



**Análise da Transmissão de Leishmaniose
Visceral no Nordeste Brasileiro, no Período 2001-2015**

Analysis of the Transmission of Visceral
Leishmaniasis in the Brazilian Northeast, During the Period 2001-2015

Patrícia Viana de Lima¹; David Mendes¹; Maria Helena Constantino Spyrides¹;
Lara de Melo Barbosa Andrade¹; Naurinete J. C. Barreto² & George Ulguim Pedra³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós Graduação em Ciências Climáticas, Avenida Salgado Filho, 3000, 59078-970, Lagoa Nova, Natal, RN, Brasil

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Ciências do Sistema Terrestre, Avenida dos Astronautas, 1758, 12227-010, Jardim Granja, São José dos Campos, SP, Brasil

³Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Avenida dos Astronautas 1758, 12227-010, Jardim Granja - São José dos Campos, SP, Brasil

E-mails: patriciaviana@outlook.com; david.mendes22@gmail.com; mhspyrides@gmail.com; lara@ccet.ufrn.br; naurinete.barreto@gmail.com; george.pedra@inpe.br

Recebido em: 03/06/2019 Aprovado em: 16/08/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_4_296_308

Resumo

A Leishmaniose Visceral (LV) representa um grave problema de saúde pública, considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016) como uma das doenças tropicais negligenciadas pelo poder público. A LV tem como fatores de exposição a sua expansão geográfica, as condições sociodemográficas da população e as condições climáticas. Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é identificar possíveis fatores climáticos e sociodemográficos que influenciam na transmissão da LV no Nordeste brasileiro (NEB). Os dados climáticos foram coletados a partir de informações disponibilizadas pelo *Climate Prediction Center / National Oceanic and Atmospheric Administration* (CPC/NOAA), de janeiro de 2001 a dezembro de 2015. As informações sociodemográficas foram obtidas dos censos 2000 e 2010, enquanto as estimativas populacionais foram disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As notificações dos casos registrados de LV foram disponibilizadas pelo Departamento de Informática do SUS (DATASUS). Para análise espacial dos dados, aplicou-se o Índice de Moran, para as médias trianuais 2001-2003 e 2013-2015. Detectou-se correlação espacial significativa tanto no triênio de 2001-2003 quanto no 2013-2015. Além disso, utilizou-se o teste estatístico de Mantel-Haenszel para análise da relação entre o tipo de transmissão e as variáveis (Estimativa populacional, grau de urbanização, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM, saneamento inadequado, temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima, precipitação acumulada, umidade relativa do ar e altitude). Através do teste Mantel-Haenszel detectou-se associação significativa para os dois períodos estudados entre as variáveis: população residente estimada, grau de urbanização, IDHM e saneamento inadequado versus o tipo de transmissão de LV. O teste Mantel-Haenszel mostrou associação significativa para tipo de transmissão e as variáveis climáticas, Temperatura Média, Temperatura Mínima, Temperatura Máxima, Precipitação Acumulada e Umidade Relativa do ar, principalmente no período 2013-2015. Além disso, foi usado o teste estatístico de Mantel-Haenszel para análise da relação entre o tipo de transmissão de LV e algumas variáveis (estimativa populacional, grau de urbanização, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM, saneamento inadequado, temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima, precipitação acumulada, umidade relativa do ar, altitude). Através deste teste foi verificada associação significativa, para os dois períodos estudados, entre as variáveis: população residente estimada, grau de urbanização, IDHM e saneamento inadequado versus o tipo de transmissão de LV. O teste Mantel-Haenszel também mostrou associação significativa para tipo de transmissão e as variáveis climáticas tais como temperatura (média, mínima e máxima), precipitação acumulada e umidade relativa do ar, principalmente no período 2013-2015.

Palavras chaves: Epidemiologia; Calazar; Clima

Abstract

Visceral leishmaniasis (VL) is a major public health problem and a neglected tropical disease according the World Health Organization. The VL disease has a number of factors favorable to its expansion such as geographic extension, populational socio-demographic conditions as well as climate conditions. By considering this scenario the present study aims to identify possible climatic and sociodemographic factors that influence the transmission of VL. The climatic data used in this work were obtained from the Climate Prediction Center/ National Oceanic and Atmospheric Administration (CPC/NOAA) from January 2001 to December 2015. Sociodemographic data were obtained from the 2000 and 2010 Brazilian censuses, while populational projections were obtained from IBGE data center (IBGE: Portuguese acronym Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Notifications of VL reported cases were provided by the Informatics Department of SUS - DATASUS (SUS: Portuguese acronym for Sistema Único de Saúde). For the three-year averages (2001-2003 and 2013-2015) the Moran index was used in order to perform a spatial analysis of the data. For the three-year average from 2001 to 2003 it was observed $I=0,00$ with p value=0,010. While the three-year average from 2013 to 2015 resulted in $I=0,26$ with p value=0,01. Furthermore, the Mantel-Haenszel statistical test was used in order to investigate the relationship between the type of LV transmission and several variables such as population estimate, degree of urbanization, the Municipal Human Development Index (IDHM: Portuguese acronym Índice de Desenvolvimento Humano), inadequate sanitation, minimum, mean and maximum temperature, cumulative rainfall, relative air humidity and altitude. For both investigated periods the test resulted in a significant association between variables: resident estimated population, degree of urbanization, IDHM and inadequate sanitation versus the type of LV transmission. Also, the Mantel-Haenszel test has shown significant association between the type of LV transmission and climate variables temperature (mean, minimum and maximum), cumulative rainfall and relative air humidity, especially in the period 2013-2015.

Keywords: Epidemiology; Kalazar; Climate



1 Introdução

A Leishmaniose Visceral (LV), também conhecida como calazar, é uma doença de ampla distribuição mundial. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS), a LV está incluída no grupo das Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs). As DTNs afetam principalmente pessoas de baixo poder aquisitivo e em condições de moradia precárias, de desnutrição e de alterações climáticas e ambientais, além de pessoas portadoras do *Human Immunodeficiency Virus* – HIV, grupo mais susceptível. Recentemente, estimou-se que a LV apresenta 300 mil novos casos por ano, com registro de 20 mil mortes, com 90% dos casos concentrados em seis países: Bangladesh, Brasil, Etiópia, Índia, Sudão do Sul e Sudão (OMS, 2015; 2016).

A LV tem característica endêmica em aproximadamente 76 países, com ampla expansão geográfica nas últimas duas décadas. Nas Américas, a LV está presente em 12 países, com 90% dos casos oriundos do Brasil. No período de 2001 a 2015 foram registrados 45.490 casos nas Américas, com 96% desses casos no Brasil.

A transmissão da leishmaniose acontece pela picada de flebotomíneos fêmeas infectadas (OPAS, 2015). No Brasil, o principal agente transmissor da LV é o vetor da espécie *Lutzomyia longipalpis*, responsável pela *Leishmania infantum chagasi* (Ministério da Saúde, 2014).

A LV é uma doença em expansão geográfica e vem se tornando predominantemente urbana em várias regiões do Brasil (Silva *et al.*, 2007). Dessa forma, observa-se que a LV vem apresentando um processo de transmissão não esperado e que muitos fatores, sejam esses ambientais ou florestais, podem estar contribuindo para tal mudança (Gontijo & Melo, 2004).

O controle da LV depende da diversidade epidemiológica, já que há uma grande variabilidade de espécies hospedeiras, dos reservatórios de criadouros naturais do mosquito hospedeiro, bem como das características ambientais. Todos esses fatores interagem entre si e possibilitam a manutenção e a difusão da enfermidade (Duarte, 2010).

O crescimento de cidades endêmicas resultou na expansão da doença no Nordeste Brasileiro (NEB), além da adaptação do inseto da espécie *Lutzomyia longipalpis*, pois esse encontrou um ambiente favorável para seu desenvolvimento, com temperaturas favoráveis à transmissão da LV. Do ponto de vista climático, o Nordeste é considerado semiárido por apresentar substanciais variações temporal e espacial da precipitação e elevadas temperaturas ao longo do ano, mas com baixa amplitude térmica, em torno de 6°C (Azevedo *et al.*, 1998; Ximenes *et al.*, 2012). Diante desse quadro, este trabalho tem como objetivo principal identificar possíveis fatores climáticos e sociodemográficos que influenciam na transmissão da LV no Nordeste brasileiro (NEB).

2 Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

Este estudo teve como área principal de pesquisa o NEB, o qual é composto por nove estados: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, ocupando uma área total de 1.554.291,744 km², com população de aproximadamente 57 milhões de pessoas, e um total de 1.794 municípios (IBGE, 2018). O NEB ocupa uma área de aproximadamente 1,5 milhão de quilômetros quadrados e fica localizado entre os meridianos 48° 05' O – 35° 02' O e paralelos 1° S – 18° 05' S (Cavalcanti *et al.*, 2006), como apresentado na Figura 1.

A região Nordeste é conhecida por sua variabilidade interanual e intrasazonal, principalmente que se refere à precipitação. Os principais fatores que contribuem para as características climáticas do NEB são sua posição geográfica, seu relevo e os sistemas de pressão que atuam na região (Kayano & Andreoli, 2009). Entre os principais sistemas atuantes no clima do NEB estão: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e Frentes Frias (no sul do NEB) (Kayano & Andreoli, 2009).

A ZCIT é um sistema meteorológico que ocorre a partir do encontro entre os ventos alísios oriundos do Hemisfério Norte (HN) e do Hemisfério Sul (HS). Os Ventos Alísios são oriundos de latitudes

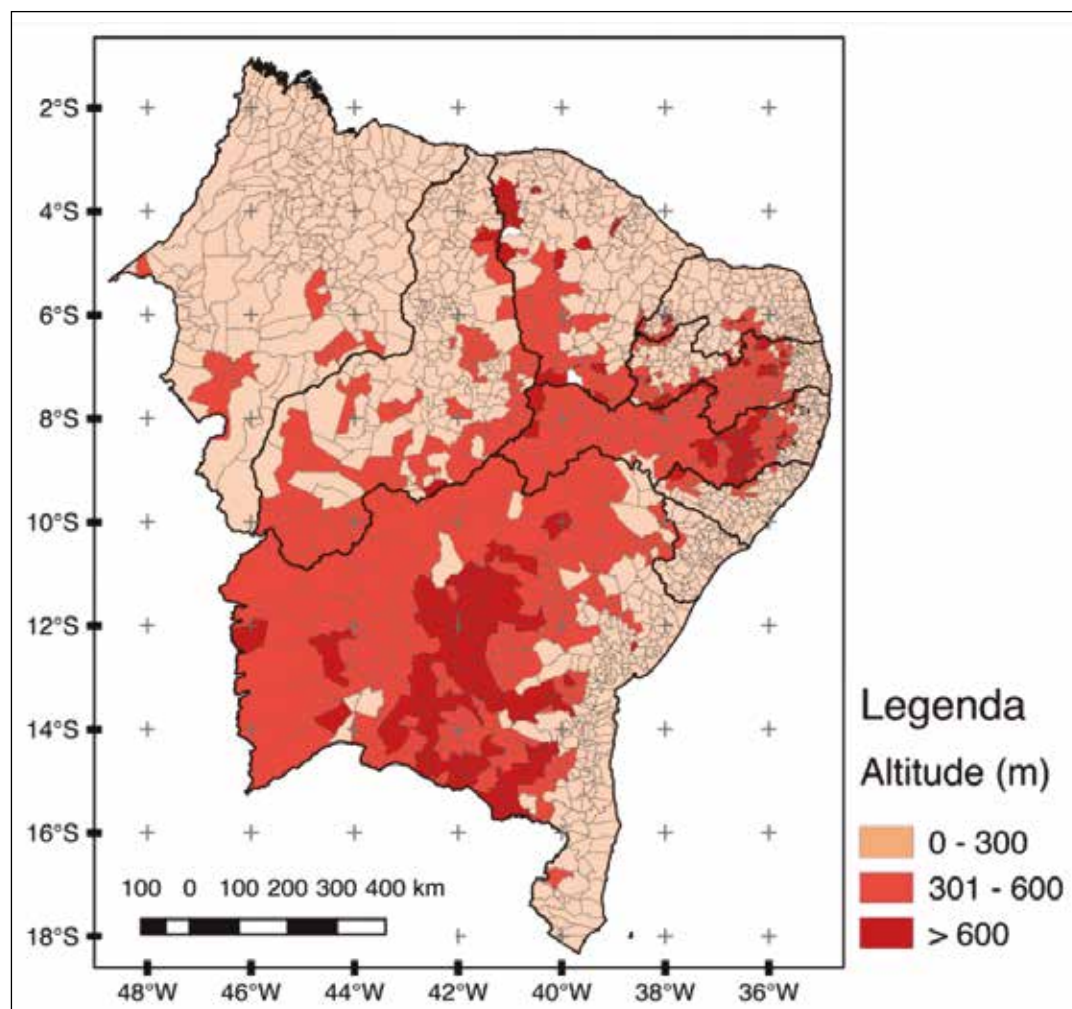


Figura 1 Área de estudo: Região Nordeste do Brasil e topografia (m).

médias, próximos às margens subtropicais de alta pressão. A ZCIT caracteriza-se por um conjunto de nuvens, similar a uma faixa, próxima à região equatorial, de fácil identificação (Varejão, 2006; Barry & Chorley, 2009). Segundo Melo *et al.* (2009) a presença da ZCIT é de extrema importância para a precipitação no NEB. Já os VCAN podem ser definidos como sistemas em escala sinótica, caracterizado pela formação de um núcleo de baixa pressão na alta troposfera, capazes se estender a níveis inferiores, com circulação ciclônica fechada e o centro mais frio que periferia (Kousky & Gan, 1981; Gan & Kousky, 1986).

A precipitação do NEB também é influenciada por outros sistemas de grande escala, tal como: o El-Niño Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação de Madden-Julian (Kayano & Andreoli, 2009). O ENOS é

um caracterizado por duas componentes, uma componente oceânica e outra componente atmosférica. A componente oceânica tem como principal característica aquecimento anômalo (El Niño) ou resfriamento (La Niña) das águas superficiais do Oceano Pacífico central e oriental, conectado dinamicamente à componente atmosférica, denominada de Oscilação do Sul, caracterizada por ser uma onda em escala global predominantemente permanente com a pressão do nível médio do mar (PNMM) sobre a Indonésia e o sudeste do Pacífico (Trenberth e Shea, 1987, Souza et al. 2004). O El Niño muito intenso é responsável por anos de seca no NEB, enquanto a La Niña é responsável por anos chuvosos no NEB, variando esses de normal a intensa (Silva et al., 2011).

A Figura 2 apresenta o mapa da precipitação média do NEB para o período 2001-2015. O estado

que apresenta maiores acumulados de precipitação é o Maranhão (MA), com chuvas variando entre 1000 mm e 2207 mm. O Piauí (PI) tem variação de precipitação de 500 mm a 1500 mm. Assim como o PI, o Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB) apresentaram variação de 500 mm a 1500 mm. Pernambuco (PE) e Bahia (BA) são os estados com maior variação climática, com precipitação média de 400 mm a 1750 mm.

A temperatura do ar no NEB é resultado da localização geográfica da região, a qual recebe alta radiação solar o ano inteiro. A temperatura média do ar para o NEB tem variação entre 20° e 28° C. Nas regiões de altitudes maiores que 200 m a temperatura média do ar oscila entre 24°C e 26° C. Já as áreas de maiores altitudes como Chapada da Diamantina, registram temperaturas médias anuais inferiores a 20°C (Kayano & Andreoli, 2009).

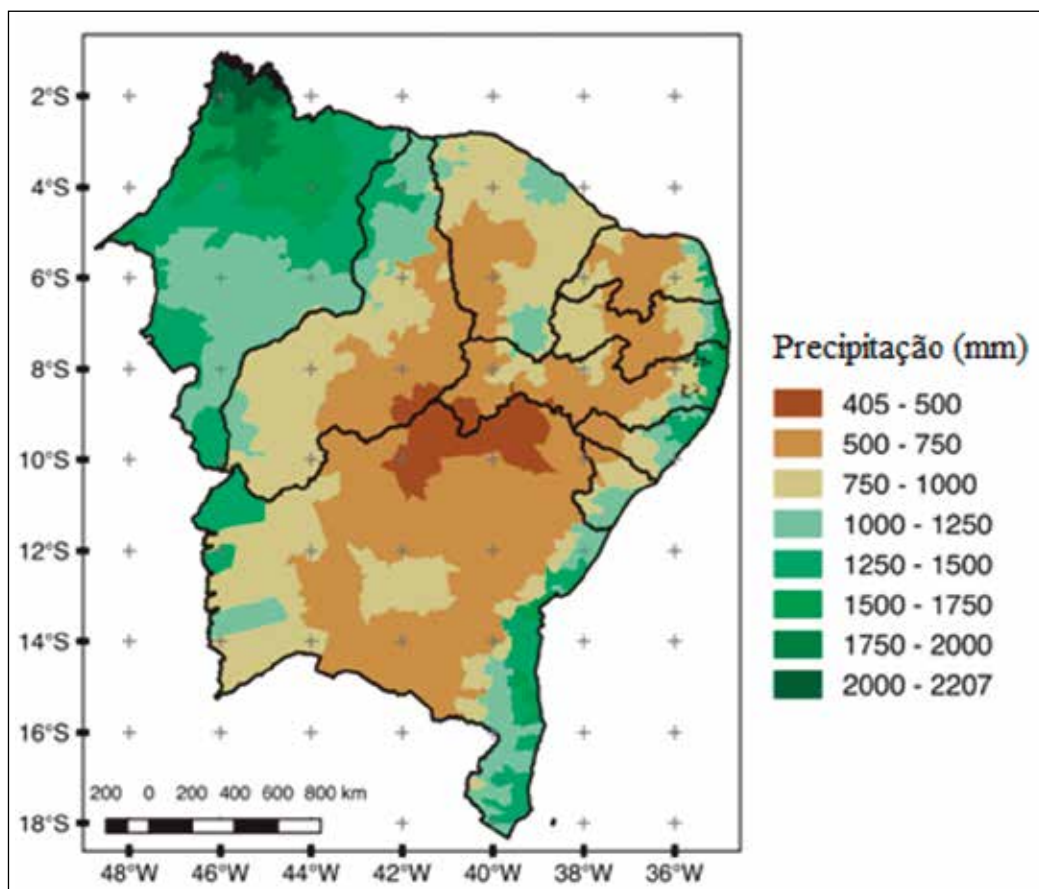
Outra característica marcante do NEB é seu alto potencial de evaporação da água. Isso ocorre

devido à região receber uma grande quantidade de energia solar, além de temperaturas elevadas. Esses fatores associados às variações climáticas contribuem para o aumento na evaporação das fontes hídricas, aumentando a escassez de água na região e dificultando a agricultura (Marengo, 2008).

2.2 Informações Climáticas

Os dados climáticos mensais utilizados neste trabalho são oriundos do CPC/NOAA para o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2015. Esses dados foram obtidos através do site <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>. O CPC usa uma técnica de interpolação otimizada, projetando os dados climáticos baseados em estações em uma grade horizontal com resolução horizontal de 0,5° × 0,5° (Chen *et al.*, 2008). Neste trabalho foram usadas como variáveis climáticas mensais a Temperatura Mínima (°C), Temperatura Máxima (°C), a Temperatura Média (C), a Precipitação Acumulada (mm) e a Umidade Relativa do ar (%).

Figura 2 Distribuição da precipitação média anual (mm) a para o NEB, período 2001-2015.



Como o NEB apresenta uma ampla variabilidade climática e com o objetivo de não haver perda de informação, considerou-se intervalos de 1°C para faixas de variação das temperaturas mínimas, máximas e médias. De modo que, os dados de temperatura mínima com variação de 17°C a 25°C, foram divididos em intervalos de 17°C a 18°C, 18°C a 19°C, 19°C a 20°C, 20°C a 21°C, 22°C a 23°C, 23°C a 24°C e 24°C a 25°C. Para temperatura máxima a variação foi de 26°C a 35°C, dividida em intervalos com variação de 1°C de temperatura.. A temperatura média variou entre 22° e 26°C.

Para Precipitação Acumulada anual as informações disponíveis foram divididas em classes de 250 mm por faixa de categoria. Assim, obtiveram-se os seguintes intervalos: <500 mm, de 500 mm a 750 mm, de 750 mm a 1000 mm, de 1000m a 1250 mm, de 1250 mm a 1500 mm, de 1500 mm a 1750 mm, de 1750 mm a 2000 mm, e por fim, de 2000 a 2250 mm.

A Umidade Relativa do Ar apresentou registros que variavam de 66% a 86%. Esses registros foram divididos em intervalos com 4%, com as seguintes categorias: 66% a 69%, 70% a 73%, 74% a 77%, 78% a 81% e 82% a 86%.

2.3 Variáveis Epidemiológicas

Neste estudo foram utilizados dados de notificações anuais da LV por município de residência para caracterização geral dos dados e como forma de maior detalhamento das notificações, foram utilizadas médias trianuais da LV para o período de 2001-2003 e 2013-2015, como sugerido pelo Guia de Vigilância em Saúde (2016).

O cálculo da média trianual é apresentado na Equação 1

O tipo de transmissão da LV é definida como: Sem transmissão, para os municípios sem notificações de casos em cada triênio avaliado; Transmissão esporádica, para os municípios nos quais a média calculada encontrava-se inferior a 2,4 casos em 3

anos; Transmissão moderada, para as áreas onde a média trianual estava entre 2,4 e 4,4; e Transmissão intensa para aqueles municípios que estavam com média trianual igual ou superior a 4,4 (Ministério da Saúde, 2014).

Para realização da taxa de incidência anual de LV foram utilizadas as informações anuais da doença. A taxa de incidência da LV é representada pela Equação 2.

2.4 Informações Demográficas

As informações demográficas utilizadas foram obtidas nos Censos Demográficos de 2000 e 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), quais sejam: tamanho da população, grau de urbanização, saneamento básico inadequado e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Além disso, utilizou-se a estimativa populacional para o período 2001-2015, disponibilizada pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

A população foi dividida em 6 classes, de modo que as populações de maiores tamanhos não interferissem no resultado das menores. Desse modo, foram estabelecidos os seguintes grupos: menos de 5 mil habitantes; entre 5 e 15 mil; de 15 a 30 mil; 30 a 50 mil; de 50 a 100 mil e, por fim, de 100 mil ou mais habitantes.

No grau de urbanização, a categorização considerada foi a já utilizada pelo IBGE, que é: menos de 25% urbanizado; de 25% a 50%; de 50% a 75%; e de 75% a 100% urbanizado. Considerou-se para o IDHM as classes disponíveis na literatura, com desenvolvimento: muito baixo para municípios com IDHM entre 0-0,499; baixo para a faixa entre 0,5-0,599; médio para municípios entre 0,6 a 0,699; alto na faixa de 0,7-0,799 e muito alto para a faixa compreendida de 0,8 a 1 (PNUD, 2013).

$$\text{Média trianual} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de novos casos da LV dos últimos 3 anos}}{3 \text{ (total de anos)}} \quad (1)$$

$$\text{Taxa de Incidência} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de casos novos da LV em determinado período} \times 100.000 \text{ habitantes}}{\text{População (do local de interesse) para o período}} \quad (2)$$

Quanto ao percentual de saneamento inadequado, considerou-se quatro classes: menos de 25%; de 25% a 50%; de 50% a 75% e, por fim, de 75% a 100% de domicílios com saneamento inadequado.

Finalmente, com respeito a altitude dos municípios: a altitude dos municípios, representada em metros, foi dividida em três categorias, sendo essas: menos de 300 m; de 300 m a 600 m e acima de 600 m.

2.5 Métodos Estatísticos

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória de dados empregando gráficos de séries temporais para taxas de incidência da LV, a fim de verificar possíveis tendências e sazonalidade. Em seguida, realizou-se um estudo espacial das médias trianuais da LV para os municípios que compõem a região do NEB. Essa etapa do estudo teve o auxílio da análise do Índice de Moran (1948), utilizado para verificar a autocorrelação espacial dos dados.

Por fim, foi aplicado o teste estatístico Mantel-Haenszel (1959), entre o tipo de transmissão da LV versus as variáveis sociodemográficas, assim como as variáveis climáticas, com a finalidade de captar associações entre as variáveis do estudo e o desfecho (nesse caso, taxa de incidência de LV).

Para validação dos testes estatísticos foram utilizados o valor-p e o nível de significância $\alpha=0,05$. O valor-p é definido como a probabilidade de que a estatística de teste tenha valor igual ou maior ao encontrado (Glantz, 2002). Já o nível de significância é definido como a probabilidade de rejeitar um evento dado que ele é verdadeiro. Aqui, um bom exemplo é, rejeitar a hipótese de correlação espacial para transmissão de LV, dado que ela é verdadeira (Siegel & Jr, 2006).

2.5.1 Índice de Moran – I

Neste estudo, a análise do índice do Moran tem como finalidade verificar autocorrelação das médias trianuais, 2001-2003 e 2013-2015. O Índice de Moran Global, foi desenvolvido por Moran (1948), mede a correlação espacial, indicando o grau de associação espacial dos dados em questão. Denotado

por I , o Índice de Moran é aplicado para mensurar a correlação espacial dos dados. Esse índice, assim como o coeficiente de Correlação de Pearson, varia entre . Quanto mais próximo de 1 ou -1 mais forte a relação entre a vizinhança. O Índice de Moran tem como hipótese a independência espacial dos dados (Druck *et al.*, 2004).

A estatística é definida pela Equação 3:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (3)$$

sendo:

n : número de áreas existentes; w_{ij} : o elemento na matriz de vizinhança para a região i com a região j ; z_i e z_j são os desvios em relação à média $(z_i - \bar{z}), (z_j - \bar{z})$, respectivamente; \bar{z} , o valor médio do atributo da região de estudo.

2.5.2 Teste Mann-Kendall

Proposto por Mann (1945) e Kendall (1975), o teste Mann-Kendall é utilizado na análise de séries temporais para verificar a tendência nas mesmas. O teste Mann-Kendall é um teste estatístico não paramétrico, considerado importante na avaliação de dados ambientais, sendo recomendado pela OMM (Organização Mundial de Meteorologia) (Yue *et al.*, 2002).

Neste artigo, o teste Mann-Kendall será aplicado para avaliar a tendência das séries temporais das taxas de incidência da LV, para as regiões do Brasil e para os estados do NEB, no período 2001-2015. A hipótese nula, considerada no teste Mann-Kendall será que a tendência, crescente ou decrescente, é estatisticamente igual à zero. Já a hipótese alternativa é de que os dados apontam a existência de tendência na série temporal (Hirsch *et al.*, 1982; Yu *et al.*, 2006; Kahia & Kalayci, 2004).

O teste Mann-Kendall tem como base comparar cada valor da série, com os demais valores, considerando a sequência dos dados. Contando o número

ro de vezes que os termos restantes são maiores que o observado naquele instante (Back, 2001).

Mann (1945) e Kendall (1975) mostraram que para o tamanho da série $n \geq 10$ a distribuição de S é aproximadamente normal, de modo que a estatística de teste passa a ser definida pela Equação 4:

$$Z_{mk} = \begin{cases} \frac{\sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - x_j) - 1}{\sqrt{\text{Var}[\sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - x_j)]}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - x_j) = 0 \\ \frac{\sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - x_j) + 1}{\sqrt{\text{Var}[\sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - x_j)]}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

sendo que x_i e y_j são os valores das taxas de incidência da LV, neste caso, de 2001 a 2015; n é o tamanho da série temporal, aqui $n=15$. Assim, se z_{mk} tem valor positivo (negativo) há indícios de tendência positiva (negativa) na série temporal estudada (Santos, 2012).

2.5.3 Teste Mantel-Hanszel

Neste estudo, o teste Mantel-Haenszel foi utilizado para verificar possíveis associações entre as médias trianuais dos casos da LV e as variáveis: tamanho da população, grau de urbanização, saneamento inadequado, altitude e variáveis climáticas. De modo que, sendo duas variáveis categorizadas denominadas por x e y , os níveis da variável x tendem a aumentar/diminuir à medida que os níveis da variável y aumentam/diminuem. Para detectar essa tendência de associação, é realizada uma análise atribuindo escores para as categorias, medindo o grau da tendência linear. Essa tendência utiliza informação de correlação dos dados (Mantel & Haenszel, 1959).

Sejam $u_1 \leq u_2 \dots \leq u_n$ escores atribuídos à variável X e escores atribuídos à variável y. A correlação de Pearson é dada pela padronização da soma $\sum_{i,j} u_i v_j n_{i,j}$, como mostra a Equação 5:

$$r = \frac{\sum_{i,j} u_i v_j n_{i,j} - \frac{(\sum_i u_i n_{i+})(\sum_j v_j n_{+j})}{n}}{\sqrt{\left[\sum_i u_i^2 n_{i+} - \frac{(\sum_i u_i n_{i+})^2}{n}\right] \left[\sum_j v_j^2 n_{+j} - \frac{(\sum_j v_j n_{+j})^2}{n}\right]}} \quad (4)$$

Esta correlação r varia entre -1 e 1. Quanto mais próxima de 1(-1) mais dependentes as variáveis serão e quando $r = 0$ implica que as variáveis são estatisticamente independentes. Após o cálculo do r , a estatística M^2 é utilizada para testar a hipótese de independência contra a hipótese bilateral de correlação diferente de zero, equação 6:

$$M^2 = (n-1)r^2 \quad (6)$$

Para amostras de tamanho n , suficientemente grande essa estatística tem distribuição aproximadamente Qui-quadrado com um grau de liberdade (Mantel & Haenszel, 1959; Landis *et al.*, 1978). Para este trabalho foi utilizado n igual a 1,794, ou seja, todos os municípios que compõem o NEB.

3 Resultados

A Figura 3 mostra a taxa de incidência da LV por 100 mil habitantes para o Brasil e suas regiões. Entre o período de 2001 e 2015, observa-se que a taxa de incidência oscila em torno de 2 casos por 100 mil habitantes. Avaliando as taxas por região, nota-se que Centro-Oeste, Norte e Nordeste são as que apresentaram taxas bem elevadas da LV. A região Centro-Oeste apresentou taxas que variam entre 1 e aproximadamente 3 casos por 100 mil habitantes, mostrando cada vez mais uma redução na incidência da LV. A região Norte, apresentou taxas de incidência acima de 2 casos por 100 mil habitantes, com taxas mais elevadas entre 2004 e 2008. Já a região Nordeste mostrou sempre valores acima de 3 casos por 100 mil habitantes. As regiões Sul e Sudeste são as que registram menores taxas de incidência no País. A região Sul, durante o período estudado apresentou sempre valores inferiores a 1 caso por 100 mil habitantes, assim como a região Sudeste.

O teste Mann-Kendall, apresentado na Tabela 1, mostra que não existe tendência crescente ou decrescente significativa para as taxas de incidência da LV para o período observado. Isso acontece tanto para as regiões do Brasil, como o país como um todo.

Considerando as taxas de incidência por esta-

Análise da Transmissão de Leishmaniose Visceral no Nordeste Brasileiro, no Período 2001-2015

Patrícia Viana de Lima; David Mendes; Maria Helena Constantino Spyrides; Lara de Melo Barbosa Andrade; Naurinete J. C. Barreto & George Ulguim Pedra



Figura 3 Taxa de incidência da LV por 100 mil habitantes, período 2001-2015, para as regiões do Brasil.

Região	Estatística de Teste	
	Tendência	Valor-p
Norte	0,03	0,460
Nordeste	-0,24	0,117
Sudeste	0,01	0,500
Sul	0,34	0,063
Centro Oeste	0,13	0,259
Brasil	0,03	0,460

Tabela 1 Teste Mann-Kendall para as taxas de incidência das regiões brasileiras e Brasil.

dos no NEB (Figura 4), nota-se que os estados que apresentaram taxas mais elevadas para grande parte do período estudado são o Maranhão (MA), o Piauí (PI) e o Ceará (CE). Os estados com menores taxas de incidência da LV são Pernambuco (PE), Paraíba (PB) e Alagoas (AL). O Rio grande do Norte (RN), Bahia (BA) e Sergipe (SE) apresentaram valores entre 2 e 4 casos da LV por 100 mil habitantes.

No estado do PI e em SE a doença é conhecida desde 1934 e, entre as décadas de 80 e 90, foi considerado um dos principais focos do Brasil, com vasta expansão territorial, concentrando-se especialmente na capital do Piauí, Teresina (Costa *et al.*, 1990, Lima, 2012). Os estados do MA e PI apresentaram taxas mais elevadas nos períodos entre 2003 e 2005, enquanto o Ceará passou a registrar maiores taxas de incidência a partir de 2006. Segundo Tavares & Tavares (1999), na década de 1990 houve um aumento nas notificações dos casos no NEB, em que o estado do Piauí contribuiu com 2,8% desse aumento. Os autores observaram ainda que esse aumento aconteceu principalmente em regiões litorâneas.

O RN, por sua vez, apresentou maior número de casos da LV a partir de 1983. Para esse estado, a LV foi considerada um problema de saúde pública a partir de 1989 (Matos *et al.*, 2006). Segundo Xime-

nes *et al.* (2012), em 1983, as notificações de LV estavam presentes em 28 municípios do RN. Posteriormente, em 1994 a LV passou a ser registrada em 40 municípios e, mais adiante, em 133 dos então 166 municípios.

Assim como o estado de PE, SE apresentou elevado número de casos nas regiões do Sertão e Agreste, além da região Leste. Acredita-se ainda que no SE a LV tem padrão sazonal, com aumento no número de casos a cada cinco anos. Atualmente, as notificações de casos de LV em SE mostraram-se decrescente, no entanto, a LV já se mostrou um importante problema de saúde pública, com altas taxas de letalidade e expansão geográfica (Tavares & Tavares, 1999; Góes *et al.*, 2012; Jeraldo *et al.*, 2012).

O teste Mann-Kendall para os estados do NEB (Tabela 2) mostrou tendência crescente significativa apenas para o estado do Ceará, com estatística de teste (tendência) de . Já para tendência decrescente, ou seja, diminuição na taxa de incidência da LV, apenas o estado de Alagoas apresentou significância no teste Mann-Kendall

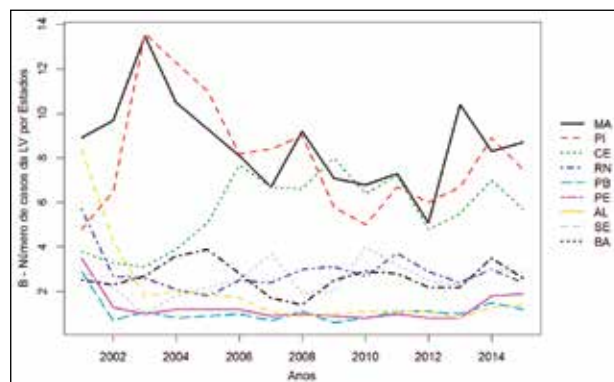


Figura 4 Taxa de incidência da LV por 100 mil habitantes, período 2001-2015, para os estados do NEB.

Estados	Estatística de Teste	
	Tendência	Valor-p
Maranhão	0,14	0,069
Piauí	-0,11	0,293
Ceará	0,33	0,046
Rio Grande do Norte	0,02	0,480
Paraíba	0,22	0,145
Pernambuco	-0,31	0,066
Alagoas	-0,5	0,006
Sergipe	0,29	0,075
Bahia	-0,02	0,480

Tabela 2 Teste Mann-Kendall para as taxas de incidência dos estados do NEB, período 2001-2015.

A Figura 5 mostra os estados da região Nordeste com seus respectivos municípios e a classificação dos mesmos segundo o tipo de transmissão da LV. Os municípios que não apresentaram transmissão da LV são representados pela cor cinza. Os municípios com transmissão esporádica da LV são representados pela cor laranja clara. Já aqueles com transmissão moderada da LV são representados pela cor laranja escura, e por fim, os municípios com transmissão intensa da LV são representados pela cor vermelha. O padrão espacial da transmissão por LV resulta na significância da autocorrelação espacial do índice de Moran tanto para o período 2001-2003 quanto para o período 2013-2015. Para a média trianual 2001-2003 temos $I = 0,22$ e valor $-p = 0$, já para média trianual, 2013-2015 tem-se $I = 0,26$ com valor $-p = 0,1$ e valor $-p = 0$ (Figura 5).

A partir da Figura 5 nota-se que o tipo de transmissão da LV vem sofrendo alterações ao longo dos anos. Entre os dois períodos observados notam-se um espalhamento da LV, com aumento de municípios registrando transmissão esporádica da LV. Para o MA, na primeira média trianual, nota-se que os municípios ao norte do Estado não apresentavam transmissão da LV. Além disso, os municípios com transmissão da doença eram classificados, em sua maioria, com transmissão esporádica (48,8%) ou moderada (3,7%) da mesma. Já no período 2013-2015, observa-se uma maior quantidade de municípios com transmissão intensa (21,7%) da LV, além do aumento de municípios com transmissão esporádica (43,3%). Tais informações encontram-se compiladas na Tabela 3.

No PI verifica-se que para o período 2001-2003 existia uma menor quantidade de notificações da LV mais ao sul do estado, sendo 67,9% dos municípios sem transmissão da LV, 28,1% com transmissão esporádica. Para transmissão moderada temos 0,9% dos municípios enquanto a transmissão intensa da LV é representada por 3,1% dos municípios. Observa-se que no período 2013-2015 esse padrão é um pouco alterado, e percebe-se uma maior quantidade de municípios com transmissão esporádica da LV, 41,5% (Tabela 3).

No CE, entre os dois períodos observados, ocorreu um aumento no número de municípios com transmissão moderada, passando para transmissão intensa da LV. Enquanto isso, o Rio Grande do Nor-

te apresentou uma diminuição de notificações da LV entre as médias trianuais observadas (Tabela 3).

No estado da PB percebe-se um leve aumento no número de municípios com transmissão esporádica e transmissão moderada da LV entre as médias 2001-2003 e 2013-2015, como mostra a Tabela 3. Pernambuco, por sua vez, teve aumento de municípios com transmissão moderada ou intensa da LV. No período 2001-2003 notou-se uma maior quantidade de municípios com transmissão esporádica da LV. Já no período da média trianual 2013-2015, observa-se uma diminuição no número de municípios com transmissão esporádica da LV, mas um aumento no número de municípios com transmissão moderada e intensa. O tipo de transmissão da LV para os dois períodos estudados manteve-se aproximadamente constante para o estado de Sergipe. Não observou-se grande variação no tipo de transmissão, assim como na quantidade de municípios com transmissão esporádica.

Entre as médias trianuais 2001-2003 e 2013-2015 observa-se uma maior quantidade de municípios com transmissão moderada ou intensa da LV no estado da BA. Nota-se também uma alteração nos municípios com transmissão esporádica da LV, uma maior concentração no primeiro período estudado. O estado de AL mostrou uma redução no número de municípios com transmissão por LV, principalmente para aqueles que apresentavam transmissão moderada ou intensa da LV.

Para verificar a associação entre as variáveis sociodemográficas e as médias trianuais da LV aplicou-se o teste estatístico de Mantel-Haenszel, assim como para as variáveis climáticas e suas respectivas médias trianuais (Tabela 4). Para todas as variáveis de estudo foi atribuído um nível de significância de 5%. Desse modo, é observada uma associação significativa entre o tamanho da população residente e o tipo de transmissão da LV, com estatística de teste associação $\chi^2 = 326,11$, valor $-p < 0,001$ para população e a média trianual 2001-2003 e estatística de teste associação, $\chi^2 = 382,61$ e valor $-p < 0,001$ para média trianual 2013-2015. Assim existem evidências que cidades com menor população apresentaram transmissão esporádica da LV ou ausência

Análise da Transmissão de Leishmaniose Visceral no Nordeste Brasileiro, no Período 2001-2015

Patrícia Viana de Lima; David Mendes; Maria Helena Constantino Spyrides;
Lara de Melo Barbosa Andrade; Naurinete J. C. Barreto & George Ulguim Pedra

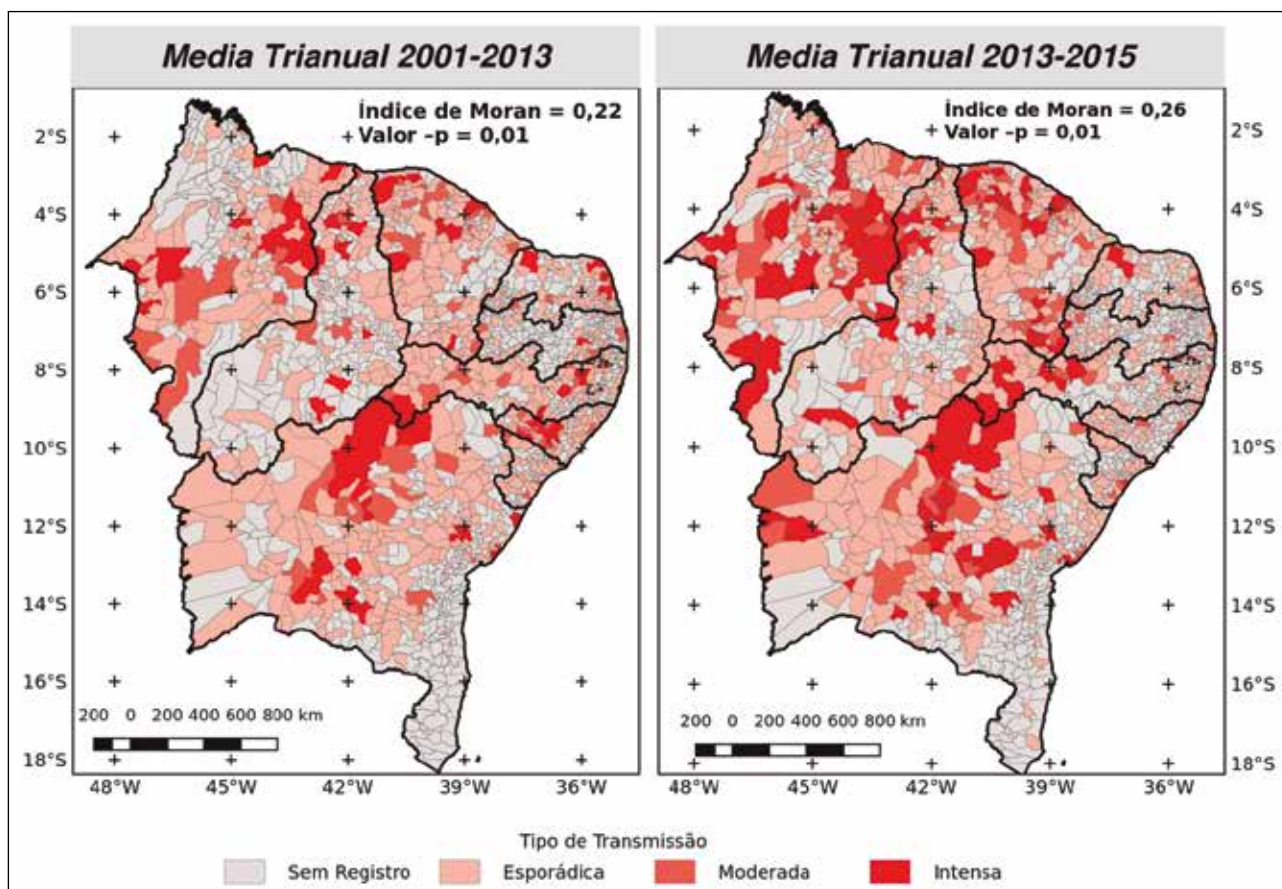


Figura 5 Distribuição da média trianual da LV por município de residência para o Nordeste.

Fonte: DATASUS/SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação).

Estados	Quantidade de Municípios (N)	Tipo de Transmissão da LV			
		Sem Transmissão (%)	Transmissão Esporádica (%)	Transmissão Moderada (%)	Transmissão Intensa (%)
Média Trianual 2001-2003					
Maranhão	217	48,8	41,0	3,7	6,5
Piauí	224	67,9	28,1	0,9	3,1
Ceará	184	29,9	58,2	7,1	4,9
Rio Grande do Norte	167	57,5	38,3	0,0	4,2
Paraíba	223	77,6	19,7	2,2	0,4
Pernambuco	185	41,6	51,9	3,8	2,7
Alagoas	102	29,4	52,0	10,8	7,8
Sergipe	75	56,0	38,7	4,0	1,3
Bahia	417	56,1	36,9	2,9	4,1
Média Trianual 2013-2015					
Maranhão	217	24,4	43,3	10,6	21,7
Piauí	224	53,1	41,5	3,6	1,8
Ceará	184	15,8	59,8	14,1	10,3
Rio Grande do Norte	167	62,9	31,7	3,6	1,8
Paraíba	223	69,5	30,0	0,4	0,0
Pernambuco	185	49,7	41,6	3,8	4,9
Alagoas	102	59,8	37,3	2,9	0,0
Sergipe	75	45,3	50,7	1,3	2,7
Bahia	417	48,4	42,4	5,0	4,1

Tabela 3
Tipo de transmissão da LV para as médias trianuais 2001-2003 e 2013-2015, para os estados do Nordeste.

de transmissão, enquanto cidades maiores apresentaram maior propensão à transmissão intensa da LV.

Para o grau de urbanização e o tipo de transmissão da LV, o teste mostrou associação significativa entre as variáveis, nos dois períodos observados $x^2 = 8,99$; valor $-p$ 0,003 para a média trianual 2001-2003 e associação significativa $x^2 = 16,86$ e valor $-p < 0,001$ para a média trianual 2013-2015. Assim, observa-se que existem evidências de associação entre o grau de urbanização do município e o tipo de transmissão.

O teste Mantel-Haenzsel mostrou significância estatística entre o IDHM e as duas médias trianuais, ou seja, existe associação entre a classe do IDHM e o tipo de transmissão da LV. Para o período referente a 2001-2003 a associação foi $x^2 = 66,67$, valor $-p < 0,001$ e para o período 2013-2015 a estatística de teste (associação) foi $x^2 = 93,16$ valor $-p < 0,001$.

Em relação à altitude do município e o tipo de transmissão, o teste não apresentou evidências de associação significativa para nenhum dos dois períodos observados. No período 2001-2003 a estatística de teste x^2 foi representada 2,55 e valor $-p$ de 0,10 e no período 2013-2015 a estatística de teste x^2 foi 0,12, com valor $-p$ de 0,72.

Para as variáveis climáticas, o teste mostrou significância estatística para a maioria das variáveis, principalmente no período de média trianual 2013-2015. Tanto a precipitação acumulada ($x^2 = 1,43$; valor $-p = 0,23$) quanto à temperatura mínima ($x^2 = 0,01$; valor $-p = 0,90$) não revelaram associação com o grau de incidência da LV, no período 2001-2003. Porém, no triênio de 2013-2015 constatou-se associação significativa com a precipitação para $x^2 = 7,55$; valor $-p < 0,01$ e com a temperatura mínima $x^2 = 6,15$; valor $-p = 0,01$

4 Conclusão

A partir da análise inicial da taxa de incidência da LV é possível notar uma maior concentração de casos nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A região Norte apresentou maior taxa de incidência entre os anos de 2007 e 2011. Já a região Nordeste, apesar de ser a segunda região com maior taxa de

Variável	2001-2003		2013-2015	
	Estatística de Teste x^2	Valor-p	Estatística de Teste x^2	Valor-p
População Residente Estimada	326,11	<0,001	382,61	<0,001
Grau de Urbanização	8,99	0,003	16,86	<0,001
IDHM	66,67	<0,001	93,16	<0,001
Saneamento Inadequado	20,97	<0,001	9,68	0,002
Região de Semiárido	5,75	0,016	0,69	0,405
Altitude	2,55	0,110	0,12	0,723
Precipitação Acumulada	1,43	0,232	7,55	0,006
Temperatura Mínima	0,01	0,902	6,15	0,013
Temperatura Máxima	0,53	0,465	46,5	<0,001
Temperatura Média	3,94	0,047	24,4	<0,001
Umidade Relativa do Ar	5,39	0,020	95,6	0,000

Tabela 4 Teste Mantel-Haenzsel (variáveis sociodemográficas e variáveis climáticas versus médias trianuais).

incidência não apresenta elevada flutuação na taxa de incidência, mantendo-se aproximadamente entre 2,5 e 4,5 casos por 100 mil habitantes. A região Centro-Oeste é a terceira que mais se destaca na taxa de incidência da LV. Essas três regiões, apesar de apresentarem taxas mais elevadas da LV, não tiveram tendência crescente significativa, de acordo com o teste Mann-Kendall.

No NEB, os estados do MA, PI e CE são os que apresentaram taxas mais elevadas da LV, com destaque para o Maranhão e Piauí no ano de 2003, ano em que atingiram suas maiores taxas de incidência. O teste Mann-Kendall mostrou tendência crescente significativa apenas para o estado do CE embora tenha-se observado um espalhamento da doença entre os municípios do NEB, principalmente entre os estados do Piauí, Ceará e Bahia. O estado de Alagoas foi o único que revelou tendência decrescente significativa.

Detectou-se neste estudo associação significativa entre o tipo de transmissão da LV com o tama-

no da população estimada, com o grau de urbanização, com o IDHM e com o saneamento inadequado para os períodos 2001-2003 e 2013-2015. Enquanto que a altitude não mostrou associação significativa nos dois períodos.

Entre as variáveis climáticas e o tipo de transmissão de LV, notou-se associação significativa com a precipitação acumulada, com as temperaturas mínima, máxima e média, no triênio de 2013-2015. Enquanto que a umidade relativa do ar mostrou associação com o tipo de transmissão nos dois triênios estudados.

De um modo geral, os resultados deste estudo indicaram a influência das variáveis sociodemográficas e climáticas nos tipos de transmissão da LV para médias trianuais das notificações de LV nos dois períodos observados. Além disso, para média 2001-2003 há uma menor quantidade de municípios com registro da LV, comparativamente à média trianual 2013-2015. Assim, os resultados aqui apresentados podem auxiliar na elaboração de medidas de combate à doença.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CNPq) pela bolsa de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas) a aluna Patrícia Viana de Lima.

6 Referências

Azevedo, P.D.; Silva, B.D. & Rodrigues, M.F.G. 1998. Previsão estatística das chuvas de outono no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 13(1): 19-30.

Back, Á.J. 2001. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(5): 717-726.

Barry, R.G. & Chorley, R.J. 2009. *Atmosfera, tempo e clima*. Porto Alegre: Bookman Editora. 512p.

Cavalcanti, E.P.; Silva, V.P.R. & Sousa, F.A.S. 2006. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(1):140-147.

Chen, M.; Shi, W.; Xie, P.; Silva, V.B.S.; Kousky, V.E.; Higgins, R.W. & Janowiak, J.E. 2008. Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D4): 1-13.

Costa, C.H.N.; Pereira, H.F. & Araújo, M.V. 1990. Epidemia de leishmaniose visceral no Estado do Piauí, Brasil, 1980-1986. *Revista de Saúde Pública*, 24: 361-372.

Duarte, I.L. 2010. *Aspectos ambientais e sociais envolvidos na transmissão da L. chagasi no município de Parnamirim/RN*. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Universidade federal do Rio Grande do Norte, Dissertação de Mestrado, 130p.

Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G. & Monteiro, A.V.M. 2004. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA, 209p.

Feitosa, E.A.N.; Pereira, A.L.; Silva, G.R.; Veleda, D.R.A. & Silva, C.C. 2003. Panorama do Potencial eólico no Brasil. Brasília, ANEEL. 68p.

Gan, M.A. & Kousky, V.E. 1986. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 1(1): 19-28.

Glantz, S.A. 2002 *Primer in Biostatistics*, 5th ed. New York, McGraw-Hill, 320p.

Góes, M.A.D.O.; Melo, C.M.D. & Jeraldo, V.D.L.S. 2012. Série temporal da leishmaniose visceral em Aracaju, estado de Sergipe, Brasil (1999 a 2008): aspectos humanos e caninos. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 15: 298-307.

Gontijo, C.M.F. & Melo, M.N. 2004. Leishmaniose visceral no Brasil: quadro atual, desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 7: 338-349.

Hirsch, R.M.; Slack, J.R. & Smith, R.A. 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18(1): 107-121.

IBGE. 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/>>. Acesso em: Março, 2018.

Jeraldo, V.D.L.S.; Góes, M.A.D.O.; Casanova, C.; Melo, C.M.D.; Araújo, E.D.D.; Cruz, D. E.R. & Pinto, M.C. 2012. Sandfly fauna in an area endemic for visceral leishmaniasis in Aracaju, State of Sergipe, Northeast Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 45(3): 318-322.

Kahya, E. & Kalayci, S. 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 289(1): 128-144.

Kayano, M.T. & Andreoli, R.V. 2009. Clima da região Nordeste do Brasil. In: *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo, Oficina de Textos, 463p.

Kousky V.E & Gan, A.M. 1981. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. *Tellus*, 33(6): 538-51.

Kendall, M.G. 1955. *Rank correlation methods* (2nd ed.). Oxford, England: Hafner Publishing Co, 196p.

Landis, J.R.; Heyman, E.R. & Koch, G.G. 1978. Average partial association in three-way contingency tables: A review and discussion of alternative tests. *International Statistical Review*, 46: 237-254.

Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend. *Econometrica*, 33: 245-259.

Mantel, N. & Haenszel, W. 1959. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies. *Journal of the National Cancer Institute*, 22(4): 719-748.

Marengo, J.A. 2008. Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, 22(63): 83-96.

Matos, M.M.; Filgueira, K.D.; Amora, S.S.A.; Suassuna, A.C.D.; Ahid, S.M.M. & Alves, N.D. 2006. Ocorrência da leishmaniose visceral em cães em Mossoró, Rio

Análise da Transmissão de Leishmaniose Visceral no Nordeste Brasileiro, no Período 2001-2015

Patrícia Viana de Lima; David Mendes; Maria Helena Constantino Spyrides;
Lara de Melo Barbosa Andrade; Naurinete J. C. Barreto & George Ulguim Pedra

- Grande do Norte. *Ciência Animal*, 16(1): 51-54.
- Melo, A.B.C.; Cavalcanti, I.F.A. & Souza, P.P. 2009. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: Tempo e clima no Brasil. São Paulo, Oficina de Textos, 463p.
- Ministério da Saúde. 2014. Secretária de Vigilância em Saúde. Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral. Brasília, 120p.
- Moran, P. 1948. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2): 243-251.
- Organização Pan-Americana da Saúde. 2015. Leishmanioses. Informe Epidemiológico das Américas. Disponível em: <<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/2015-cha-leish-informe-epi-das-americas.pdf>>. Acesso em: Março, 2018.
- Santos, R.S. 2012. *Homogeneidade e reconstrução de séries climatológicas para localidades no estado de Minas Gerais*. Pós Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado, 82p.
- Siegel, S. & Castellan Jr, N.J. 2006. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. Porto Alegre, Artmed, 448p.
- Silva, J.G.D.; Werneck, G.L.; Cruz, M.D.S.P.; Costa, C.H.N. & Mendonça, I.L.D. 2007. Infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* por *Leishmania* sp. em Teresina, Piauí, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 23: 1715-1720.
- Silva, V.P.; Pereira, E.R.; Azevedo, P.V.; Sousa, F.D.A. & Sousa, I.F. 2011. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 15(2): 131-138.
- Souza, E.D.; Kayano, M.T. & Ambrizzi, T. 2004. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 19(2): 113-122.
- Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Semiárido. 2015. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/area-de-atuacao-da-sudene/semiárido>>. Acesso em: Dezembro, 2017.
- Tavares, L.M.S.D.A. & Tavares, E.D. 1999. Incidência, distribuição geográfica e aspectos ambientais das áreas endêmicas da Leishmaniose Visceral em Sergipe. *Informe Epidemiológico do SUS*, 8(1): 47-52.
- Trenberth, K.E. & Shea, D.J. 1987. On the evolution of the Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115(12): 3078-3096.
- Varejão, M.A.S. 2006. Meteorologia e Climatologia. Recife: Versão digital, 2. 463p.
- Ximenes, M.F.F.M.; Silva, V.P.M.; Queiroz, P.V.S.; Rego, M.M.; Cortez, A.M.; Batista, L.M.M.; Medeiros, A.S. & Jeronímio, S.M.B. 2012. Flebotomíneos (Diptera: Phlebotomidae) e Leishmanioses no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil- Reflexos do Ambiente Antrópico. *Neotropical Entomology*, 36(1): 128-137.
- Yue, P.S.; Yang, T.C. & Wu, C.K. 2002. Impact of climate change on water resources in southern Taiwan. *Journal of Hydrology*, 260: 161-175.
- Yu, P.S.; Yang, T.C. & Kuo, C.C. 2006. Evaluating long-term trends in annual and seasonal precipitation in Taiwan. *Water Resources Management*, 20(6): 1007-1023.
- OMM. 2015. Organização Mundial de Saúde. Disponível em: <https://www.who.int/neglected_diseases/resources/978924150965/en/> Acesso em: Dezembro 2018
- OMM. 2016. Organização Mundial de Saúde. Leishmaniasis. Disponível em: <<http://www.who.int/leishmaniasis/burden/en>> Acesso em: Dezembro, 2018.