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

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NA DINÂMICA EPIDEMIOLÓGICA DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA EM MANAUS/AM

Rebeca Ferreira do NASCIMENTO [1]; Thiago Manoel da SILVA[2] ; Luís Gustavo Silva de LIMA [3]; José Clênio Ferreira de OLIVEIRA[4]

(1) Graduanda em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, E-mail: rebeca.nascimento@icat.ufal.br
(2) Graduando em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, E-mail: thiago.silva@icat.ufal.br
(3) Graduando em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, E-mail: luis.lima@icat.ufal.br
(4) Professor Ms. Orientador, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, E-mail: jose.oliveira@icat.ufal.br

RESUMO

Este estudo, elaborado por graduandos em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), analisa a influência das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade e precipitação) na dinâmica epidemiológica da Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) no município de Manaus (AM), ocorrida entre 2007 e 2024. A LTA é uma doença infecciosa e zoonótica transmitida pela picada de flebotomíneos hematófagos, cujas manifestações clínicas se dividem em cutânea, disseminada, mucosa e difusa. As informações das variáveis meteorológicas foram obtidas através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os dados de LTA no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN Net). Através da análise estatística de correlação, foram calculados os valores dos coeficientes de Pearson (r) e de determinação (r^2) para obter a qualidade e intensidade desta correlação. Os resultados indicam ser a precipitação pluviométrica a variável meteorológica com maior ação meteotrópica sobre LTA, com 80% de influência sobre o número de casos (correlação forte) e quanto maior o valor desta variável, maior será sua influência sobre esta enfermidade. Analogamente, surge a umidade relativa do ar com ação de 62% sobre o número de casos de LTA (correlação forte), cuja elevação dos seus valores promove também a elevação do número de casos de LTA. Desigualmente às variáveis anteriores, a temperatura estabelece uma relação inversa com esta doença, porém de forma igual, a magnitude de sua ação alcançou os valores de 47% da máxima e da média, e 46% (correlação forte) da mínima. Este estudo denota a importância da pesquisa em biometeorologia humana para a saúde pública, fornecendo informações acerca da influência de variáveis meteorológicas sobre vários tipos de doenças.

Palavras-chave: Correlação, Variáveis Meteorológicas, Enfermidades.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo foi elaborado por um grupo de alunos do curso de graduação em meteorologia da Universidade Federal de Alagoas/UFAL, como requisito obrigatório para a conclusão da disciplina Biometeorologia Humana, sob a orientação do professor Ms. José Clênio Ferreira de Oliveira, do Instituto de Ciências Atmosféricas-ICAT/UFAL.

A Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), uma doença infecciosa, zoonótica e negligenciada, é um grave problema de saúde pública nas Américas (ALVAR J, et al., 2012). Causada por protozoários do gênero *Leishmania* e transmitida pela picada de flebotomíneos (mosquito-palha), essa patologia pode apresentar manifestações variadas na pele e nas mucosas, com um ciclo de transmissão heterogêneo. Nesse processo, os vetores são os insetos flebotomíneos hematófagos (MURBACK ND, et al., 2011).

A LTA pode se manifestar de formas diferentes. A forma cutânea é a mais comum no território brasileiro, representando cerca de 90% dos casos notificados. Ela começa com uma pápula eritematosa no local da picada do vetor e pode evoluir para úlcera, com ou sem dor. Já a forma disseminada é marcada pela presença de múltiplas pápulas com aspecto semelhante ao de acne, especialmente em regiões de face e tronco. A forma mucosa é uma manifestação secundária, que acomete principalmente a orofaringe, podendo afetar o septo cartilaginoso e áreas relacionadas. A forma clínica difusa se desenvolve de maneira insidiosa, com uma lesão única e resposta insuficiente ao tratamento. Com o tempo, surgem placas e nodulações não ulceradas, que acabam se espalhando por grandes áreas da pele (VASCONCELOS JM, et al., 2018).

2. OBJETIVO

O principal objetivo deste artigo, de maneira geral é, através do estudo da correlação estatística, analisar qualitativamente e quantitativamente a relação entre variáveis meteorológicas e o número de casos confirmados de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) em Manaus/AM, durante o período de 2007 a 2024. Especificamente, este objetivo se revela através do estudo da análise das ações meteotrópicas individuais da precipitação pluviométrica total, da temperatura, e da umidade relativa do ar sobre o número de casos desta doença.

3. MÉTODO

As informações das variáveis meteorológicas foram obtidas através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Utilizaram-se as médias mensais para o período de 2007 a 2024 de cada mês do ano, contemplando as seguintes variáveis: médias mensais de temperatura (máximas, mínimas e médias), umidade relativa do ar, e os totais mensais da precipitação.

Os dados epidemiológicos referentes aos casos confirmados de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) foram obtidos por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN Net), disponibilizado pelo Ministério da Saúde/SVSA. Para a análise, foram compilados os totais mensais de casos confirmados no município de Manaus (AM), abrangendo o período de 2007 a 2024, estruturados de acordo com o ano e o mês de notificação.

Os cálculos dos coeficientes de correlação de Pearson (**r**) e de determinação (**r²**), foram calculados através da equação 1, obtida de Triola (1999, p. 236-237 apud Oliveira, 2005, p. 67-68), onde os dados das variáveis meteorológicas foram admitidos como variável independente (x), e os dados da enfermidade LTA, como variável dependente (y). Em virtude da utilização do número de casos confirmados de LTA, preferiu-se não realizar avanço nos dados desta doença.

$$r = \frac{n\sum xy - \left(\sum x\right)\left(\sum y\right)}{\sqrt{n\left(\sum x^2\right) - \left(\sum x\right)^2}\sqrt{n\left(\sum y^2\right) - \left(\sum y\right)^2}} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:
r, representa o coeficiente de correlação linear para uma amostra;
n, representa o número de pares de dados presentes;

∑, denota a adição dos itens indicados;

∑x, denota a soma de todos os valores de x;

$\sum x^2$, indica que devemos elevar ao quadrado cada valor de x, e somar os resultados;

$(\sum x)^2$, indica que devemos somar os valores de x, e elevar o total ao quadrado;

$(\sum y)^2$, indica que devemos somar os valores de y, e elevar o total ao quadrado;

∑xy, indica que devemos multiplicar cada valor de x pelo correspondente valor de y, e somar todos esses produtos.

Utilizou-se a Tabela 1, obtida através de Cavalcante (2003, apud OLIVEIRA, 2005, p. 69), para a análise da qualidade (r) e da magnitude (r^2) da relação entre as variáveis meteorológicas e a doença investigada, onde através dos resultados de r^2, foram obtidos os percentuais dos casos confirmados de LTA que são influenciados pelas variáveis meteorológicas.

Tabela 1: Classificação dos valores das correlações de Pearson (r) e de Determinação (r^2). Adaptado (CAVALCANTE, J. C, 2003, apud OLIVEIRA 2005, p. 69).

Correlação (r)	Coef. de Determinação (r^2)	Classificação
0	0	Nula
0,00⊣ 0,30	0,00⊣ 0,09	Fraca
0,30⊣ 0,60	0,09⊣ 0,36	Média
0,60⊣ 0,90	0,36⊣ 0,81	Forte
0,90⊣ 0,99	0,81⊣ 0,99	Fortíssima
1	1	Perfeita

Os dados das variáveis meteorológicas foram considerados como variável independente (**x**), e os dados do número de casos confirmados de LTA foram considerados variável dependente (**y**). Para a análise da intensidade da correlação, foi considerada a informação contida em Motta (2006, p.113-114), "o r^2 (denominado coeficiente de determinação) representa a fração da variabilidade que é compartilhada entre as duas variáveis, ou seja, é a percentagem da variação explicada por uma das variáveis em relação a outra". Posteriormente, em seu texto, o

autor fornece um exemplo numérico “se r² = 0,8657 x 0,8657 = 0,749, então 75% da variação (y) podem ser explicadas por (x)”.

4. RESULTADOS

A Tabela 2 revela que as temperaturas do ar (máxima, média e mínima), precipitação pluviométrica total e umidade relativa do ar possuem uma forte intensidade meteotrópica sobre pacientes afetados pela Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA). Entre as três variáveis meteorológicas investigadas, a precipitação pluviométrica total é a que exerce uma ação meteotrópica mais forte, influenciando 80% (r^2 = 0,80) do número de casos confirmados desta enfermidade. A segunda variável com maior intensidade é a umidade relativa do ar, com uma influência sobre 62% (r^2 = 0,62) do número de casos desta doença. As relações diretas existentes entre estas duas variáveis e a enfermidade, permite afirmar que, quanto mais elevados forem os valores de precipitação e umidade, mais malefícios podem levar aos pacientes com esta doença. A terceira variável com maior intensidade é a temperatura do ar, com uma influência sobre 47% (temperatura máxima e média, r^2 = 0,47) e 46% (temperatura mínima, r^2 = 0,46) do número de casos da LTA. A relação inversa existente entre esta variável e a doença investigada, indica que períodos com baixas temperaturas são nocivos às pessoas com esta enfermidade.

Tabela 2: Coeficientes de correlação de Pearson e de determinação entre as variáveis meteorológicas nos casos de LTA. (AUTORES, 2026).

Variável meteorológica	Coeficiente de Pearson (r)	Coeficiente de determinação (r^2)	Classificação do tipo de correlação
Temperatura máxima (°C)	-0,68	0,47	Forte
Temperatura média (°C)	-0,68	0,47	Forte
Temperatura mínima (°C)	-0,68	0,46	Forte
Precipitação (mm)	0,89	0,80	Forte
Umidade Relativa (UR%)	0,79	0,62	Forte

A Figura 1 mostra os comportamentos sazonais da temperatura do ar (máxima média e mínima) e do número de casos confirmados de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) ao longo dos anos durante o período de 2007 a 2024 em Manaus/AM. É possível identificar nesta figura, a existência de uma relação inversa da temperatura com a enfermidade investigada. Durante os meses de janeiro a agosto, o número de casos de LTA decresce, enquanto as temperaturas aumentam. Porém, de agosto a dezembro os casos de LTA aumentam, enquanto de setembro a dezembro as temperaturas decrescem.

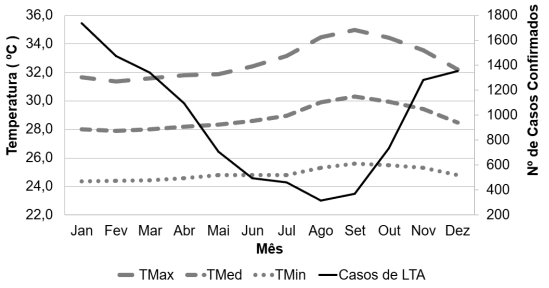

Figura 1: Evolução dos ciclos mensais dos casos de LTA e da temperatura (AUTORES, 2026).

A Figura 2 mostra os perfis sazonais da precipitação pluviométrica total e do número de casos confirmados de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) ao longo dos anos durante o período de 2007 a 2024 em Manaus/AM. Durante os meses de março a agosto, ambos perfis decrescem, porém, de agosto a dezembro ambos se elevam. Isto indica a existência de uma relação direta entre esta variável meteorológica e os casos de LTA.

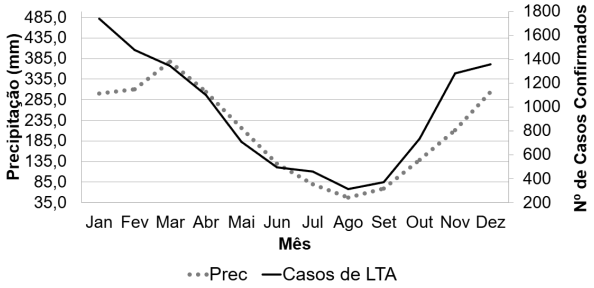

Figura 2: Evolução dos ciclos mensais dos casos de LTA e a precipitação (AUTORES, 2026).

A Figura 3 apresenta os perfis sazonais da umidade relativa do ar e do número de casos confirmados de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) ao longo dos anos durante o período de 2007 a 2024 em Manaus/AM. Durante os meses de janeiro a agosto, ambos perfis decrescem, porém, de agosto/setembro a dezembro ambos se elevam. Isto indica a existência de uma relação direta entre esta variável meteorológica e os casos de LTA.

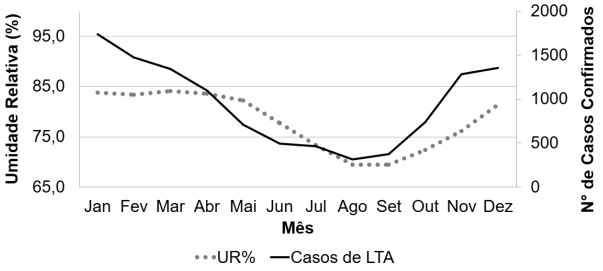

Figura 3: Evolução dos ciclos mensais dos casos de LTA e a umidade relativa. (AUTORES, 2026).

5. CONCLUSÕES

Diante dos dados avaliados, conclui-se que o período entre o final e o início de cada ano, principalmente entre o mês de janeiro e fevereiro, configura o intervalo de maior vulnerabilidade epidemiológica na região estudada, impulsionado pelo aumento da chuva e da umidade. Inversamente, o período de seca, com ênfase nos meses de agosto e setembro, atua como um limitador natural da transmissão. Em suma, esta pesquisa reitera a relação entre as oscilações atmosféricas e a saúde pública, confirmando a relevância da Biometeorologia Humana como ferramenta de planejamento. Os achados fornecem subsídios teóricos importantes para que os órgãos de vigilância em saúde possam prever surtos sazonais e otimizar as medidas de controle do vetor, direcionando recursos de maneira eficiente nos períodos que antecedem o retorno das chuvas na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAR, Jorge *et al*. **Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence.** PLoS One, 2012.

MOTTA, VALTER.T**, bioestatística, estatística aplicada, estatística, Ciências biomédicas.** Rio Grande do Sul: EDUCS, 2006.

MURBACK, Nathalia Dias Negrão *et al*. **Leishmaniose tegumentar americana: estudo clínico, epidemiológico e laboratorial realizado no Hospital Universitário de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.** Anais Brasileiros de Dermatologia, 2011.

OLIVEIRA, J. C. F. de. **Biometeorologia: estudo de casos em Maceió, Alagoas: efeitos de elementos meteorológicos na qualidade de vida urbana e na saúde humana.** Maceió: Fundação Manoel Lisboa; Secretaria de Planejamento do Estado de Alagoas, 2005.

VASCONCELOS, J. M. *et al*. **Leishmaniose tegumentar americana: perfil epidemiológico, diagnóstico e tratamento.** Revista Brasileira de Análises Clínicas, 2018.