

Alterações pluviométricas e incidência da leptospirose em humanos no Estado de Minas Gerais, Brasil, de 2001 a 2017

Rainfall changes and incidence of leptospirosis in humans in the State of Minas Gerais, Brazil, from 2001 to 2017

Cambios en las precipitaciones e incidencia de leptospirosis en humanos en el estado de Minas Gerais, Brasil, de 2001 a 2017

Recebido: 18/01/2021 | Revisado: 21/01/2021 | Aceito: 25/01/2021 | Publicado: 31/01/2021

Talita Ribeiro Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6817-2616>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: talitavet09@hotmail.com

Raphaella Barbosa Meirelles-Bartoli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7147-5711>
Universidade Federal de Jataí, Brasil
E-mail: raphaella@ufg.br

Thalita Masoti Blankenheim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7645-5859>
União das Faculdades dos Grandes Lagos, Brasil
E-mail: tmbvet@gmail.com

Renata Ferreira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1033-275X>
Centro Universitário do Vale do Araguaia, Brasil
E-mail: renatafdsantos@hotmail.com

Andressa Vaz Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-7719>
Universidade Federal de Jataí, Brasil
E-mail: andressavaz@discente.ufg.br

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9603-6638>
Universidade Federal de Jataí, Brasil
E-mail: dgramos_vet@ufg.br

Andreia Vitor Couto do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6406-2372>
Universidade Federal de Jataí, Brasil
E-mail: andreiavcvet@ufg.br

Nivaldo Aparecido de Assis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5457-5908>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: nivaldo.assis@unesp.br

Luis Antonio Mathias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7282-3071>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: la.mathias@unesp.br

Resumo

A leptospirose é uma doença de veiculação hídrica causada por bactérias do gênero *Leptospira*. O objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre a precipitação pluviométrica e a taxa de incidência de leptospirose humana no Estado de Minas Gerais de janeiro de 2001 a dezembro de 2017. Foi realizado um estudo observacional do tipo ecológico. A distribuição anual demonstrou um padrão de sazonalidade dos casos de leptospirose. Ao longo os meses, a maior ocorrência da doença foi observada nos períodos chuvosos, de outubro a março. Nos meses de transição entre a estação chuvosa e a seca (abril) e da estação seca para a chuvosa (setembro) ainda foi observado um número maior de casos que poderiam estar associados às chuvas do mês anterior ou ainda às chuvas de final e início de estação, respectivamente. Nos demais meses, os casos que ocorreram não apresentam relação evidente com a precipitação, pois são meses com baixa pluviosidade. Analisando a série histórica verificou-se que picos da taxa de incidência de leptospirose ocorreram após picos de precipitação. O presente estudo demonstrou que no Estado de Minas Gerais a leptospirose é endêmica e que a sazonalidade dos casos está fortemente associada ao aumento da precipitação pluviométrica.

Palavras-chave: *Leptospira* spp.; Pluviosidade; Sazonalidade.

Abstract

Leptospirosis is a water-borne disease caused by bacteria of the genus *Leptospira*. The objective of this work was to analyze the relationship between rainfall and the incidence rate of human leptospirosis in the State of Minas Gerais from January 2001 to December 2017. The annual distribution demonstrated a seasonality pattern of leptospirosis incidence. Over the months, the highest occurrence of the disease was observed in the rainy seasons, from October to March. In the months of transition between the rainy season and drought (April) and the dry season to the rainy season (September) a relevant number of cases that could be associated with the rains of the previous month or even the late and early season rains were still observed respectively. In the other months, the cases that occurred do not present a clear relationship with precipitation because they are months with low rainfall. Analyzing the historical series, leptospirosis peaks occurred after a peak of precipitation. The present study demonstrated that in the State of Minas Gerais leptospirosis is endemic and that the seasonality of cases is strongly associated with increased rainfall.

Keywords: *Leptospira* spp.; Rainfall; Seasonality.

Resumen

La leptospirosis es una enfermedad transmitida por el agua causada por bacterias del género *Leptospira*. El objetivo de este trabajo fue analizar la relación entre las precipitaciones y la tasa de incidencia de leptospirosis humana en el estado de Minas Gerais desde enero de 2001 a diciembre de 2017. Se realizó un estudio observacional del tipo ecológico. La distribución anual mostró un patrón de estacionalidad en los casos de leptospirosis. A lo largo de los meses, la mayor ocurrencia de la enfermedad se observó en los períodos lluviosos, de octubre a marzo. En los meses de transición entre la estación lluviosa y seca (abril) y de la estación seca a lluviosa (septiembre), se observó un mayor número de casos, los cuales podrían estar asociados con las lluvias del mes anterior o incluso con las lluvias de fines y comienzos de estación, respectivamente. En los otros meses, los casos que ocurrieron no tienen relación evidente con la precipitación, ya que son meses con poca precipitación. Al analizar la serie histórica, se encontró que los picos en la tasa de incidencia de leptospirosis ocurrieron después de los picos de precipitación. El presente estudio demostró que en el estado de Minas Gerais, la leptospirosis es endémica y que la estacionalidad de los casos está fuertemente asociada con el aumento de las precipitaciones.

Palabras clave: *Leptospira* spp.; Lluvia; Sazonalidad.

1. Introdução

A leptospirose é uma enfermidade causada por bactérias do gênero *Leptospira*. Pode manifestar-se com um caráter agudo, ou então apresentar-se de maneira assintomática, e os quadros variam de leves a graves, podendo em alguns casos culminar com o óbito. A maior parte dos casos de leptospirose, em torno de 90%, apresentam sintomas tais como febre, cefaleia, dores musculares, náuseas e vômitos, cursando de forma moderada e autolimitada. Tem frequentemente seu diagnóstico confundido com “síndrome gripal”, “virose”, dengue ou influenza, que podem ocorrer na mesma época. Em 5% a 10% dos casos há evolução para uma síndrome mais grave, síndrome de Weil, que provoca icterícia e falência de múltiplos órgãos, gerando maior custo com gastos hospitalares. A letalidade da doença pode chegar a 20%, devido principalmente a falha e demora no diagnóstico e no tratamento (Galloway, Levett, Tumeh & Flowers, 2009; Sethi, Shrama, Kakkar, Taneja, Chatterjee, Banga & Sharma, 2010).

Por meio da urina de animais infectados, a bactéria chega ao ambiente (Brasil, 2003), e o ser humano se infecta ao entrar em contato com essa urina. A penetração do microrganismo se dá por meio da mucosa, da pele lesada ou até mesmo íntegra quando fica em contato com água ou lama por longos períodos. O contato com água ou solo úmido demonstra a importância de elementos hídricos na cadeia epidemiológica da enfermidade (Guimarães, Cruz, Parreira, Mazoto, Vieira & Asmus, 2014).

A leptospirose tem distribuição mundial, mas as regiões tropicais e subtropicais, com maiores temperaturas e índices pluviométricos, fornecem condições mais propícias para a ocorrência da enfermidade, principalmente nos meses com maior pluviosidade, com surtos estacionais (Farias, 1999; Silva, 2006). Alagamentos, enxurradas e enchentes contribuem com a ocorrência de epidemias de veiculação hídrica, pois favorecem o contato de indivíduos suscetíveis com a bactéria (Santos, Assis, Silva & Angelis, 2012). Esses ambientes com maior umidade, água parada ou com pouco movimento, com pH neutro a levemente alcalino são importantes para a manutenção das leptospirosas viáveis no ambiente por meses (Langston & Heuter, 2003).

A ocorrência dessa enfermidade está frequentemente associada à exposição a determinados fatores de risco como: atividades ocupacionais específicas, precárias condições sanitárias, alta densidade de roedores, além de alimento e abrigos para esses animais, clima e pluviosidade, desastres naturais como enxurradas, enchentes e inundações, aquecimento global, êxodo rural, ocupação desordenada das cidades, ineficiente serviço de coleta de lixo e baixas condições socioeconômicas. Esses fatores fazem com que a doença em Minas Gerais seja mais frequente nas áreas urbanas e metropolitanas (Brasil, 2010; Hartskeerl, Pereira & Ellis, 2011; Sampaio, Wanderley, Casseb & Negreiros, 2011; Vasconcelos, Fonseca, Lise & Arsky, 2012).

O Estado de Minas Gerais é uma das 27 unidades federativas do Brasil. Localizado na região sudeste, é o quarto em extensão territorial, e no censo de 2010, efetuado pelo IBGE, o estado contava com uma população de 19.159.260 habitantes distribuídos em 853 municípios. A estação chuvosa em Minas Gerais é o verão, e a seca, o inverno. A região Sul desse estado é a mais chuvosa, com precipitação média anual de cerca de 1.600 mm (Rao, Franchito, Santo & Gan, 2015). Verifica-se que a precipitação pluviométrica em Minas Gerais varia em função do relevo e da posição geográfica. Em média, o maior volume de precipitação (1.650 mm) ocorre na região sul do Estado, podendo chegar a 2.100 mm, e esse volume vai se reduzindo de forma gradativa em direção à região norte, que apresenta os menores valores anuais (650 mm). O período de novembro a janeiro abrange os meses com maior índice de pluviosidade em grande parte de Minas Gerais. A duração do ciclo das chuvas varia entre 110 e 220 dias (Reboita, Rodrigues, Silva & Alves, 2015; Dutra, Valadão, Confalonieri, Muller & Quadro, 2015). O estado apresenta um relevo planáltico com altitudes que variam de 100 a 1.500 metros, com poucas planícies, e as menores altitudes estão localizadas nas várzeas dos rios, principalmente nas regiões sudeste, leste e norte do estado (Dutra *et al.*, 2015).

A Sociedade Internacional de Leptospirose relata que, embora a leptospirose seja uma doença com importante impacto médico e econômico, ela é ainda bastante negligenciada. Há subnotificação elevada dos casos devido à dificuldade de confirmação diagnóstica, tanto clinicamente quanto laboratorialmente, sintomas similares a outras enfermidades e dificuldade na detecção das formas leves (Hartskeerl, 2005). A OMS estima a incidência da leptospirose entre 0,1 e 1 caso/100.000 pessoas por ano em países com clima temperado e não endêmicos e entre 10 e 100 casos/100.000 pessoas por ano em áreas endêmicas com clima tropical úmido. No Brasil, dados do Ministério da Saúde (MS) mostram que de 1999 a 2005 foram notificados 81.897 casos suspeitos da doença, com 22.774 confirmados, 2.574 óbitos e incidência de 1,9 por 100.000 habitantes. Já no período de 2007 a 2016, foram registrados 39.263 casos confirmados de leptospirose, com média anual de 3.926 casos, incidência de 1,02/100.000 habitantes e taxa de letalidade de 8,9%. Nesse período, as regiões Sudeste e Sul foram responsáveis pelos maiores números de casos por ano, e a maior frequência foi no período de outubro a março (Secretaria de Vigilância em Saúde, 2018).

Pesquisas em outras regiões no Brasil demonstraram que há uma relação entre o aumento da pluviosidade e a elevação no número de casos de leptospirose. Sabendo da importância do elo hídrico na transmissão da leptospirose e do reduzido número de trabalhos sobre a leptospirose humana em Minas Gerais, este trabalho teve como objetivo analisar a relação entre a precipitação pluviométrica e a taxa de incidência de leptospirose humana no Estado de Minas Gerais no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2017.

2. Metodologia

Foi realizado um estudo observacional do tipo ecológico, também chamado estudo agregado (Rouquayrol & Gurgel, 2018), com base em informações de casos notificados obtidas a partir do sistema do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (Brasil, 2017) no período de 2001 a 2017. Foram excluídos da análise os casos não residentes no Brasil. Os dados referentes à população, estimados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram obtidos na página eletrônica do departamento de informática do SUS (DATASUS) (Brasil, 2010).

Os dados de precipitação acumulada em Minas Gerais foram obtidos no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017). Os dados de precipitação mensal foram obtidos a partir de informações das 47 estações distribuídas pelo estado.

Para analisar a sazonalidade na distribuição dos casos de leptospirose humana no Estado de Minas Gerais, foram empregados dois procedimentos, um utilizando método paramétrico e outro utilizando método não paramétrico. Como método paramétrico, calculou-se o índice sazonal mensal ao longo do período (Vasconcelos, Braga, Gouveia & Souza, 2015). Por esse método, intervalo de confiança inteiramente acima do valor 1 indica aumento sazonal estatisticamente significativo ($P < 0,05$). Os cálculos foram efetuados utilizando o software Excel. Como método não paramétrico, em razão da não independência entre os dados de ocorrência de enfermidades transmissíveis, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, considerando ocorrência de sazonalidade quando $P < 0,05$. Para essa análise utilizou-se o software R.

Para analisar a associação entre as taxas mensais de incidência e a precipitação pluviométrica mensal utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson ou o coeficiente de correlação de Spearman, na dependência do atendimento dos pressupostos de normalidade. Essa análise foi efetuada utilizando o software R.

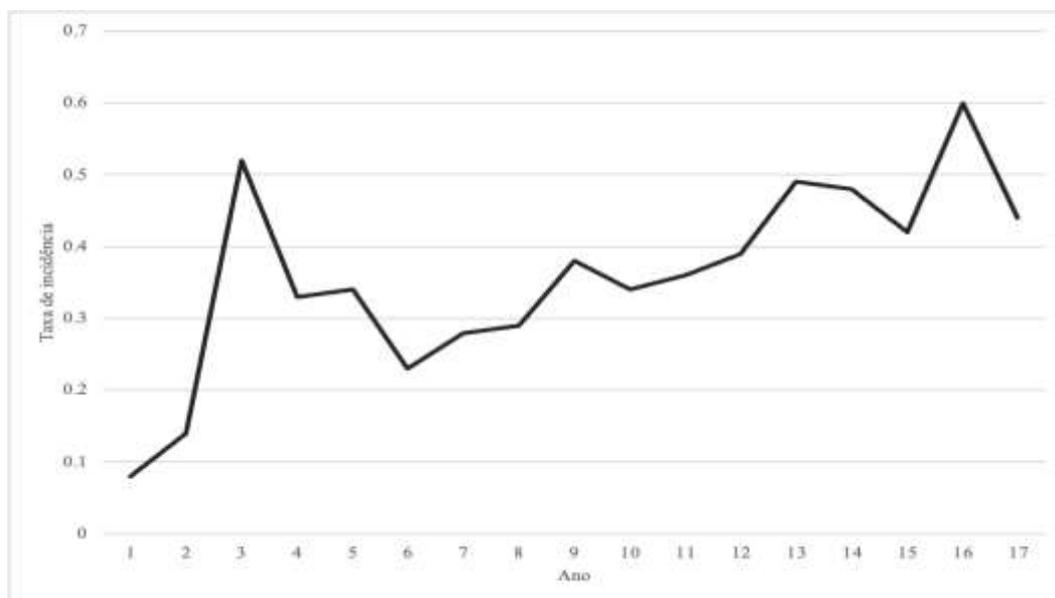
Para o cálculo dos coeficientes mensais de incidência, a fim de obter o nível endêmico, considerou-se a população informada pelo Datasus (Brasil, 2017) como sendo correspondente à população do mês do julho de cada ano, e para os demais meses estimou-se a população com base no método aritmético (Maletta, 2014).

Para o nível endêmico adotou-se o método dos quartis (Maletta, 2014), considerando o primeiro quartil como limiar inferior da faixa de ocorrência esperada e como limiar epidêmico o terceiro quartil das taxas de incidência do respectivo mês nos cinco anos antecedentes. Dessa forma, foi possível obter o diagrama de controle com a faixa de ocorrência esperada para os anos de 2006 a 2017. Essas análises foram efetuadas utilizando o software Excel.

3. Resultados

No período de 2001 a 2017 ocorreram 1.458 casos de leptospirose no Estado de Minas Gerais; no ano de 2001 verificou-se menor número de casos (18) e no ano de 2016 o maior número absoluto de casos (150) (Brasil, 2017). Nesse período houve um pico em 2003, e a partir de 2006 o número de casos aumentou ao longo dos anos (Figura 1).

Figura 1. Média das taxas de incidência de leptospirose humana (por 1.000.000 de habitantes) entre os doze meses de cada ano, no período de 2001 a 2017, no Estado de Minas Gerais, Brasil.

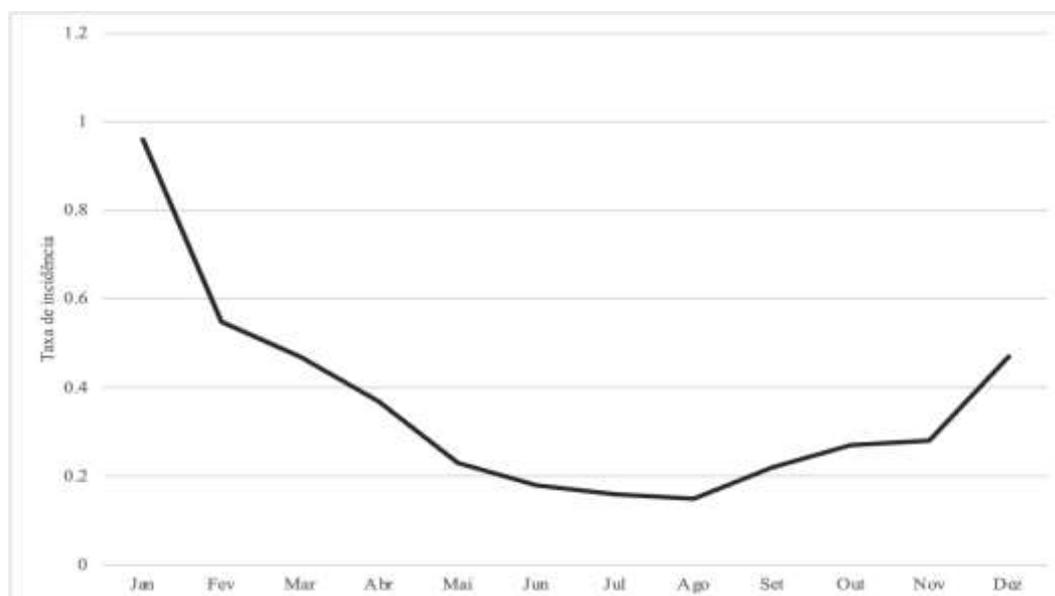


Fonte: Autores.

Ao avaliar os intervalos anualmente, verifica-se que a partir de 2006 há um aumento importante na taxa de incidência da leptospirose, com dois picos de maior incidência, sendo um em 2003 e outro em 2016, coincidindo com os anos de maior precipitação pluviométrica. Esse aumento do número de casos poderia estar relacionado a inundações, enchentes e enxurradas, que se tornaram mais frequentes nos últimos anos (Ceped, 2011).

Ao avaliar a distribuição mensalmente verifica-se que há um padrão de sazonalidade dos casos de leptospirose, com maior concentração no verão, época em que há maior aumento na precipitação de chuvas; em contrapartida, nos meses com menor pluviosidade há queda importante no número de casos, demonstrando a influência dos regimes pluviais na ocorrência da doença (Figura 2).

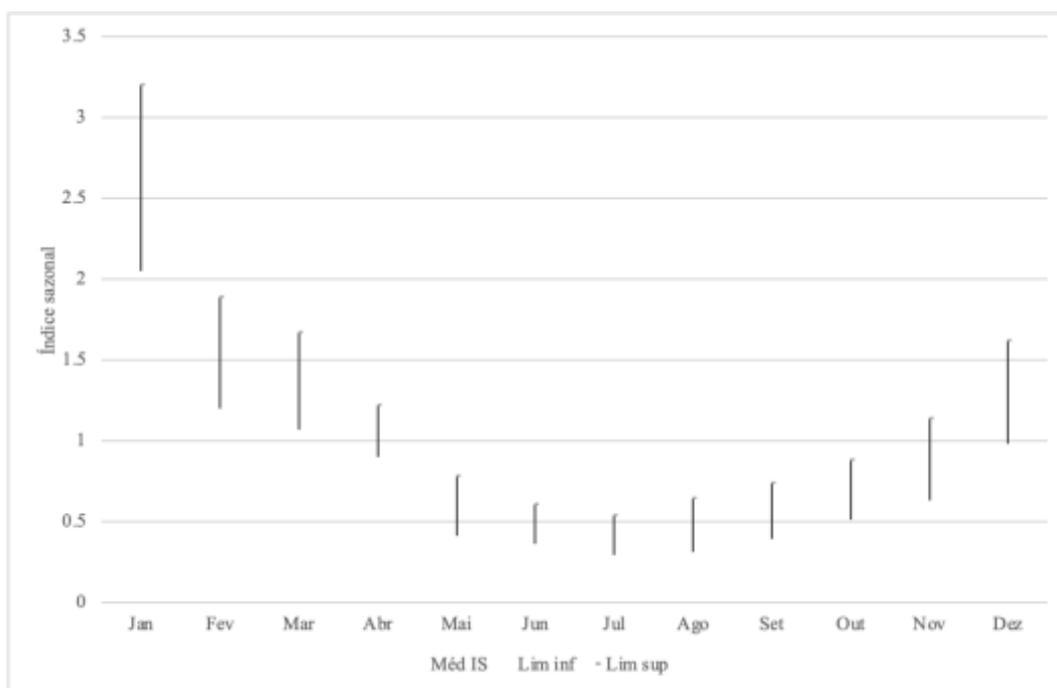
Figura 2. Média mensal das taxas de incidência de leptospirose humana (por 1.000.000 de habitantes) entre os dezessete anos de observação, período de 2001 a 2017, no Estado de Minas Gerais, Brasil.



Fonte: Autores.

A Figura 3 mostra a sazonalidade das taxas mensais de incidência, com diversos meses apresentando intervalo de confiança do índice de sazonalidade que não inclui o valor 1. Nos meses de janeiro a março, esse intervalo de confiança está inteiramente acima de 1, enquanto no período de maio a outubro o intervalo está inteiramente abaixo do valor 1.

Figura 3. Índice de sazonalidade (intervalo de confiança 95%) relativo às taxas mensais de incidência (casos por 1.000.000 de habitantes) de leptospirose humana no Estado de Minas Gerais no período de 2001 a 2017.

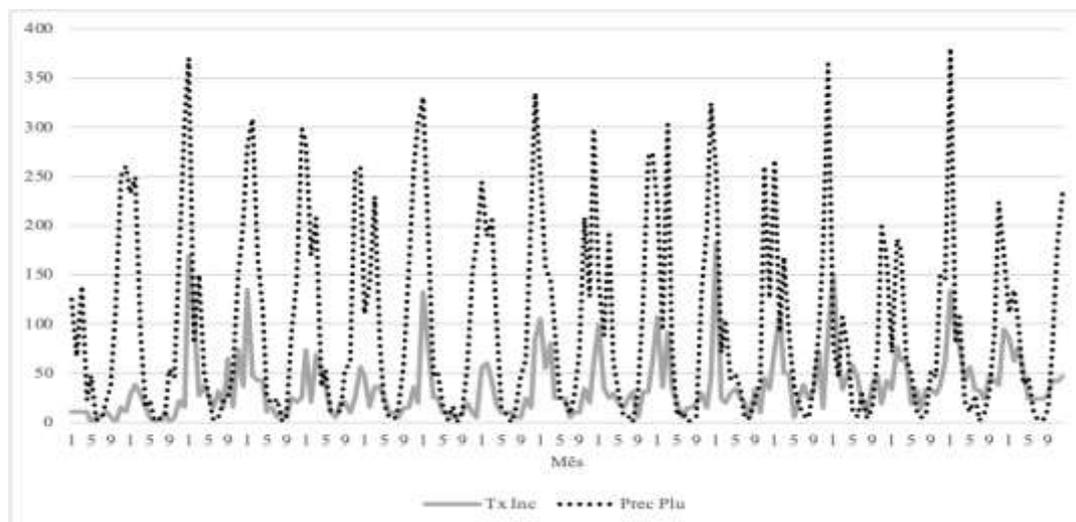


Fonte: Autores.

A análise dos dados por meio do teste de Kruskal-Wallis apontou diferença estatisticamente significativa entre as taxas de incidência nos diferentes meses, no Estado de Minas Gerais ($P = 8,715 \times 10^{-13}$), demonstrando haver associação entre o mês e a taxa de incidência de leptospirose. A distribuição da doença ao longo dos meses mostrou que a maior ocorrência se deu nos períodos chuvosos, no primeiro trimestre de janeiro a março, e no último trimestre do ano, de outubro a dezembro. Nos meses de transição entre a estação chuvosa e a seca, que começa em abril, e da estação seca para a chuvosa, que se inicia em setembro, ainda foi observada a incidência da doença que poderia estar associada às chuvas do mês anterior ou ainda às chuvas de final e início de estação respectivamente. Nos demais meses, os casos que ocorreram não apresentam relação com a precipitação, pois são meses com baixa pluviosidade.

A Figura 4 apresenta a taxa de incidência mensal de leptospirose humana em relação à precipitação pluviométrica mensal no período de 2001 a 2017. Analisando a série histórica verificam-se picos de ocorrência de leptospirose após picos de precipitação pluviométrica; isso ocorre devido ao período de incubação da doença. Após o indivíduo se expor à água contaminada e entrar em contato com a bactéria e se infectar, os primeiros sintomas poderão se manifestar no período que pode variar de 1 a 30 dias (mais frequentemente entre 7 e 14 dias). Esse período de incubação justificaria a ocorrência de casos e até mesmo surtos em meses em que não há um volume relevante de chuvas, mas o mês anterior apresentou maior índice pluviométrico.

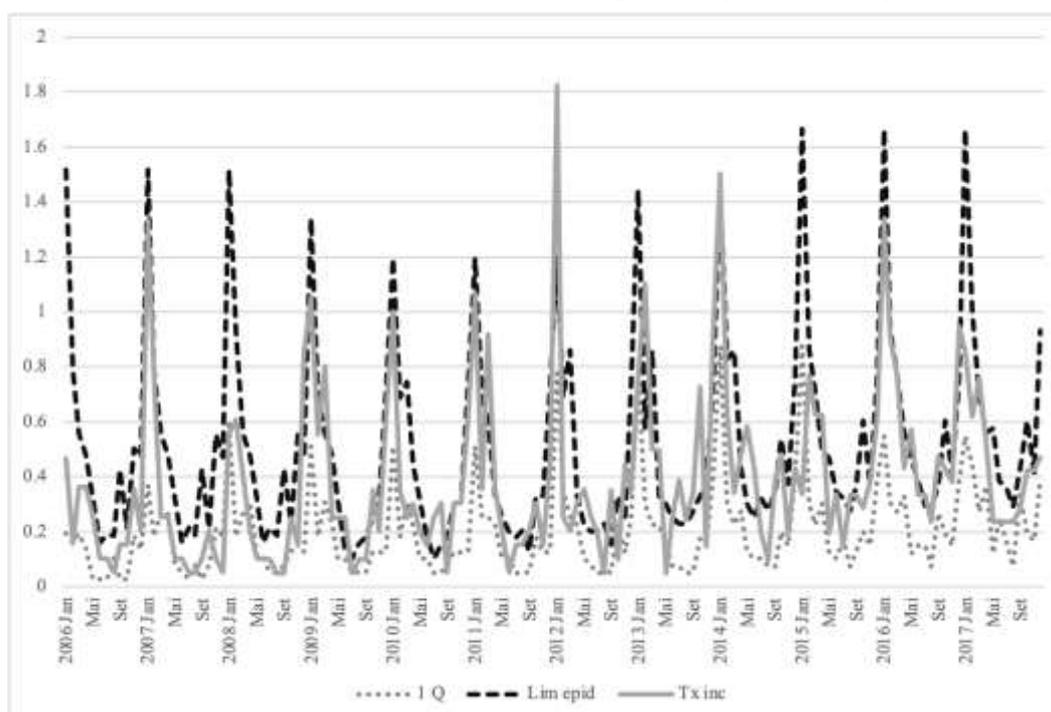
Figura 4. Taxa de incidência mensal de leptospirose humana (casos por 100.000.000 habitantes) e precipitação pluviométrica mensal (em mm/m²; média de 47 estações pluviométricas) no Estado de Minas Gerais no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2017. (Coeficiente de correlação de Spearman: rho = 0,5299; P = 3,665e-16).



Fonte: Autores.

Quando se observa o diagrama de controle a partir da série histórica (Figura 5), nota-se aumento de ocorrência no mês de janeiro em todos os anos estudados, coincidindo com o período de maior pluviosidade no estado, com destaque para os anos de 2012 e 2014, em que se verificaram surtos. Em 2012, os municípios de Guidoal e Belo Horizonte se destacaram em número absoluto de casos; já em 2014, Belo Horizonte se sobressaiu em número absoluto de casos.

Figura 5. Diagrama de controle e taxa mensal de incidência (casos por 1.000.000 de habitantes) de leptospirose humana no Estado de Minas Gerais, no período de 2006 a 2017. (Limite inferior = primeiro quartil; limiar epidêmico = terceiro quartil)



Fonte: Autores.

4. Discussão

A ocorrência de leptospirose está amplamente associada ao período chuvoso (Aleixo & Netto, 2010). As chuvas sazonais são um fator potencializador da transmissão da doença por facilitarem, por meio de enchentes ou inundações, o contato do agente com o hospedeiro (Barcellos & Sabroza, 2001) e também a disseminação da bactéria, contaminando outras áreas.

Barcellos e Sabroza (2001), Pellegrini (2002), Paula (2005) e Guimarães *et al.* (2014) verificaram em outras regiões a estreita relação entre o período de maior precipitação pluviométrica e o aumento do número de casos, assim como foi verificado neste estudo no Estado de Minas Gerais. Sugeriram ainda que condições precárias socioambientais também eram importantes fatores para a ocorrência da doença nas regiões por eles estudadas.

Em Minas Gerais verificou-se que a média das taxas mensais de incidência ao longo do período de 2001 a 2017 variou de 0,08 casos/1.000.000 habitantes em 2001 a 0,60 casos/1.000.000 habitantes em 2016. A incidência de leptospirose humana no estado ocorreu em épocas com maior pluviosidade, com o aumento da precipitação refletindo-se no aumento do número de casos ($\rho = 0,5299$; $P = 3,665e-16$); o mesmo foi verificado ao longo dos meses do ano pelo teste de Kruskal-Wallis, demonstrando haver associação direta entre o volume de precipitação pluviométrica e a taxa de incidência dessa enfermidade.

As ocorrências dos surtos estão associadas às inundações em áreas com alta população de roedores. Esses surtos são comumente observados em áreas urbanas com saneamento precário e sistema de escoamento deficiente (Ko, Reis, Dourado, Johnson Junior & Riley, 1999; Ashford, Kaiser & Spiegel, 2000; Mandell, Bennett & Mandel, 2000). Em uma revisão sobre os fatores associados à leptospirose no Brasil no período entre 2000 e 2009, Pelissari, Maia-elkhoury, Arsky e Nunes (2011) verificaram que essa enfermidade, na área urbana, apresentou maior incidência em áreas com menores níveis socioeconômicos e que os surtos ocorreram após aumento da precipitação, assim como verificado no presente estudo em Minas Gerais.

A leptospirose apresentou um comportamento endêmico no estado, com dois picos epidêmicos em 2012 e 2014, com a maior taxa de incidência no mês de janeiro. Em 2012, o Município de Guidoal se destacou em número absoluto de casos (10) (Brasil, 2017), onde o nível de água do Rio Xopotó subiu 15 metros, a alta precipitação pluviométrica resultou em enchentes, inundações e desmoronamentos (Pedrazzi, Parisi, Nereu & Rojas, 2012); nesse município as chuvas contribuíram para o aumento da ocorrência de casos da doença (Dutra *et al.*, 2015).

No ano de 2014, Coronel Fabriciano foi um município que se sobressaiu em número de casos absolutos (7), a maioria deles concentrada no mês de janeiro (Brasil, 2017), o que poderia ser justificado pelo alto volume de chuvas que ocorreu no município no final do mês de dezembro de 2013, uma vez que os sintomas da doença podem se manifestar em até 30 dias após o contato com o agente. Ainda em 2014, Belo Horizonte se destacou em número absoluto de casos ao longo dos meses; o município apresenta drenagem pluvial insuficiente, o que gera recorrentes episódios de inundações (Figueiredo, Mourão, Oliveira, Alves, Ooteman, Vhamone & Kour, 2001), que poderiam ter contribuído com a ocorrência da doença; além, obviamente, de possuir maior população. O Município de Belo Horizonte também se destacou em número de casos absolutos dentro da macrorregião central em todos os anos avaliados. Figueiredo *et al.* (2001), numa abordagem geográfica sobre a ocorrência da leptospirose em Belo Horizonte em 1995, verificaram que $50 \pm 14\%$ dos casos suspeitos e $42 \pm 14\%$ dos confirmados estavam em áreas com maior concentração de redes fluviais e $53,1 \pm 14\%$ das pessoas tiveram algum tipo de contato com água. A maior parte dos casos suspeitos ($83,3 \pm 10\%$) e confirmados ($79 \pm 11\%$) ocorreram em áreas de baixa altitude (750 a 1.000 m). Os autores ainda relataram que $95 \pm 6\%$ dos casos confirmados eram provenientes das periferias com infraestrutura sanitária inadequada e insuficiente serviço de coleta de lixo.

Em uma análise sobre a variabilidade da precipitação na distribuição dos casos de leptospirose em Minas Gerais de 1998 a 2012, Dutra *et al.* (2015) observaram que nos municípios com maior população a doença era endêmica com picos

epidêmicos, enquanto nos municípios com menor população a ocorrência se dava principalmente na forma de surtos. Os autores ainda verificaram que, além dos componentes sociais e ambientais, o clima seria o responsável pela expansão e retração da leptospirose e ainda influenciaria a intensidade da doença nos períodos com maior precipitação, influência essa também observada no presente estudo.

Dentro do estado, outra região que merece destaque em número de casos é a macrorregião Sul. Diferentemente do que ocorre na região central em que há uma cidade que se destacou em número de casos em todos os anos observados, na macrorregião sul, os casos se distribuíram em vários municípios, mas Itajubá (47), Pouso Alegre (30), Passos (23) e Jacutinga (15), entre 2007 e 2017, foram as cidades com maior número de casos notificados (Brasil, 2017). A maior taxa de incidência ocorre na estação chuvosa, e essa é a região com maior pluviosidade do estado.

Guimarães *et al.* (2014) avaliaram a relação entre a precipitação e o risco de leptospirose no Município do Rio de Janeiro de 2007 a 2012. Assim como no presente estudo, eles encontraram intensa associação entre a incidência da doença e a variação pluviométrica, mostrando que, com o aumento dos índices pluviométricos, o mesmo acontecia em relação ao número de casos confirmados de leptospirose. Da mesma forma, Souza, Aarão Junior e Costa (2010), no município de Belém do Pará, encontraram associação direta entre a incidência da doença e a pluviosidade, e que nos anos com os maiores volumes pluviométricos também ocorreu elevação do número de casos diagnosticados de leptospirose. Assim como esses autores verificaram que as ocorrências mensais aumentaram à medida que a pluviosidade aumentou devido à sazonalidade das chuvas, resultado idêntico foi obtido no presente estudo (Figuras 2 e 3).

Em um estudo climatogeográfico da leptospirose humana no Brasil, no Paraná e em Curitiba, Paula (2005) verificou que, no Brasil, de um modo generalizado, havia associação entre a incidência da doença e a variação pluviométrica. E que a metade e o final do verão e o início da primavera foram os períodos com as maiores taxas de incidência; a mesma situação foi observada neste estudo. Ressaltou ainda que a variação da incidência da doença não deve ser avaliada apenas considerando o regime pluviométrico, mas também fatores ambientais e sociais.

Outro importante aspecto que não deve ser ignorado, devido a sua relevância na cadeia epidemiológica, é a exposição a outros fatores de risco. Em Itaperuna/RJ, num estudo sobre variação sazonal e aspectos clínico-epidemiológicos da leptospirose humana, foi verificado que o principal fator de risco associado à doença foi o contato com água e lama de enchentes e que a doença nesse município, assim como neste estudo, apresentou caráter sazonal (Souza, Ferreira, Rezende, Arruda & Eça, 2014).

Em um estudo sobre um surto de leptospirose no Rio de Janeiro no verão em 1996, foi observado que as maiores taxas de incidência de leptospirose ocorreram nas regiões suscetíveis à inundação e nas áreas próximas a pontos de deposição de lixo, demonstrando a importância de fatores de risco ambientais para a ocorrência da enfermidade (Barcellos & Sabroza, 2001).

Outro fator que potencializa os efeitos das chuvas é o grau de urbanização das cidades, uma vez que o uso de asfalto e concreto reduz a capacidade absorviva do solo (Figueiredo *et al.*, 2001), dificulta a infiltração da água pluvial, contribuindo com o escoamento superficial, e desse modo chuvas intensas podem causar enchentes (Paula, 2005). Soma-se a esse fator o lixo; além de servir como fonte de alimento a roedores, hospedeiros principais da doença, o lixo, quando acondicionado de forma incorreta, torna-se uma barreira física, entupindo as galerias pluviais, contribuindo ainda mais para o agravamento das inundações (Figueiredo *et al.*, 2001).

Outra condição a ser considerada são as alterações ambientais resultantes de ações humanas, principalmente em áreas próximas a cursos de rio, que geram processos erosivos, alterando o fluxo de escoamento e o curso natural, contribuindo para o agravamento das inundações e expondo maior número de pessoas a esses eventos. Um detalhe importante é o relevo, que em

Minas tem ampla variação altimétrica, e nas áreas mais baixas há favorecimento à formação de coleções de água (Barcellos e Sabroza, 2001).

Não há sintomas patognômicos e existe maior sensibilização dos profissionais de saúde que associam fatores climáticos à ocorrência da leptospirose (Bharti, Nally, Ricaldi, Matthias, Diaz, Lovett, Levett, Gilman, Willig, Gotuzzo & Vinetz, 2003; Petrakovsky, Bianchi, Fisun, Patricia & Pereira, 2014). Aliado a isso ainda há o subdiagnóstico, consequentemente a subnotificação, que juntos prejudicam o controle da doença, a atuação do poder público e a aplicação de medidas preventivas (Branco, 1996; Ribeiro & Medeiros, 2009; Silva & Boing, 2010; Souza, Brant, Arsky & Araújo, 2007; Agampodi, Peacock, Thevanesam, Nugegoda, Thaipadungpaint, Craig, Burns, Boosilp, Senaratne, Kumara, Palihawadana, Perera & Vinetz, 2011; Felezemburg, Ribeiro, Costa, Reia, Hagan, Melendez, Fraga, Santana, Mohr, Santos, Silva, Santos, Ravines, Tassinari, Carvalho, Reis & Ko, 2014). É de suma importância o preenchimento completo da ficha do Sinan, para possibilitar obtenção de dados que reflitam a realidade e permitam a reidentificação do registro (Silva e Boing, 2010). Este estudo foi realizado a partir de dados secundários e pôde-se observar a quantidade de itens não preenchidos e ignorados, gerando perda de dados importantes e consequentemente prejudicando a realização de trabalhos que sirvam de subsídio para as políticas de saúde.

Todos esses estudos demonstraram a relação entre a precipitação e a ocorrência da doença. Essa característica permite prever desastres naturais e consequentemente atuar de forma preventiva em relação a enfermidades de veiculação hídrica, destinar recursos para áreas mais críticas e tornar o investimento e os gastos públicos mais eficientes. A alta incidência da leptospirose no estado demonstra a necessidade de reestruturação de políticas públicas de saúde e demonstra falhas na estrutura sanitária, na coleta de lixo e na rede de escoamento de águas pluviais.

As pesquisas sobre leptospirose humana em Minas Gerais são escassas. Há apenas um trabalho relatando a associação entre a precipitação pluviométrica e a ocorrência da leptospirose, com abordagem, período, objetivos e metodologias diferentes do presente estudo. Isso demonstra a necessidade da realização de mais pesquisas para melhor compreensão da cadeia epidemiológica da doença no Estado, principalmente dos fatores de risco, gerando dados que possam ser utilizados em programas de prevenção da doença.

4. Conclusão

O presente estudo demonstrou que no Estado de Minas Gerais a leptospirose é endêmica. Revelou ainda que a sazonalidade dos diagnósticos de leptospirose no Estado está fortemente associada à precipitação pluviométrica, compreendendo principalmente o período de outubro a março. Essa sazonalidade da doença permite a organização prévia dos órgãos públicos por meio da identificação de pontos críticos de alagamentos e enchentes e pela previsão pluviométrica, permitindo assim intervenções pontuais e efetivas na prevenção e redução da ocorrência da doença no Estado. É necessário elucidar o real papel da pluviosidade e o quanto ela influencia a ocorrência da doença em Minas Gerais.

Referências

- Agampodi, S. B., Peacock, S. J., Thevanesam, V., Nugegoda, D. B., Thaipadungpaint, J., Craig, S. B., Burns, M. A., Boosilp, S., Senaratne, T., Kumara, A., Palihawadana, P., Perera, S. & Vinetz, J. M. (2011). Leptospirosis outbreak in Sri Lanka in 2008: lessons for assessing the global burden of disease. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 85(4), 790.
- Aleixo, N. C. R. & Neto, J. L. S. (2010). Eventos pluviométricos extremos e saúde: perspectivas de interação pelos casos de leptospirose em ambiente urbano. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 6(11), 118-132.
- Ashford, D. A., Kaiser, R. M. & Spiegel, R. A. (2000). Asymptomatic infection and risk factors for leptospirosis in Nicaragua. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, (63), 249.
- Barcellos, C. & Sabroza, P. C. (2001). The place behind the case: Leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. *Caderno de Saúde Pública*, 17(3), 7-14.

- Bharti, A. R., Nally, J. E., Ricaldi, J. N., Mathias, M. A., Diaz, M. M., Lovett, M. A., Levett, P. N., Gilman, R. H.; Willin, M. R., Gotuzzo, E. & Vinetz, J. M. (2003). Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *The Lancet: Infectious Diseases*, 3(12), 757-771.
- Branco, M. A. F. (1996). Health information systems at the local level. *Cadernos de Saúde Pública*, 12(2), 267-270.
- Brasil. (2010). Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso*. 8ª ed.
- Brasil. (2010) Ministério da Saúde (MS). *Departamento de Informática do SUS*.
- Brasil. (2017). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Brasília, DF.
- Ceped. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. (2011). *Atlas brasileiro de desastres naturais, 1991 a 2010: volume Minas Gerais*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 95.
- Dutra, F. R. L. S. D., Valadão, R. C., Confalonieri, E. U., Muller, G. V. & Quadro, M. F. L. A. (2015). Influência da Variabilidade da Precipitação no Padrão de Distribuição dos Casos de Leptospirose em Minas Gerais no Período de 1998 a 2012. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde Hygeia*, 11(20), 106-126.
- Farias, A. Manual de leptospirose (1999). Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. (4a ed.).
- Felezemburgh, R. D. M., Ribeiro, G. S., Costa, F., Reia, R. B., Hagan, J. E., Melendez, A. X. T. O., Fraga, D., Santana, F. S., Mohr, S., Santos, B. L., Silva, A. Q., Santos, A. C., Ravines, R. R., Tassinari, W. S., Carvalho, M. S., Reis, M. G. & Ko, A. (2014). Prospective Study of Leptospirosis Transmission in an Urban Slum Community: Role of Poor Environment in Repeated Exposures to the Leptospira Agent. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 8(5), 2927.
- Figueiredo, C. M., Mourão, A. C., Oliveira, M. A. A., Alves, W. R., Ooteman, M. C., Chamone, C. B. & Kour, M. C. (2011). Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 34(4), 331-338.
- Galloway, R. L., Levett, P. N., Tumeh, J. W. & Flowers, C. R. (2009). Assessing cost effectiveness of empirical and prophylactic therapy for managing leptospirosis outbreaks. *Epidemiol Infect*, 137(9), 1323-1332.
- Guimarães, R. M., Cruz, O. G., Parreira, V. G., Mazoto, M. L., Vieira, J. D. & Asmus, C. I. R. F. (2014). Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. *Ciência e Saúde Coletiva*, 19(9), 3683-3692.
- Hartskeerl, R. A. (2005). International leptospirosis society: objectives and achievements. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 57(1), 7-10.
- Hartskeerl, R. A., Pereira, M. C. & Ellis, W. A. (2011). Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. *Clinical Microbiology and Infection*, 17(4), 494-501.
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. (2017).
- Langston, C. E. & Heuter, K. J. (2003). Leptospirosis: a re-emerging zoonotic disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 33, 791-807.
- Ko, A. I., Reis, M. G., Dourado, C. M. R., Johnson Junior, W. D. & Riley, L. W. (1999). Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. *The Lancet*, 354, 820-825.
- Maletta, C. H. M. (2014). *Epidemiologia e Saúde Pública*. 3 e. Coopmed, 322 p.
- Mandell, G. L., Bennett, J. E., Dolin, R. & Mandel, D. (2000). Principles and practice of infectious disease. 5º ed. Oxford: *Churchill Livingstone*, (2), 1534-3264.
- Paula, V. E. (2005). Leptospirose humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. In: *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*; Goiânia; 2301-2308.
- Pedrazzi, A. D. C., Parisi, G. N., Nereu, J. & Rojas, J. N. L. (2012). Setorização de áreas de risco geológico em Guidoal, Minas gerais. In: *Anais do 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental*; Rio de Janeiro, 1-10.
- Pelissari, D. M., Maia-elkhoury, A. N. S., Arsky, M. L. N. S. & Nunes, M. L. (2011). Revisão sistemática dos fatores associados à leptospirose no Brasil, 2000-2009. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 20(4), 565-574.
- Pellegrini, D. C. P. (2002). Análise espaço-temporal da leptospirose no município do Rio de Janeiro. FIOCRUZ.
- Petrakovsky, J., Bianchi, A., Fisun, H., Patricia, N-A & Pereira, M. M. (2014). Animal leptospirosis in Latin America and the Caribbean countries: reported outbreaks and literature review (2002-2014). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(10), 770-789.
- Rao, V. B., Franchito, S. H., Santo, C. M. E. & Gan, M. A. (2015). An update on the rainfall characteristics of Brazil: seasonal variations and trends in 1979-2011. *International Journal of Climatology*, 36, 291-302.
- Reboita, M., Rodrigues, M., Silva, L. & Alves, M. (2015). Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia*, 17, 2237-8642.
- Ribeiro, G. S. & Medeiros, M. (2009). Subdiagnóstico aumenta o risco. *Estado de São Paulo*.
- Rouquayrol, M. Z. & Gurgel, M. R. (2018). *Rouquayrol: epidemiologia e saúde*. (8a ed.), MedBook, 719 p.

- Sampaio, G. P., Wanderley, M. R., Casseb, G. B. & Negreiros, M. A. M. P. (2011). Descrição epidemiológica dos casos de leptospirose em hospital terciário de Rio Branco. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, 9(5), 338-342.
- Santos, L. B. L., Assis, M. C., Silva, A. E. P. & Angelis, C. F. (2012). Sobre risco, ameaça e vulnerabilidade à Leptospirose em situações pós-alagamentos, inundações e enxurradas: reconstruindo o episódio do Vale do Itajaí (2008-2009). *Anais do Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais*.
- Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. (2018). *Boletim Epidemiológico*, 3(49), 41.
- Sethi, S., Shrama, N., Kakkar, N., Taneja, J., Chatterjee, S. S., Banga, S. S. & Sharma, M. (2010). Increasing trends of leptospirosis in Northern India: a clinic-epidemiological study. *PLOS Neglected Tropical Disease*, 4(1), 1-7.
- Silva, F. L. P. & Boing, A. F. (2010). Subnotificação de casos confirmados de leptospirose no estado de Santa Catarina em 2007. http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/publi_cacoes/tcc/Subnotificacao_de_casos_confirmados_de_leptospirose.pdf.
- Silva, L. G. (2006). Leptospirose Canina. Especialização (Clínica médica e cirúrgica de pequenos animais), Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Souza, A. A. T., Ferreira, F. C., Rezende, H. D., Arruda, J. F. L. & Eça, P. M. S. (2014). Variação Sazonal e Aspectos clínico-epidemiológicos da Leptospirose Humana na Cidade de Itaperuna – RJ. *ACTA Biomédica*, 04(1).
- Souza, M. H. F., Aarão Junior, R. N. N. & Costa, A. C. L. (2010). Leptospirose humana: uma análise de sua manifestação no município de Belém/PA. In: *Anais 16º Congresso Brasileiro de Meteorologia*.
- Souza, V. M. M., Brant, J. L., Arsky, M. L. S. & Araújo, W. N. (2010). Avaliação do sistema nacional de vigilância epidemiológica da leptospirose -Brasil, 2007. *Cadernos de Saúde Coletiva*, 18(1), 95-105.
- Vasconcelos, C. H., Fonseca, F. R., Lise, M. L. Z. & Arsky, M. L. N. S. (2012). Fatores ambientais e socioeconômicos relacionados à distribuição de casos de leptospirose no Estado de Pernambuco, Brasil, 2001–2009. *Caderno de Saúde Coletiva*, 20(1), 49-56.
- Vasconcelos, M. P., Braga, C., Gouveia, G. C. & Souza, W. V. (2015). Romarias no município de Juazeiro do Norte, Ceará: perfil da demanda por atendimento de saúde e sazonalidade de intervenções. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 24(1), 39-48.