAGÃO, L.E.O.C., 2017. Climatic and anthropogenic drivers of northern Amazon fires during the 2015-2016 El Nino ~ event. Ecol. Appl. 27, 2514–2527. <https://doi.org/10.1002/eap.1628>.

FONTES CJF. Malária. In: SMI: Série de Medicina Interna - doenças infecciosas. PEDROSO ERP. Rio de Janeiro: Rubio; 2015. 399 - 424p.

HALES S, WOODWARD A. Climate change will increase demands on malaria control in Africa. *Lancet* 2003;362(9398):1775.

HUANG, Fang et al. Análise de correlação temporal entre malária e fatores meteorológicos no condado de Motuo, Tibete. *Revista Malária*, v. 10, p. 1-8, 2011.

IBGE. 2025. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2024. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>>. Acesso em 2 fev. 2025.

INMET. 2025. Instituto Nacional de Meteorologia. Ano de 2024 é o mais quente no Brasil desde 1961. Disponível em:< <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ano-de-2024-e-o-mais-quente-no-brasil-desde-1961>>. Acesso em: 2 fev. 2025.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2021. Incrementos de desmatamento - Amazonia Legal - estados. <https://bitly.co/5Qx1>. acesso: 12 mar 2025.

INPE. 2017. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Portal do Programa Queimadas do INPE. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/situacao-atual/media//estado/grafico_historico_mes_atual_estado_para.html>. Acesso em: 2 fev. 2025.

JUSTINO, F.; Mélo, A.S.; Setzer, A.; Sismanoglu, R.; Sedyama, G.C.; Ribeiro, G.A.; Machado, J. P & Sterl, A. 2010. Greenhouse gas induced changes in the fire risk in Brazil in ECHAM5/MPI-OM couple climate model. *Climatic Change*, 106(2): 285-302. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9902-x>.

KELLY-HOPE, Louise; THOMSON, Madeleine C. Clima e doenças infecciosas. Previsões sazonais, mudanças climáticas e saúde humana: *Health and Climate* , p. 31-70, 2008.

LAPOUBLE OMM, et al. Situação epidemiológica da malária na região amazônica brasileira, 2003 a 2012. *Rev Panam Salud Publica*, 2015; 38 (4): 300 – 6.

LINO, E. D. dos S. M., OLIVEIRA, R. A. A. C. e., & XAVIER, S. C. das C. (2019). ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E O NÚMERO DE CASOS DE DOENÇA DE CHAGAS NO AMAZONAS, BRASIL. In *Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3* (pp. 97–107). Atena Editora.

MAGALHÃES, G. B., ZANELLA. M. E. Comportamento espacial da dengue e sua relação com o clima na região metropolitana de Fortaleza, CE, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Fortaleza, v.12, n.1, p.114-131, 2015.

MESSIAS, C. G.; SILVA, D.; SILVA, M. B.; LIMA, T. C.; ALMEIDA, C. A. Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na Amazônia legal brasileira nas últimas três décadas. *RAEGA*, v. 52, p. 18-41, 2021.

NEPSTAD, Daniel et al. Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: A basin-wide analysis. *Global change biology*, v. 10, n. 5, p. 704-717, 2004.

NUNES, J.R.S. 2005. FMA+ - um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná – Brasil. Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado. 150p.

OLSON, S. et al. Links between climate, malaria, and wetlands in the Amazon Basin. *Emerging Infectious Diseases*, v. 15, n. 4, p. 659–662, 2009. 19, 29, 30, 109, 115.

PESSÔA, M. L. Análise de perigo de incêndios florestais no estado do Ceará. Fortaleza, 2017. 48 p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará.

SANTOS, J. P. Espaço & Doença: Análise Geográfica do Surto de Dengue em São Sebastião –DF. 2003. 96 f. Monografia de Práticas e Pesquisa de Campo II. – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia. Brasília, 2003.

SILVA, J.S.; MARIANO, Z.F.; SCOPEL, I. Influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí - GO na perspectiva da geografia médica. *Revista Hygeia*, v. 2, n.5, p.33-49, 2007.

SISMANOGLU, R.A.; SETZER, A.; JUSTINO, F.B. & LIMA, W.F.A. 2002. Avaliação inicial do desempenho do risco de fogo gerado no CPTEC. In: ANAIS DO XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Foz de Iguaçu-PR.

SMITH, M.; MACKLIN, M.; THOMAS, C. Hydrological and geomorphological controls of malaria transmission. *Earth-Science Reviews*, v. 116, p. 109–127, 2013. ISSN 0012-8252. Disponível em: . 19, 20, 31, 33, 115.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais. 2. ed. Curitiba: Produção independente, 2019.

SOUSA, Áurea. Coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de correlação de Spearman: o que medem e em que situações devem ser utilizados? *Correio dos Açores*, p. 19-19, 2019.

SOUZA, E.B.; KAYANO, M.T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G. & NOBRE, C. 2000. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic Dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960–1998. *Acta Amazonica*, 30(2): 305-318. doi: [http:// dx.doi.org/10.1590/1809-43922000302318](http://dx.doi.org/10.1590/1809-43922000302318).

TANSER FC, SHARP B, Le SUEUR D. Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa. *Lancet* 2003;362(9398):1792-1798.

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). *Caminhos de Geografia* 7 (18) [online], p. 162 – 171, jun. 2006. ISSN 1678- 6343.

TROLLOPE, Winston SW; DE RONDE, Cornelis; GELDENHUYS, Coert J. Fire behaviour. *Wildland Fire Management Handbook for Sub-Saharan Africa*.(Ed. JG Goldammer) pp, p. 27-59, 2004.

VASCONCELOS, S.S., FEARNSIDE, P.M., GRAÇA, P.M.L.A., NOGUEIRA, E.M., DE OLIVEIRA, L.C., FIGUEIREDO, E.O., 2013. Forest fires in southwestern Brazilian Amazonia: Estimates of area and potential carbon emissions. *For. Ecol. Manage.* 291, 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.044>.

VIANA, D.V., IGNOTTI, E., 2013. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. *Rev. Bras. Epidemiol.* 16, 240–256.

VOLDOIRE, A.; ROYER, J. F. Tropical deforestation and climate variability. *Climate Dynamics*, v. 22, p. 866, 2004.

WALKER, W.S., GORELIK, S.R., BACCINI, A., ARAGON-OSEJO, J.L., JOSSE, C., MEYER, C., MACEDO, M.N., AUGUSTO, C., RIOS, S., KATANH, T., DE SOUZA, A.A., CUELLAR, S., LLANOS, A., ZAGER, I., MIRABAL, G.D., SOLVIK, K.K., FARINA, M.K., MOUTINHO, P., SCHWARTZMAN, S., 2020. The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 117, 3015–3025. <https://doi.org/10.1073/pnas.1913321117>.

WOLFARTH, B. et al. Epidemiological analysis of malaria and its relationships with hydrological variables in four municipalities of the state of Amazonas, Brazil. *Hydrological Sciences Journal*, v. 58, n. 7, p. 1495–1504, 2013. 19, 20, 29, 31, 109, 115, 116.

