III SIMPOSIO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA HUMANA
26 a 28 de agosto de 2026

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DA TUNGÍASE NA MACRORREGIÃO DE SAÚDE DE SOBRAL/CE EM 2021

Nathiel de Sousa Silva (1); Emerson Mariano da Silva (2); José Maria Brabo Alves (3)

(1) Doutor, Mestrado Profissional em Climatologia – Universidade Estadual do Ceará, nathiel.silva@uece.br
(2) Doutor, Mestrado Profissional em Climatologia – Univ. Estadual do Ceará, emerson.mariano@uece.br
(3) Doutor, Mestrado Profissional em Climatologia – Universidade Estadual do Ceará, brabo.alves@uece.br

RESUMO

A tungíase é uma ectoparasitose cutânea causada pela pulga *Tunga penetrans*. A enfermidade está associada a contextos de vulnerabilidade social e ambiental, sendo mais prevalente em regiões tropicais da África e da América Latina. Nesse contexto, fatores climáticos podem influenciar diretamente o ciclo de vida do parasita e, consequentemente, a ocorrência da doença em humanos. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a influência de variáveis climáticas na ocorrência da tungíase e de suas formas graves nos cinquenta e cinco municípios da macrorregião de saúde de Sobral no estado do Ceará, no ano de 2021. Trata-se de um estudo ecológico com unidade de análise municipal. Os dados sobre a ocorrência da doença foram obtidos por meio de um método de avaliação rápida aplicado com profissionais de saúde em 2021. As variáveis ambientais analisadas incluíram precipitação pluviométrica, temperatura média, umidade relativa do ar e índice de aridez, obtidas em bases meteorológicas e governamentais oficiais. Foi realizada uma análise bivariada utilizando os testes estatísticos de *t* de *Student* e de *Mann-Whitney* com auxílio do software Jamovi 2.6. Os resultados indicaram que todos os municípios analisados relataram ocorrência de tungíase, sendo que trinta e nove apresentaram casos da doença no período estudado, destacando 16 com formas graves. Observou-se associação estatisticamente significativa entre a presença da doença com a precipitação pluviométrica esperada (mediana = 997mm; p = 0,019) e índice de aridez (mediana = 48,8; p = 0,019). Além disso, a ocorrência de formas graves mostrou associação significativa com o índice de aridez (mediana = 53; p = 0,042), dentro do esperado para o clima da região. Os fatores climáticos exercem forte influência na ocorrência e na gravidade da tungíase na região., o que reforça a necessidade de intensificação das ações de vigilância e controle em períodos e áreas com condições ambientais favoráveis à proliferação do parasita.

Palavras-chave: clima, tungíase, meteorologia, controle, saúde pública.

1. INTRODUÇÃO

A tungíase é uma ectoparasitose cutânea causada predominantemente pela pulga *Tunga penetrans* no Brasil. A doença foi inserida no grupo das Doenças Tropicais Negligenciadas (DTN) da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2017, bem como foi incorporada no novo roteiro (2021-2030) para combate a esse grupo de enfermidades lançado pela OMS em 2021 em vista do seu controle (OMS, 2022).

A tungíase ocorre normalmente em humanos e outros mamíferos, concentrando-se nos pés, embora possa ocorrer em áreas menos comuns, como mãos, pernas, nádegas entre outras. Esta parasitose reflete desigualdades sociais, sendo mais prevalente em comunidades vulneráveis, com destaque na África Subsaariana e América Latina, bem como em crianças e idosos, com picos de incidência durante a estação seca (FELDEMEIR *et al*., 2014; HEUKELBACH; DEKA, 2021).

O enfrentamento à doença exige uma estratégia integrada e multidisciplinar na ótica *One Health*, a qual conecta seres humanos, animais e meio ambiente de forma multidisciplinar como forma de otimizar a saúde dos diferentes envolvidos de forma sustentável. Nesse contexto, os esforços passam também pela análise de como o clima influencia o ciclo da doença, considerando áreas e populações específicas (McNEILLY *et al.,* 2025; FELDMEIER *et al*., 2014). Destaca-se que há escassez de dados e estudos sobre a tungíase por todo o mundo, dificultando o seu controle e resultando em casos graves e potencialmente fatais.

A ocorrência da doença revela como a saúde está intrinsecamente ligada ao território, sendo alimentada por um mosaico de fatores sociais, climáticos e geográficos que, somados às práticas cotidianas, podem tornar regiões mais vulneráveis (BIZUNEH *et al*., 2022; GIRMA; ABDU; TESHOME, 2024). Dessa forma, a otimização da compreensão de como diferentes estações climáticas afetam o ciclo de vida da pulga pode ser crucial na identificação dos alvos para a tomada decisões e efetivação de medidas de controle.

2. OBJETIVO

Caracterizar a influência das variáveis climáticas na ocorrência da tungíase e suas formas graves nos municípios da Macrorregião de Saúde de Sobral, região norte do estado do Ceará em 2021.

3. MÉTODO

3.1 Área do estudo

O Ceará pertence ao nordeste do Brasil, aos 2,5º S e 10º S de latitude e 34º W e 42º W de longitude, com população estimada em 9,2 milhões de pessoas e área aproximada de 148.894 km². O Estado é dividido em cinco macrorregiões de saúde, sendo a de Sobral (MRS) (Figura 1) a que possui o maior número de municípios (cinquenta e cinco), os quais são substancialmente heterogêneos em suas condições geográficas e totalizam aproximadamente 1,6 milhões de habitantes.

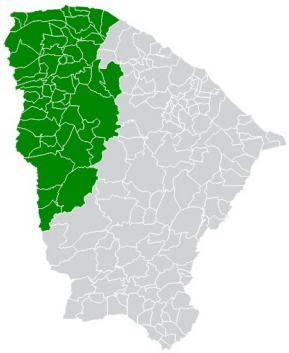


Figura 1 – Estado do Ceará com destaque para os 55 municípios da Macrorregião de Saúde de Sobral

O Ceará é quase todo inserido no domínio da semiaridez, com irregularidade pluviométrica no tempo e espaço, tendo o período chuvoso estabelecido no primeiro semestre com e março e abril como meses mais chuvosos (ZANELLA, 2007; SILVA *et al*., 2020). Todavia, no estado existem espaços em que o contexto climático é totalmente diferente em virtude, principalmente, da influência do relevo com suas cotas altimétricas elevadas e influência litorânea acentuada.

3.2 Fonte e coleta de dados

Os dados de ocorrência da doença foram obtidos através de um Método de Avaliação Rápida aplicado com profissionais de saúde de todo o estado do Ceará em 2021, que consistiu em um questionário sobre a ocorrência da doença em cada município. Esse método consistiu em um questionário elaborado no Google Forms e pré-testado por profissionais multidisciplinares de diferentes estados brasileiros com amostragem não probabilística, do tipo *snowball*, principalmente com profissionais de saúde do Ceará como população-alvo e os 184 municípios do estado como unidades de observação, detalhado em nota técnica publicada (HEUKELBACH; SILVA, 2023). O instrumento contemplou questões objetivas e subjetivas sobre a ocorrência da tungíase. Os dados ambientais usados na análise em busca de possíveis associações com a ocorrência da doença foram obtidos a partir das plataformas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (precipitação pluviométrica – normal climatológica), Climate-Data (temperatura média e umidade relativa do ar média) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (índice de aridez).

3.3 Variáveis e Análise

Foram analisadas as variáveis dependentes: i) ocorrência da tungíase em cada município da MRS; ii) a ocorrência de casos graves de tungíase em cada município da MRS. A unidade de observação da pesquisa é o município e não a individualidade das pessoas adoecidas. Foi aplicada uma análise bivariada (Testes *t* de *Student* e *Mann-Whitney*), com a normalidade dos dados verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Utilizou-se nessas análises o software Jamovi 2.6 (*Jamovi Project*).

4. RESULTADOS

Em todos os municípios da área analisada se tem indicação da ocorrência da tungíase (SILVA *et al.,* 2023). Destes, trinta e nove apresentaram a doença no período do estudo, tendo em dezesseis a observação de formas graves da doença. As variáveis ambientais associadas a ocorrências da doença e das suas formas graves nos municípios são apresentadas, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2. A dispersão dos dados para as

variáveis significativamente associadas são apresentadas nas Figuras 1 e 2, nas quais indicam municípios com presença e ausência da doença em paralelo às variáveis climáticas analisadas.

.

Tabela 1 – Variáveis ambientais associadas à ocorrência da tungíase nos municípios da MRS em 2021.

Variável	IIQ 25%	Mediana	IIQ75%	P Valor
Precipitação				
Ausência	717	813	1001	0,019
Presença	862	997	1122	
Índice de aridez				
Ausência	32,1	40,3	46,8	0,019
Presença	39,7	48,8	55,9	

Tabela 2 – Variável ambiental associada à ocorrência de tungíase grave nos municípios da MRS em 2021.

Variável	IIQ 25%	Mediana	IIQ 75%	P Valor
Índice de aridez				
Ausência	35,4	45,5	51,0	0,042
Presença	46,0	53,0	62,4	

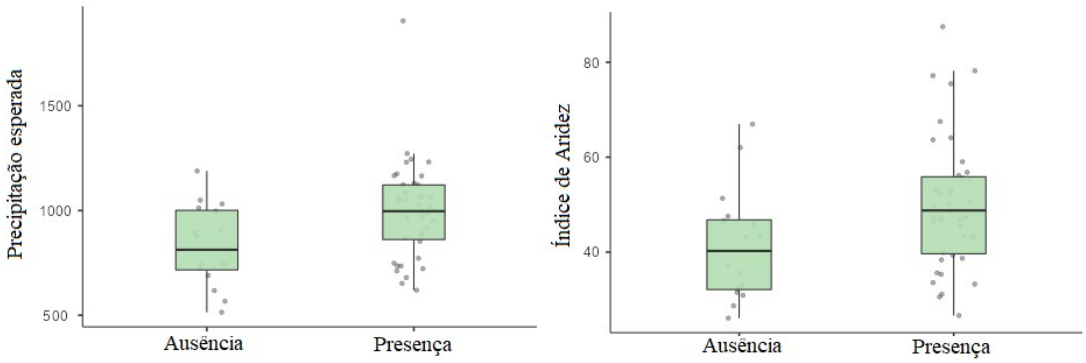


Figura 1 – Dispersão dos dados para variáveis ambientais significativamente associadas à presença ou ausência de tungíase nos municípios da MRS em 2021.

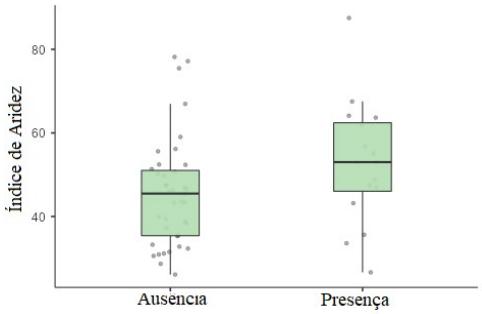


Figura 2 – Dispersão dos dados para a variável significativamente associada à presença ou ausência de tungíase grave nos municípios da MRS em 2021.

Os resultados indicam que as condições climáticas da região influenciam diretamente o risco da doença. Observou-se que a tungíase é mais presente em municípios com maiores índices de chuva entre os analisados, mas esses volumes ainda seguem o padrão do semiárido, com solos secos e com pouca água, sendo insuficientes para encharcar o solo e mantendo as temperaturas elevadas, o que gera um cenário adequado para a proliferação do parasita na região. Em condições favoráveis, as pulgas da doença se desenvolvem-se em solo seco, transformando-se em larvas e pupas, antes de emergirem como adultos infectantes (NAGY *et al* 2007).

Em relação ao índice de aridez, observou-se valores situados entre as faixas de clima semiárido e subúmido seco. Esse cenário indica condições ambientais favoráveis ao ciclo de desenvolvimento da pulga, que necessita de ambientes quentes para se desenvolver. Ressalta-se que esse índice calcula a diferença entre a quantidade de chuva e a perda de água nos sistemas (evapotranspiração), mostrando que quanto menor for esse índice mais árida é a região e vice-versa (LOPES; LEAL, 2015).

Nesse sentido, um índice médio de aridez em torno de 55% sugere a presença de áreas propícias à ocorrência do parasita, devendo então ser considerados prioritários para a realização de novas pesquisas e ações de controle (DEKA, 2020). Em relação às chuvas, o ciclo do parasita fora do hospedeiro envolve uma metamorfose completa, que ocorre de forma mais adequada em solos secos e ricos em matéria orgânica (NAGY *et al.,* 2007). Dessa forma, a doença tende a ser mais frequente durante períodos secos, como no segundo semestre do ano. Pesquisa em Uganda mostrou que o número de pulgas aumenta consideravelmente no período seco, o que favorece contaminação ambiental e humana (MUTEBI *et al.,* 2025).

5. CONCLUSÕES

As condições climáticas exercem forte influência na ocorrência da tungíase, podendo inclusive favorecer o surgimento de formas mais graves da doença quando potencializa o ciclo da pulga no ambiente, que por sua vez ameaça a saúde humana. Na macrorregião de saúde de Sobral/CE, a tungíase representa um problema relevante de saúde pública e demanda ações imediatas, considerando a presença gravidade e os impactos que podem ocorrer na população afetada.

Assim, com a relação entre a incidência da tungíase e a sazonalidade climática estando bem estabelecida, reforça-se a necessidade de se intensificar as medidas de vigilância e intervenção nesses momentos. Nesse escopo, um controle efetivo da doença requer uma abordagem integrada multidisciplinar, tornando essencial a existência de novos estudos orientados por agendas específicas, com análises pontuais e multiníveis, das variáveis ambientais, bem como das sociais, relacionadas à ocorrência da doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ending the neglect to attain the sustainable development goals: a road map for neglected tropical diseases 2021-2030. Geneva: WHO, 2021. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789240010352. Acesso em: 08 mar. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Report of a WHO informal meeting on the development of a conceptual framework for tungiasis control: virtual meeting, 11-13, January 2021. [S. l.]: WHO, 2022. Disponível em: https://www.paho.org/en/documents/report-who-informal-meeting-development-conceptual-framework-tungiasis-control-virtual. Acesso em: 08 mar. 2026.

DEKA, Mark A. Mapping the geographic distribution of tungiasis in Sub-Saharan Africa. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1-20, 2020.

DEKA, Mark A; HEUKELBACH, Jorg. Distribution of tungiasis in Latin America: identification of areas for potential disease transmission using an ecological niche model. **The Lancet Regional Health Americas**, [s. l.], v. 5, p. 1-12, Jan. 2022.

FELDMEIER et al. The International Expert Group for Tungiasis Tungiasis. Tungiasis: a neglected disease with many challenges for global public health. **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 8, n. 10, p. 1-7, Oct. 2014.

MCNEILLY, H *et al*.. Reduction of tungiasis prevalence, intensity, and morbidity during a two-year long community-based tungiasis control project in a hyperendemic region in Karamoja, Uganda. **Plos Neglected Tropical Diseases,** [s. l.], v. 19, n. 6, p. 1-23, June 2025.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In SILVA, J. B. S. *et al*. (Orgs). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2. ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SILVA, N.S., Alves, J.M.B.; Silva, E.M.. Avaliação da Relação Entre a Climatologia, as Condições Sanitárias (Lixo) e a Ocorrência de Arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no Período Entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira De Meteorologia,** 35(3), 485–492, 2020.

HEUKELBACH, J; SILVA, N.S. A rapid assessment method to estimate the prevalence of ectoparasitoses in Brazil: tungiasis and scabies as case studies. **One Health & Implementation Research**, [s. l.], v. 3, p. 1-10, 2023.

NAGY, N *et al,* Investigações sobre o ciclo de vida e morfologia de *Tunga penetrans* no Brasil. ***Parasitol. Res****, 101* (Suplemento 2), S233–S242, 2007.

BIZUNEH, A.G *et al.* Tungiasis: neglected diseases of resource-poor community. **Journal of Zoonotic Diseases,** [s. l.], v. 6, n. 2, p. 45-51, 2022.

GIRMA, A; ABDU, I; TESHOME, K. Prevalence and determinants of scabies among schoolchildren in Africa: a systematic review and meta-analysis. **SAGE Open Medicine**, [s. l.], v. 12, p. 1-10, Oct. 2024.

LOPES, I.; LEAL, B.G. Índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 155-172, 2015.

NAGY, N *et al.* Investigations on the life cycle and morphology of tunga penetrans in Brazil. **Parasitology Research**, [s. l.], v. 101, p. S233-242, 2007. Supplement 2.

MUTEBI, F *et al.* Dynamics of Tunga penetrans infections and severity of associated morbidity among pigs during the dry season in rural Uganda. **Parasites & Vectors**, [s. l.], v. 21, n. 64, p. 1-19, Feb. 2025.