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

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NOS ACIDENTES COM SERPENTES EM SOBRAL, CEARÁ, DE 2010-2019

Nathiel de Sousa Silva (1); Emerson Mariano da Silva (2); José Maria Brabo Alves (3)
(1) Doutor, Universidade Estadual do Ceará, nathiel.silva@uece.br
(2) Doutor, Universidade Estadual do Ceará, emerson.mariano@uece.br
(3) Doutor, Universidade Estadual do Ceará, jose.brabo@uece.br

RESUMO
Os acidentes ofídicos representam um grave problema de saúde pública, sendo fortemente influenciados por fatores ambientais e climáticos. Este estudo objetiva analisar a relação entre a variabilidade pluviométrica e a incidência de picadas de serpentes no município de Sobral, Ceará, compreendendo o período de 2010 a 2019. Realizou-se um estudo retrospectivo e quantitativo utilizando dados mensais de acidentes ofídicos extraídos do DATASUS e as normais climatológicas de precipitação cedidas pela FUNCEME. A análise estatística baseou-se no teste de correlação de Spearman e em um modelo de regressão linear simples. Os resultados evidenciaram uma marcante sazonalidade, com pico de acidentes no primeiro semestre (período chuvoso). A correlação de Spearman revelou associação positiva e significativa (rho = 0,664; p = 0,019) entre a chuva e os acidentes. O modelo de regressão demonstrou um risco basal contínuo mesmo na estiagem e indicou que a precipitação isolada explica 25,5% da variância dos casos. Conclui-se que a chuva atua como uma forçante ambiental crucial para os acidentes, oferecendo subsídios para otimizar políticas de saúde sazonais. Contudo, o poder explicativo moderado evidencia a complexidade do fenômeno, sugerindo a necessidade de futuras modelagens multivariadas.

Palavras-chave: climatologia, precipitação, ofidismo, saúde pública.

1. INTRODUÇÃO

Em 2017, a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu o envenenamento por serpentes como uma doença tropical negligenciada, destacando o impacto da mortalidade crescente e a escassez de antivenenos. Com um plano para reduzir as mortes em 50% até 2030, a estratégia integra capacitação médica, conscientização comunitária e avanços tecnológicos, visando salvar vidas e fortalecer sistemas de saúde em comunidades vulneráveis (CHIPPAUX, 2017; WHO, 2021).

Esses acidentes representam um grave problema de saúde pública, afetando principalmente trabalhadores agrícolas, adultos e crianças, especialmente de comunidades rurais pobres e subdesenvolvidas (WHO, 2021; GUTIÉRREZ *et al* 2022). Além disso, apesar de avanços em prevenção e tratamento, ainda há lacunas sobre os fatores que influenciam essas incidências [GUTIÉRREZ, 2017; DA SILVA *et al* 2023; ALVES-NUNES *et al* 2024]. Como o ofidismo é marcado por subnotificação e fragmentação de dados no Brasil, o Ministério da Saúde instituiu a notificação compulsória desses acidentes, o que permite traçar o perfil epidemiológico do agravo e orientar políticas públicas de prevenção e assistência (SILVA *et al.* 20210)

Nesse sentido, variáveis meteorológicas e mudanças climáticas impactam a biodiversidade global, promovendo a redistribuição de espécies e favorecendo o surgimento de novas interações entre humanos e animais peçonhentos, podendo causar mortes e sequelas físicas e psicológicas duradouras. Ademais, esses agravos são também um problema veterinário, pois provocam perdas significativas de rebanhos, gerando impactos econômicos severos e contribuindo para o agravamento da insegurança alimentar, com destaque em comunidades rurais mais vulneráveis (CHEN *et al.,* 20211; MARTINEZ *et al.* 2022; BOLON *et al.* 2019).

Autores mostram como fatores ambientais podem estar associados com mordidas de cobra, como a precipitação. Os efeitos da chuva sobre as picadas de cobra variam conforme a região: em alguns locais reduzem o risco, em outros aumentam, dependendo de fatores como o tipo de espécies de serpentes e hábitos e condições populacionais, sendo então uma relação heterogênea (BRAVO-VEJA; SANTOS-VEJA; CORDOVEZ, 2022). Dessa forma, analisar a relação entre chuvas e acidentes ofídicos no Ceará é essencial para orientar medidas de saúde mais assertivas, incluindo vigilância ativa, monitoramento de grupos de risco e educação de comunidades vulneráveis, o que contribui para a reduzir a morbimortalidade e alinhar as ações locais às metas da OMS.

2. OBJETIVO

O presente estudo busca analisar a relação entre a variabilidade das chuvas e a incidência de acidentes ofídicos no município de Sobral, Ceará, no período de 2010 a 2019.

3. MÉTODO

3.1 Área do estudo

Situado na região Nordeste do Brasil, o Ceará possui cerca de 9 milhões de habitantes distribuídos em uma área aproximados 148.894 km². O Estado é dividido em 184 municípios com condições climáticas e geográficas bastante distintas. As chuvas são irregulares, podendo variar de 500 mm/ano a mais de 1.800 mm/ano entre as regiões específicas (COUTINHO; BRITO, 2010). Em adição, devido a condicionantes geográficos, como relevo elevado e influência marítima, o território exibe zonas bastante distintas, como áreas semiáridas, úmidas e sub-úmidas, as quais destacam os contrastes marcantes nas características geoambientais entre os municípios (SILVA; CAVALCANTE 2004). O Ceará tem a sua quase totalidade inserida no domínio da semiaridez caracterizada pela irregularidade pluviométrica no tempo e espaço com período chuvoso melhor estabelecido de janeiro a maio (ZANELLA, 2007; SILVA *et al*., 2020).

O município de Sobral possui uma área aproximada de 2.100 km² e população superior a 203 mil habitantes com contrastes geoambientais. A sede urbana localiza-se na Depressão Sertaneja sob domínio do clima semiárido quente e vegetação típica de Caatinga, onde predominam altas temperaturas. No entanto, há contraste drástico com os maciços residuais inseridos na região, como as Serras da Meruoca e do Rosário, as quais funcionam como brejos de altitude abrigando resquícios de floresta úmida e temperaturas amenas, o que cria um expressivo e abrupto gradiente térmico em pleno sertão (DOS SANTOS; CARACRISTI, 2023).

3.2 Fonte e coleta de dados

Para investigar a dinâmica dos acidentes ofídicos no município de Sobral (CE) entre os anos de 2010 e 2019, o estudo baseou-se no cruzamento de dados epidemiológicos e climáticos em escala mensal. O número de registros de picadas de serpentes foi extraído da plataforma TABNET, vinculada ao banco de dados do Ministério da Saúde (DATASUS). Em paralelo, os dados de precipitação foram cedidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), utilizando-se a normal climatológica de chuvas para cada mês correspondente ao período analisado.

3.3 Variáveis e Análise

Aplicou-se inicialmente um teste de correlação de Spearman entre a precipitação esperada (normal) para cada mês da série histórica no município e a incidência de acidentes ofídicos acumulados por meses nesse mesmo período, visando verificar se existe uma associação direta entre o regime de chuvas e a frequência das picadas na região. Esse teste foi utilizado por não exigir distribuição normal dos dados nem relação linear entre as variáveis. Em seguida, os dados foram submetidos a um modelo de regressão linear simples, que atuou para quantificar o grau de dependência entre precipitação e incidência, permitindo estimar o quanto a variação de chuva explica a variação nos acidentes. Em suma, o primeiro detecta associação (sem pressupor causalidade), o outro modela a magnitude dessa relação.

4. RESULTADOS

Observou-se uma maior concentração de casos durante o primeiro semestre do ano, período que coincide com os maiores acumulados de precipitação na região. Em contrapartida, houve uma redução nos registros durante o segundo semestre, caracterizado pelo período mais seco da região (Figura 1).

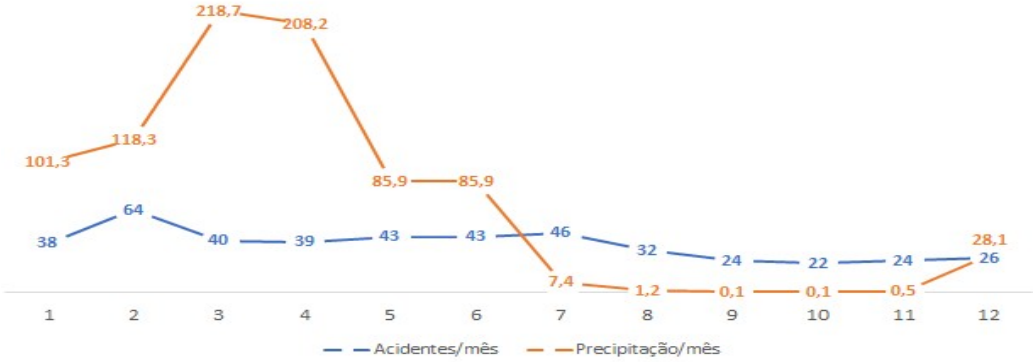


Figura 1 – Curvas associando o número de acidentes ofídicos acumulados por mês e precipitação pluviométrica (normal mensal) em Sobral de 2010 a 2019.

O teste não paramétrico de Spearman revelou uma associação positiva forte e estatisticamente significativa (rho = 0,664; p = 0,019). Esse resultado sugere que o aumento das pode influenciar o incremento no número de picadas de serpentes. Nossos resultados corroboram um padrão ecológico comumente encontrado, onde a precipitação atua favorecendo esses acidentes, tendo-os decréscimo seca e disparam com o retorno das chuvas (ANGARITA-GERLEIN *et al.*, 2017; PHILLIPS *et al.*, 2019).

O modelo de regressão linear simples, usado para estimar o número de acidentes em função da precipitação esperada, gerou a seguinte equação: y = 0,0765x + 31,30. A análise revelou: (intercepto de 31,30; p < 0,001) e indicou um número base de acidentes mesmo em períodos de baixa pluviosidade. Ademais, embora o modelo indique uma tendência positiva clara, sua principal limitação reside no baixo poder explicativo, evidenciado pelo coeficiente de determinação (R^2 = 0,255), ou seja, o volume de chuva isolado explica apenas cerca de 25,5% da variação na incidência de acidentes ofídicos.

Isso mostra que pode haver influência de outras variáveis, como o aumento da temperatura ambiente, uso do solo ou a urbanização, visto que esses acidentes relacionam-se a determinantes climáticos, ambientais e socioeconômicos, com destaque para a intensificação da atividade agrícola, o adensamento populacional em áreas de risco, bem como o desmatamento, os incêndios florestais ou outras práticas que alterem o habitat natural das serpentes, aumentando os seus contatos com humanos (FREITAS *et al.* 2025).

Todavia, é importante ressaltar que o valor-p deste coeficiente linear (p = 0,094) indica uma significância marginal a um nível de confiança de 95%, sugerindo que, embora a relação chuva-acidente seja forte e progressiva, ela pode não ser perfeitamente linear ao longo de todos os meses, o que pode mostrar também efeitos de defasagem (*lag* temporal), como no caso de chuvas poderem inundar tocas e dispersar as cobras rapidamente, com o pico de acidentes ocorrendo semanas depois. A incidência de acidentes ofídicos frequentemente atinge seu pico durante os períodos chuvosos e de maior estresse ambiental, apresentando variações regionais bem definidas e gerando defasagens temporais entre o regime de chuvas e os picos na frequência de acidentes (ROCHA *et al*. 2026).

Esses resultados evidenciam que a dinâmica dos acidentes ofídicos depende além do clima, sendo também modulado por contextos locais, como o uso do solo, hábitos, bem como o comportamento específico das serpentes da região. Portanto, faz-se necessário investigar essas variáveis socioambientais e biológicas para se desenhar estratégias de prevenção mais precisas e regionalizadas. Por fim, em vista da rica biodiversidade de serpentes e as vulnerabilidades socioeconômicas locais, o enfrentamento dos acidentes ofídicos exige urgentemente a perspectiva da Saúde Única com abordagens transdisciplinares, que integrem a interface animal-humano-ecossistema (SCHNEIDER *et al.* 2021; HUANG *et al.* 2025).

5. CONCLUSÕES

O estudo confirma que a precipitação influencia diretamente a dinâmica dos acidentes ofídicos em Sobral, com pico sazonal no semestre chuvoso e um risco basal contínuo durante a seca. Essa correlação estatística valida a chuva como fator ambiental chave, oferecendo direcionamentos para campanhas preventivas de forma estratégica ao longo do ano.

Contudo, o poder explicativo moderado do modelo linear isolado evidencia a complexidade multifatorial do fenômeno. Efeitos de defasagem temporal (*lag*) entre as chuvas e os encontros com humanos indicam que a linearidade simples não explica todo o risco. Para pesquisas futuras, sugere-se a aplicação de modelagens multivariadas que integrem precipitação, temperatura e fatores sociais, por exemplo, visando criar sistemas de alerta preditivos mais precisos e alinhados às metas de redução de morbimortalidade da OMS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIPPAUX, J.P. Incidence and mortality due to snakebite in the Americas. **PLoS Negl Trop Dis**. 2017 Jun 21;11(6):e0005662. doi: 10.1371/journal.pntd.0005662. PMID: 28636631; PMCID: PMC5495519.

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.

GUTIÉRREZ, J.M *et al*. Understanding and tackling snakebite envenoming with transdisciplinary research. **PLoS Negl Trop Dis** 16(11): e0010897, 2022. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010897

WHO. Snakebite envenoming factsheet. 2021. https://www.who. int/news-room/fact-sheets/detail/snakebite-envenoming

GUTIÉRREZ, J.M, *et al.* Snakebite envenoming. **Nat Rev Dis Primers**, 3, 17079, 2017.

ALVES-NUNES, J.M. *et al.* Study of defensive behavior of a venomous snake as a new approach to understand snakebite. **Sci Rep**, 14, 10230, 2024.

CHEN, I.C *et al*. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. **Science**. 19;333(6045):1024-, 2011.

MARTINEZ, P.; GUTIÉRREZ, J.M.; OLALLA-TÁRRAGA, M.Á.; AMADO T.F. Venomous animals in a changing world. **Glob Chang Biol**.;28(12):3750-3753, 2022.

BOLON, *et al.* Snakebite in domestic animals: First global scoping review. **Prev Vet Med**, 1;170:104729, 2019.

BRAVO-VEGA, C; SANTOS-VEGA, M; CORDOVEZ, J.M. Disentangling snakebite dynamics in Colombia: How does rainfall and temperature drive snakebite temporal patterns? **PLoS Negl Trop Dis** 16(3): e0010270, 2022.

HUANG, G.; BROWN, P.E.; BLANGIARDO, M. Investigating the impact of precipitation and temperature on snakebite mortality in India: A spatial case-crossover study. **Spat Spatiotemporal Epidemiol**, 54:100738, 2025.

FREITAS, G.D *et al*. What are the characteristics and where is the highest risk of snakebite accidents in the state of São Paulo? **Rev bras epidemiol,** 28:e250026, 2025.

COUTINHO, M.D.L.; BRITO, J.I.B. Análise de componentes principais com dados pluviométricos no estado do Ceará. In: A Amazônia e o Clima Global Belém: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.

SILVA, J.B.; CAVALCANTE, T. **Atlas escolar, Ceará: espaço geo-histórico e cultural**. Editora Grafset, João Pessoa. 200p, 2004.

DOS SANTOS, C.M.S.; CARACRISTI, I. Clima e inundações na cidade de sobral (CE). ***Revista Territorium Terram***, *5*,7, 2023.

ANGARITA-GERLEIN, D *et al.* Snakebite dynamics in Colombia: Effects of precipitation seasonality on incidence. **Int Res Exp Students**., 1, 4, 2017.

PHILLIPS, C *et al.* Snakebites and climate change in California, 1997-2017. **Clin Toxicol (Phila)**, 57(3):168-174, 2019.

SCHNEIDER, M.C et al. Visão geral das mordidas de cobra no Brasil: possíveis fatores determinantes e uma ferramenta para mapeamento de risco. **PLoS Negl Trop Dis**,15, 1, e0009044, 2021.

SILVA, M. V. R *et al.* Acidentes ofídicos em Catalão, Goiás, Brasil. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, 11(2), 140-148, 2020.

ROCHA, J.E.C et al. J. E. C. Climatic and Social Drivers of Snakebite Incidence in Pará State, Brazilian Amazon, **Tropical Medicine & International Health**, 1–14, 2026.