

A INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO NO PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DOS CASOS DE LEPTOSPIROSE EM MINAS GERAIS, NO PERÍODO DE 1998 - 2012

THE INFLUENCE OF RAINFALL VARIABILITY IN DEFAULT DISTRIBUTION OF CASES LEPTOSPIROSIS IN GENERAL MINAS GERAIS, THE PERIOD 1998 – 2012

Flávia Regina Lacerda Suassuna Dutra

Programa de Pós-Graduação em Geografia / UFMG
Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais / UFMG
frlacerda@yahoo.com.br

Roberto Célio Valadão

Universidade Federal de Minas Gerais / UFMG
Doutor em Geologia e Professor Associado do Instituto de Geociências / UFMG
valadao@ufmg.br

Ulisses Eugênio Confalonieri

Centro de Pesquisas René Rachou - Minas Gerais / FIOCRUZ
Doutor em Epidemiologia e Pesquisador Titular da FIOCRUZ
uconfalonieri@gmail.com

Gabriela Viviana Müller

Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción de CICYTTP/
CONICET
Doutora em Ciências Atmosféricas, Pesquisadora do CONICET, Professora da UNER - Argentina
gabrielamuller@cicyttp.org.ar

Mário Francisco Leal de Quadro

Instituto Federal de Santa Catarina / IFSC
Doutor em Meteorologia e Professor Titular do IFSC
mquadro@ifsc.edu.br

RESUMO

A leptospirose é endêmica e tem ampla distribuição no Brasil tornando-se epidêmica em períodos chuvosos, que ocasionam inundações em áreas de aglomeração populacional, sem infraestrutura de saneamento e com alta infestação de roedores, principalmente nas regiões metropolitanas. Considerando a crescente frequência dos episódios de inundações nos últimos anos no Brasil e em Minas Gerais, este estudo busca compreender as associações entre a variabilidade da precipitação e influência desta no padrão de distribuição espacial da leptospirose no Estado de Minas Gerais entre 1998 a 2012. A análise epidemiológica descritiva dos dados permitiu concluir que a doença nos municípios com grande população tem um caráter endêmico, embora sujeita a oscilações epidêmicas, enquanto que nos municípios com menor população a ocorrência predomina sob a forma de surtos epidêmicos, com grande concentração de casos em determinados anos com altas taxas de incidência. As sete maiores taxas de incidência anual da série ocorreram em municípios com menos de 85 mil habitantes. Inversamente, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), a mais populosa do Estado, os municípios de Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibirité, as taxas anuais de incidência não ultrapassam o valor de 3,2/100.000, com exceção do ano epidêmico de 2003, em Betim (8,6/100.000). A espacialização da doença no Estado mostrou uma distribuição sensível à variabilidade espaçotemporal. Além dos condicionantes sociais e ambientais, relacionados à doença, principalmente nas áreas urbanas,

Recebido em: 25/11/2014

Aceito para publicação em: 16/03/2015

acredita-se que esse fenômeno possua um componente climático que explique os momentos de expansão e retração da leptospirose, bem como, influencia notadamente sua intensidade nos períodos chuvosos.

Palavras chaves: leptospirose. variabilidade da precipitação. inundações.

ABSTRACT

Leptospirosis which is endemic and has wide distribution in Brazil becomes epidemic during rainy periods, followed by cause flooding in areas without sanitation infrastructure with high infestation of rodents, primarily in metropolitan areas. Considering the increasing frequency of episodes of flooding in recent years in Brazil and in Minas Gerais, this study seeks to understand the associations between rainfall variability and its influence of the spatial distribution pattern of leptospirosis in the state of Minas Gerais from 1998 to 2012. Descriptive epidemiological analysis of the data showed that municipalities with larger populations the disease has an endemic character though subject to epidemic oscillations, whereas in municipalities with smaller populations the occurrence predominates in the form of epidemic outbreaks with high concentration of cases certain years with high incidence rates. The seven highest annual incidence rates of the series occurred in municipalities with fewer than 85,000 inhabitants. Conversely, in the most populous metropolitan area in the state (RMBH), the cities of Belo Horizonte, Betim, and Ibirité municipalities, the annual incidence rates do not exceed the value of 3,2/100.000, with the exception of the epidemic year 2003 in Betim (8,6/100,000). The distribution of the disease in the state was a pattern sensitive to the spatio-temporal variability. In addition to social and environmental factors related to the presence of the disease, especially in urban areas constraints, it is believed that this phenomenon has a climate component to explain the moments of expansion and contraction of leptospirosis, as well as influence notably its potential (intensity), during the rainy season.

Key words: leptospirosis. variability of rainfall. flooding.

INTRODUÇÃO

Segundo estudos divulgados no 5º relatório do IPCC (2014), as alterações climáticas associadas ao aquecimento global trarão, nos próximos decênios, repercussões negativas na segurança dos ecossistemas e das espécies, nos cultivos e na segurança alimentar, na saúde pública e no suprimento de água. Os oceanos deverão registrar maior acidificação, as secas serão mais extremas, as inundações e ondas de calor ocorrerão com maior frequência, impactando os mais pobres e vulneráveis, afetando principalmente, a qualidade de vida nos grandes centros urbanos.

Em termos gerais, uma mudança nas condições atmosféricas pode ter três tipos de impactos na saúde da população: i) impactos diretos, causados por fenômenos meteorológicos extremos (altas temperaturas, tempestades, inundações); ii) consequências diretas à saúde, causadas por processos ambientais e/ou perturbação ecológica, resultantes das alterações climáticas (ex. proliferação de vetores; queda na produção de alimentos); iii) consequências indiretas para a saúde, a exemplo de traumas psicológicos, migrações, perdas econômicas (CONFALONIERI et al., 2007).

A vulnerabilidade da população depende de fatores como: densidade demográfica, desenvolvimento econômico, disponibilidade de alimento, distribuição de renda, condições ambientais locais, do estado prévio da saúde e, sobretudo, da qualidade, disponibilidade e a acessibilidade da população ao sistema de saúde pública. Grande parte dos estudos se refere às influências climáticas sobre a ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias e sua variação no tempo e no espaço. Há também registros de morbimortalidade devido a eventos climáticos extremos, especialmente associados a chuvas fortes seguidas ou não de inundações (CONFALONIERI e MARINHO, 2007; CONFALONIERI e DUTRA, 2014).

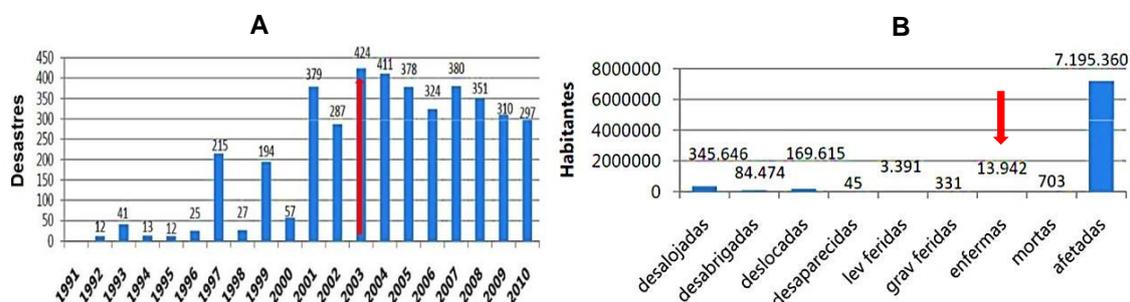
Na literatura especializada, as discussões acerca da relação entre a manifestação da leptospirose e a variabilidade da precipitação no território mineiro são ainda incipientes. Isso por si só, justifica a importância desse estudo, porém, acrescenta-se o fato das ocorrências de surtos da leptospirose quase sempre ocasionadas por desequilíbrios ou catástrofes naturais, se associarem, nos últimos 20 anos, à maior frequência e intensidade dos fenômenos climáticos, IPCC (2014). Essa conjunção de fatores tem acarretado sérias consequências aos países pobres, causando vulnerabilidade às populações e, evidentemente, sobre a saúde dessas. Tais situações quando muito recorrentes, podem limitar e até perturbar o progresso de um país ou de uma dada região, quanto ao seu desenvolvimento social e econômico.

No caso específico deste trabalho o interesse está voltado para a identificação das variáveis climáticas que regulam a variabilidade espaçotemporal da precipitação, no período chuvoso, e que, possivelmente, são responsáveis pelo excedente de precipitação que ocasiona os eventos de inundação que favorecem o aumento da leptospirose em Minas Gerais e na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Especificamente os objetivos foram: i) espacializar e analisar a sazonalidade da leptospirose em Minas Gerais; ii) identificar as mesorregiões e municípios que apresentaram maior concentração de casos registrados, mediante análise das áreas endêmicas e das situações de surtos epidêmicos; iii) compreender o comportamento em escala estadual e metropolitana, segundo a dinâmica das variações espaçotemporais da leptospirose no período de 1998 a 2012.

Leptospirose: Caracterização, Proliferação e Condicionantes Ambientais

O estado de Minas Gerais no período 1991-2010 registrou 4.137 eventos naturais adversos, com um notório aumento a partir de 2001 e máximo registro verificado em 2003 (Figura 1A). Os danos causados por esses eventos naturais afetaram mais de 7 milhões de mineiros, que representa 36,7% do total de habitantes no estado (IBGE, 2010). Dentre estes habitantes, 13.942 desenvolveram enfermidades decorrentes dos desastres (Figura 1B). Os eventos mais frequentes foram às inundações bruscas (525 mortes), as estiagens e secas (75), as inundações graduais (59), os movimentos de massa (34), os vendavais e/ou ciclones (5) e os tornados (5), totalizando 703 vítimas fatais. Esses dados constituem um diagnóstico seguro acerca da relevância do clima como um dos condicionantes inerentes à produção de algumas doenças infecciosas, tais como a malária, a dengue, a peste bubônica, a cólera, as arboviroses e, também, a leptospirose.

Figura 1 - Quantificação dos desastres naturais adversos e dos danos humanos decorrentes, registrados em Minas Gerais no período de 1991 a 2010



Legenda: **A**= Distribuição quantitativa e temporal dos registros de desastres naturais em Minas Gerais; observe o considerável crescimento dos desastres a partir de 2001. **B**= Tipos de danos causados aos habitantes no território mineiro, decorrentes dos desastres naturais; destaca-se, o número de habitantes que adquiriu enfermidades diversas, cuja causa deflagradora principal se vincula aos desastres.
Fonte: CEPED (2011).

A leptospirose é uma doença infecciosa febril, aguda e potencialmente grave, causada pela bactéria *Leptospira Interrogans*. A leptospirose é primariamente uma zoonose que acomete os roedores e outros mamíferos silvestres que podem se tornar portadores assintomáticos e eliminar a leptospira pela urina. O rato de esgoto *Rattus Novergicus* é o principal responsável pela infecção humana, em razão de existir em grande número e em proximidade com seres humanos. A bactéria se multiplica nos rins desses animais sem causar danos, sendo eliminada pela urina, podendo sobreviver no solo úmido ou na água com pH neutro ou alcalino.

A infecção humana ocorre por meio da penetração dessa bactéria através da pele ou mucosa em contato com a urina, sangue, tecidos ou órgãos de animais infectados; há casos de contaminação por meio do contato indireto com a água, solo ou mesmo a vegetação contaminada pela urina. Os seres humanos são considerados hospedeiros acidentais dentro do ciclo de transmissão (MANDELL ET AL., 2000; LEVETT, 2001; KOBAYASHI, 2001; HUTTNER et al., 2002).

O período de incubação da leptospirose pode variar de 1 a 30 dias (média de 7-14 dias). A doença pode se apresentar nas formas subclínicas ou graves com alta taxa de letalidade e, na maioria dos casos, os sintomas se iniciam abruptamente com febre, mal-estar geral e cefaleia, por vezes é rotulada como síndrome gripal. A forma anictérica é a infecção mais grave e, ocorre entre 60-70% dos casos, podendo evoluir para uma doença grave, com disfunção renal, fenômenos hemorrágicos, alterações cardíacas e pulmonares, estando associadas a taxas de letalidade que variam de 5 a 20% (LEVETT, 2001).

A leptospirose apresenta distribuição universal e, no Brasil, é uma doença endêmica de notificação compulsória desde 1993. Entre 2000-2010 ocorreram 146.803 casos, sendo 37.824 confirmados, com média anual de 3.438 casos. Os óbitos totalizaram 4.029 e a letalidade média foi de 10,7%, variando de 12,6% (2004) a 8,7% (2009). A taxa de incidência no país foi de 1,8/100 mil habitantes. Nesse período, os casos se concentraram nos Estados do Sudeste e Sul, que representaram 69,1% do total do País, seguidos pelo Nordeste (20,4%), Norte (9,0%) e Centro-Oeste (1,5%) (BRASIL, 2012).

As ocorrências dos surtos se vinculam às inundações em áreas com altas densidades de roedores sinantrópicos e, em geral, verificam-se surtos em áreas urbanas com saneamento e sistema de drenagem deficientes (Ko et al., 1999; Ashford et al., 2000; Mandell et al., 2000). Pelissari et al., (2011) realizaram um levantamento dos estudos científicos com abordagens sobre os fatores associados à leptospirose no Brasil, e concluíram que essa doença em área urbana (entre 2000 a 2009), esteve relacionada aos baixos níveis socioeconômicos e que o aumento da precipitação precede surtos epidêmicos. Os resultados se mostraram de acordo com os estudos de MENDONÇA e PAULA (2003) e MAGALHÃES et al., (2009).

Dentre os trabalhos mais relevantes para o Estado mineiro, destaca-se investigação desenvolvida por Figueiredo e colaboradores (Figueiredo et al., 2001), os quais concluíram que em Belo Horizonte, as cotas altimétricas mais baixas (750 a 1000m) influenciam no padrão de transmissão da doença. Essa variável explicou um total de 83,3 e 79% entre os casos suspeitos e confirmados de leptospirose, respectivamente, com desvios de ± 10 e 11%, respectivamente.

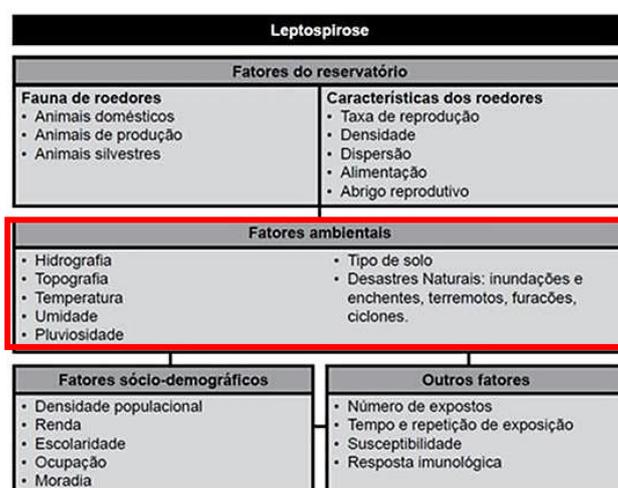
A geografia médica corrobora na busca dos elementos que auxiliem no entendimento da espacialidade de uma dada enfermidade, o que inclui as investigações que se dedicam à compreensão das retroalimentações que se verificam entre clima, saúde e ambientes de risco favoráveis à manifestação e ocorrência de casos de leptospirose, de acordo com Paula (2002; 2005). Essa perspectiva assinala o papel fundamental exercido pelos fatores envolvidos na cadeia produtiva da doença. Oliveira (2009) propôs um modelo produtivo da leptospirose que incorpora múltiplos fatores causais dessa enfermidade que, comumente, envolvem a população vulnerável à doença (Figura 2).

Nos grandes centros urbanos brasileiros o aumento da pluviosidade, combinado ao deficitário sistema de drenagem e limpeza urbana, observados também em Minas Gerais, favorecem a ocorrência das inundações que atingem principalmente os aglomerados urbanos de baixa renda, localizados em áreas de encostas e baixadas com topografia desfavorável (Nobre et al., 2010). Durante os eventos de inundação a população é altamente exposta às variáveis

ambientais e aos riscos de se contrair doenças relacionadas com a água contaminada, dentre elas a leptospirose.

A precariedade de serviços básicos nesses ambientes e a grande infestação de ratos torna a leptospirose um grave problema de saúde pública, com vários determinantes inseridos num mesmo espaço geográfico que acabam por condicionar a maior ou menor intensidade da doença. A chuva nesse caso desempenha a função disseminadora da *leptospira* no ambiente, o que amplia consideravelmente as dimensões da contaminação (TALARICO, 2013).

Figura 2 - Modelo produtivo da leptospirose



Fonte: Oliveira (2009).

Caracterização da Área de Estudo

O clima de Minas Gerais é marcado pelo verão chuvoso e quente e inverno seco e ameno. No inverno predomina a atuação das frentes polares e do anticiclone subtropical do Atlântico Sul (ASAS). No verão ocorrem chuvas persistentes da associação entre os sistemas convectivos tropicais da Amazônia e as FF que se estacionam no Centro-Oeste e Sudeste do país, associação essa denominada de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A influência da ZCAS dura, em média, de 4 a 7 dias e chega a provocar grandes prejuízos à população, o que, por vezes, acarreta inundações nos centros urbanos (ABREU, 1998).

Em Minas Gerais a climatologia da precipitação anual apresenta múltiplas particularidades em razão, sobretudo, do efeito devido à continentalidade e das marcantes diferenciações espaciais de suas organizações fisiográfica e altimétrica. Esses fatores, ao se interagirem com os sistemas sinóticos atuantes, conferem ao território mineiro uma complexa variabilidade pluviométrica em que se destaca: i) em média, os maiores totais de precipitação (1650 mm) ocorrem no sul do Estado, os quais gradativamente registram redução em direção ao norte, onde se observam os menores valores anuais (650 mm); ii) os meses de nov-dez-jan são considerados os mais chuvosos do ano em grande parte do Estado.

O relevo apresenta grande diversidade, principalmente nos quadros morfológicos, em resposta ao complexo mosaico de eventos geológicogeomorfológicos desencadeados desde o Proterozoico. Destaca-se, nesse contexto, o soerguimento mesocenoico de extensos planaltos e cristas que, hoje, espacialmente intercalados a largos corredores altimetricamente

deprimidos (as depressões), acabam por interferir nas condições de precipitação pluviométrica e, mais ainda, na espacialidade e vazão do escoamento da água ao longo da rede hidrográfica que drena o Estado.

A rede hidrográfica inclui as cabeceiras dos principais rios, localizadas nas mesorregiões Sul/Sudoeste de Minas, notadamente os rios; Doce, Grande, Paranaíba, Paraíba do Sul e São Francisco, cujos divisores de bacias são estabelecidos pelas serras do Espinhaço e da Mantiqueira. Em direção ao Atlântico, no setor centro-leste do Estado, estão as bacias do Rio Pardo, Jequitinhonha, Mucuri, Doce e Paraíba do Sul (CUPULILLO, 2008).

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de Dados e Construção do Banco de Dados

A série histórica dos casos mensais de leptospirose em Minas Gerais compreende o período de 1998 a 2012, obtidos através do DATA-SUS (Ministério da Saúde do Governo Federal). Uma vez obtida a série, os dados foram tratados e foi realizada a espacialização dos mesmos, a fim de compreender a variabilidade espaçotemporal dos casos de leptospirose e, identificar as localidades com as maiores frequências da doença. Essa análise foi elaborada a partir de mapas confeccionados com o software Arc-Gis 9.3, mediante utilização de base cartográfica do IBGE (2010).

A identificação do comportamento sazonal da doença foi observada através da distribuição de frequência e do cálculo das medidas de dispersão dos casos de leptospirose. O cálculo da taxa de incidência anual da doença, em escala estadual, evidenciou os aspectos epidemiológicos mais relevantes ao longo da série.

A análise climatológica da precipitação mensal acumulada foi feita a partir do conjunto de dados do CPC (*Climate Prediction Center*) da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) (Xie et al., 2010). Esse conjunto é resultado da análise de dados globais de precipitação reportados diariamente por aproximadamente 30.000 estações meteorológicas através do sistema Global Telecommunication System (GTS), além de outras fontes de dados disponíveis, produzidos para uma resolução espacial de 0.5° de latitude/longitude, a partir do método de interpolação ótima e controle de qualidade. As anomalias mensais foram calculadas pela diferença entre o valor observado (série do CPC) em relação à própria climatologia de 30 anos (1983-2012).

Quadro et al., (2013) e Silva et al., (2011) utilizaram esse conjunto de dados, conjuntamente com dados observados e produtos de reanálises (Saha et al., 2010) e, encontraram correlações significativas entre estes conjuntos de dados para representar o comportamento climatológico da precipitação sobre a América do Sul.

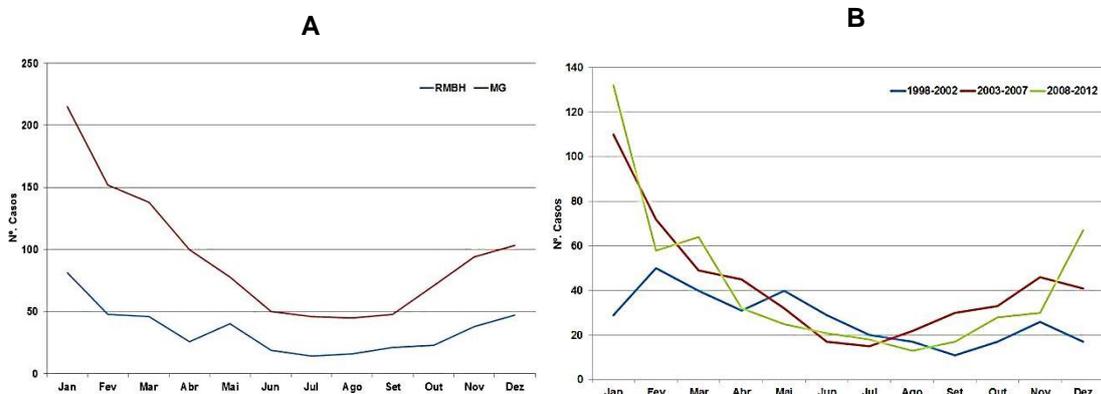
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Evolução Temporal e Quantitativa dos Casos de Leptospirose

Foram selecionados dados de leptospirose, buscando a maior série histórica contínua, com o intuito de se efetivar uma interpretação climatológica do comportamento da doença, com vistas a verificar sua relação e possíveis padrões de sua distribuição espaçotemporal com a climatologia regional/local. A seleção resultou em 15 anos de dados mensais de casos confirmados da doença, notificação feita a partir da manifestação dos primeiros sintomas do indivíduo contaminado.

A distribuição da doença, em função do número absoluto de casos, ao longo dos meses, mostrou que os maiores totais da doença ocorreram nos períodos chuvosos no primeiro e no último trimestre do ano: jan-fev-mar e out-nov-dez, respectivamente (Figura 3A). Nos demais meses, os casos que ocorreram não apresentam relação direta com a precipitação, pois se concentram no período seco, com exceção dos meses de transição entre a estação chuvosa para a seca que ocorre em abril e da estação seca para a chuvosa, que ocorre em setembro. Tendo em vista esse aspecto o trabalho concentrou suas análises em função dos dois trimestres chuvosos, notadamente para as situações em que os totais mensais foram igual ou superior a 4 casos/mês.

Figura 3 - Quantificação dos casos de leptospirose no Estado de Minas Gerais e na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH)



Legenda: **A**= Total mensal de casos no período de 1998-2012. **B**= Totais mensais dos casos de leptospirose a cada cinco anos, no período de 1998 – 2012.

A série temporal dos dados também foi analisada em períodos de cada cinco anos (quinquênio) para observar o comportamento da doença ao longo do tempo. Foi observado que os casos de leptospirose em Minas Gerais vêm crescendo ao longo dos últimos 15 anos. É importante ressaltar que este comportamento de tendência crescente, foi verificado justamente nos dois trimestres chuvosos do ano (jan-fev-mar e out-nov-dez), diferentemente do período seco, em que se constatou uma queda no segundo e terceiro quinquênio da série, no período de 2003-2007 e de 2008-2012, respectivamente (Figura 3B). Esse fato é aqui interpretado como um indicativo de que esse aumento no número de casos de leptospirose apresenta uma possível correlação com os eventos de precipitação extrema, os quais se revelam mais frequentes nos últimos 10 anos (CEPED, 2011).

Dinâmica da Distribuição Espaçotemporal dos Casos de Leptospirose

Foram considerados alguns critérios na realização da análise espacial, principalmente no que se refere aos termos utilizados para caracterizar o fenômeno. Os termos, *expansão e retração*, espaciais foram utilizados sempre que se verificou aumento e diminuição, respectivamente, no número de municípios com registros da doença, num dado ano em relação ao ano anterior, exceto em 1998, ano inicial da análise. Com relação à intensidade do fenômeno foi considerado *aumento/diminuição* quando o número de casos da doença variou, respectivamente, em um dado ano em relação ao ano anterior (exceto 1998). As conclusões mais relevantes advindas dessa análise foram:

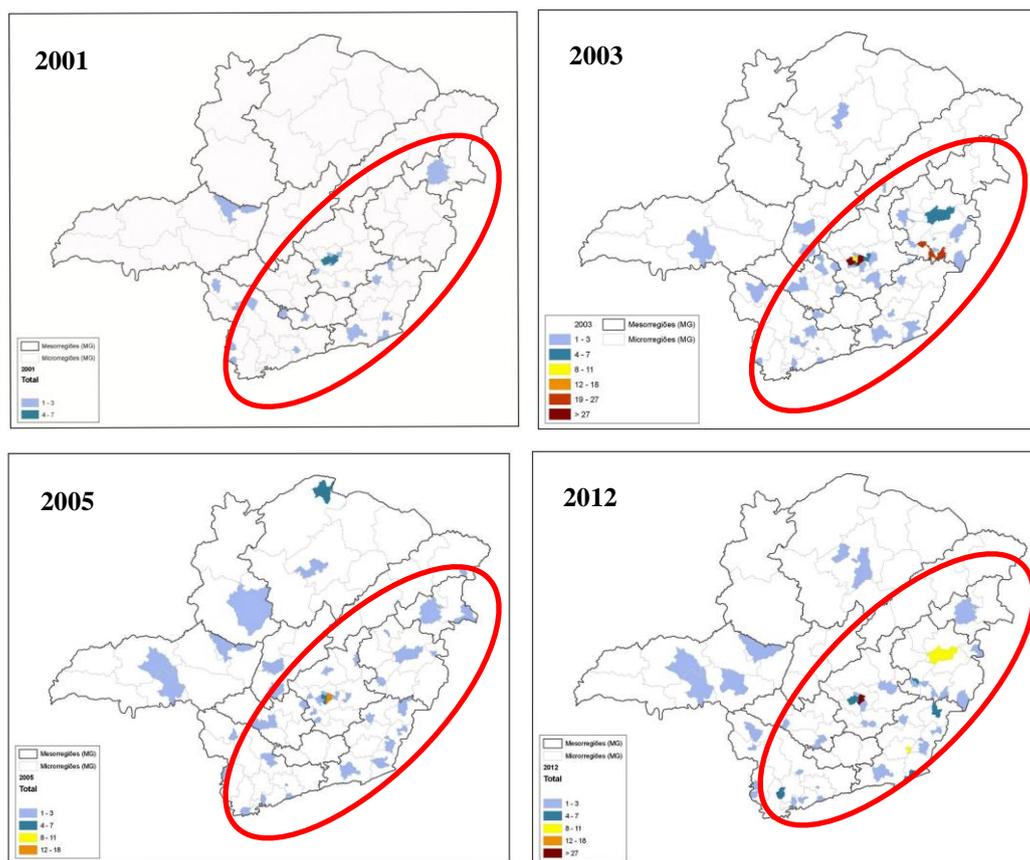
- (i) Os anos de 2000, 2003, 2007, 2009 e 2011 apresentaram comportamento semelhante quanto à espacialização. Foi verificado aumento no número de municípios com registros da doença nestes anos, em relação ao ano anterior, ou seja, houve *expansão espacial*. Quanto à intensidade do fenômeno, foi verificado aumento no número de casos da doença nestes anos, em relação ao ano anterior, com destaque para o ano de 2003, que apresentou o maior número de notificações de casos/ano da série em todo Estado (n=168 casos).
- (ii) Os anos de 1998, 2001 e 2008 mostraram que houve *retração espacial*, acompanhada pela diminuição da intensidade do fenômeno.
- (iii) Em 2002, 2006 e 2012 foi observada *retração espacial*, acompanhada pelo aumento da intensidade do fenômeno, com destaque para o ano de 2002, que registrou o menor número de municípios com a doença (24). Em contrapartida, destacou-se o ano de 2012, que apresentou *retração espacial* com intensificação significativa, a ponto de se constituir o segundo maior valor no total de notificações de casos/ano (n=123).

(iv) Os anos de 1999, 2005 e 2010 apresentaram em comum o fato da expansão espacial se manter constante em relação ao ano anterior. Entretanto, nos anos de 1999 e 2005, foi registrado aumento de intensidade, observada pelo total de casos/ano. Em 1999 em Belo Horizonte, foi registrado o maior número de casos de leptospirose (n=41). Em 2010 houve diminuição de intensidade.

(v) Em 2004 foi observado aumento de expansão espacial com diminuição da intensidade do fenômeno.

É relevante comentar que o fenômeno em todos os anos da análise espacial, mostrou área de atuação predominantemente no sentido NE-SW (Figura 4, área destacada em vermelho), ou seja, nessa área ocorreram as maiores frequências da doença ao longo dos anos, das mesorregiões, dos municípios e também, em termos do número de casos.

Figura 4 – Distribuição espaçotemporal dos casos de leptospirose em Minas Gerais, nos anos de 2001, 2003, 2005 e 2011. O número absoluto de casos foi representado em intervalos de classe



Fonte: Os mapas foram confeccionados pela autora, a partir dos totais anuais dos casos de leptospirose disponibilizados pelo DATA-SUS.

Tendo em vista a significância dessas conclusões, foi efetivada uma segunda etapa, que consistiu no tratamento dos dados referentes às mesorregiões do estado de Minas Gerais e aos municípios em que os casos de leptospirose mostraram-se quantitativamente mais

significativos. Destacou-se, nessa análise, principalmente o que diz respeito à frequência no tempo e ao total de casos da doença. Foram selecionados os municípios que apresentaram total anual de casos da doença igual e superior a 4 casos/ano, sendo desconsiderados os totais inferiores. Com base nesse critério foi obtido o total de 24 municípios distribuídos em cinco mesorregiões mineiras, conforme apresentado na Tabela 1.

Foi registrado na RMBH, o maior total de casos de leptospirose (n=464) ao longo da série, com significativas contribuições, neste total, dos municípios de Belo Horizonte (267 casos), seguido de Betim e Contagem com 85 e 67 casos, respectivamente (Tabela 1). É importante salientar que, exceto a cidade de Rio Vermelho, os cinco municípios restantes se apresentaram como endêmicos, ou seja, foram verificados nestes municípios, registros contínuos da doença ao longo da série temporal.

É importante ressaltar também que na RMBH foram observadas as maiores frequências quanto ao número de anos e também quanto ao número de casos. Os casos de leptospirose mais significativos na RMBH ocorreram nos anos de 1999, 2000, 2003, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012, com destaque para os anos de 1999 (50 casos), 2003 (83) e 2012 (41).

Tabela 1 - Minas Gerais: total dos casos de leptospirose, segundo mesorregiões e seus municípios. Entre parêntesis, número de casos registrados de 1998 – 2012

MESORREGIÃO	MUNICÍPIOS (Nº. Casos)	TOTAL DE CASOS	ANOS DOS MÁXIMOS TOTAIS
RMBH	BELO HORIZONTE (267), BETIM (85), CONTAGEM (67), IBIRITÉ (26), RIO VERMELHO (5), SABARÁ (14)	464	1999, 2000, 2003, 2005, 2009, 2010, 2011, 2012
ZONA DA MATA	ALÉM PARAÍBA (11), CATAGUASES (10), JUIZ DE FORA (30), GUIDOVAL (10), LEOPOLDINA (9), MURIAÉ (15), MANHUAÇÚ (10), V. DO RIO BRANCO (7)	102	2009, 2010, 2012
SUL/SUDOESTE DE MINAS	ITAMONTE (5), ITAJUBÁ (17), PASSOS (15), POUSO ALEGRE (28), PONTE NOVA (18)	83	2000, 2009, 2012
VALE DO RIO DOCE	CARATINGA (30), IPATINGA (17), G. VALADARES (22), TIMÓTEO (8)	77	2003, 2004, 2012
NORTE DE MINAS	MANGA (6)	5	2005

Fonte: A tabela foi confeccionada pela autora, a partir dos dados mensais de leptospirose disponibilizados pelo DATA-SUS.

A Zona da Mata ocupou o segundo lugar em concentração no total de casos da doença (102), com significativas contribuições dos municípios de Além Paraíba, Juiz de Fora e Muriaé, que responderam por mais de 50% do valor total de casos dessa mesorregião (Tabela 1). Além disso, essa mesorregião apresentou o maior número de municípios (8) com notificações da doença e, em apenas dois deles (Guidoval e Visconde do Rio Branco) a doença não é endêmica. Os maiores valores absolutos de casos ocorreram nos anos de 2009, 2010, 2012, com destaque para o ano de 2012 (23 casos) que apresentou o maior total no período estudado.

No Sul/Sudoeste mineiro foi observado um total de 83 casos, representando o terceiro lugar entre as mesorregiões com o maior número de casos de leptospirose, distribuídos em cinco municípios, dos quais Itajubá, Pouso Alegre, Ponte Nova, apresentaram os maiores totais. Apenas em Itamonte, a leptospirose não é endêmica. Os casos de leptospirose mais significativos ocorreram nos anos de 2000 (10 casos), 2009 (11 casos) e 2012 (12 casos), com destaque para 2012 que apresentou o maior total de casos, embora não tenha havido diferença significativa no número de casos absolutos entre esses anos (Tabela 1).

Na mesorregião do Vale do Rio Doce foi observado um total de 77 casos, que representa o quarto lugar entre as mesorregiões com o maior número de casos. Os municípios que melhor contribuíram para esse total foram: Caratinga e Governador Valadares (Tabela 2). Foi observado que apenas em Caratinga, a leptospirose não é endêmica. Os casos mais significativos ocorreram nos anos 2003 (23 casos), 2004 (7 casos) e 2012 (14 casos).

O Norte de Minas Gerais registrou total de 5 casos em 2005 no município de Manga, o que permite concluir que este município não é endêmico.

A análise epidemiológica dos dados de leptospirose humana, observados nos municípios mineiros (Tabela 2), evidencia os seguintes aspectos:

- (i) Em termos de distribuição geográfica no território estadual, a doença é esparsa e heterogênea. Somente 24 dos 853 municípios do Estado apresentaram casos significativos no período. O registro de surtos epidêmicos é frequente: ocorrência de vários casos em um período relativamente curto, após anos de incidência zero. Isto mostra bem o caráter local da infecção, que depende de um conjunto de determinantes socioambientais de natureza local.
- (ii) As taxas anuais de incidência elevada foram observadas em alguns municípios pequenos (ex.: Guidoal=139/100.000) refletindo o caráter epidêmico da ocorrência. Outros registros significativos ocorreram nos municípios do Rio Vermelho (33/100.000), Itamonte (28/100.000) e Caratinga (27/100.000). É notório um aumento epidêmico na RMBH (precisamente nos municípios de Belo Horizonte, Betim e Contagem), no ano de 2003, tanto em relação aos outros anos da série, como em relação ao que ocorreu em outras regiões do Estado de Minas Gerais.
- (iii) Foi observada uma menor frequência relativa entre 1998 a 2012, nas mesorregiões mais secas do Estado (Norte, Noroeste, Vale do Jequitinhonha e Central). Na série estudada (15 anos), o número de anos sem ocorrência de casos, nestas mesorregiões, varia de três (mesorregião Norte) a seis (Vale do Jequitinhonha), sete (Central) e nove (Noroeste), fora da região seca do Estado e, Campo das Vertentes também mostrou baixa ocorrência.
- (iv) Foi observado na série o "efeito de população", na determinação do caráter endêmico da leptospirose, representado pelo número de anos em que ocorreram casos da doença, em cada município. As maiores frequências de ocorrência (13 ou mais anos da série) ocorreram em municípios com 400.000 ou mais habitantes (Tabela 2 e Figura 5). Com exceção do município de Ponte Nova (com cerca de 58 mil habitantes), os municípios que apresentaram oito ou mais anos da série com casos da doença tinham mais de cem mil habitantes. Isto reforça o conceito de que as grandes aglomerações urbanas, com seus bairros deficientes em renda, habitação e saneamento, concentram os mais importantes fatores de risco para a ocorrência deste agravo.

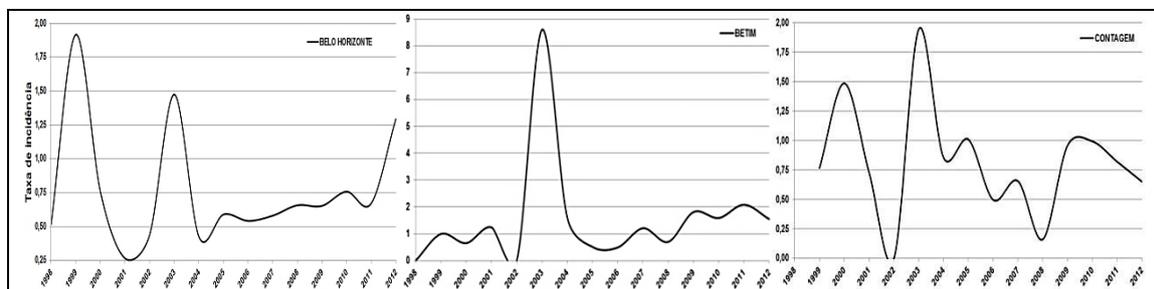
É importante salientar que nesse estudo, não se procedeu à diferenciação entre ocorrência de casos em zonas estritamente urbanas e zonas rurais. Há uma diferença no conjunto de determinantes associados a esta infecção, nestes dois tipos de ambientes (Pelissari et al., 2011). Nas zonas rurais, há forte associação da ocorrência de casos com a existência de lavoura irrigada, especialmente de arroz.

Tabela 2 - Minas Gerais: população total, número de registro de casos ocorridos, taxa de incidência e percentual dos casos de leptospirose no período de 1998 – 2012

Ano	População	Casos confirmados	Tx. de Incidência	% Anual do Total de Casos em 15 anos
1998	17690810	56	0,32	4,04
1999	17922580	90	0,50	6,49
2000	17891494	95	0,53	6,85
2001	18127096	41	0,23	2,96
2002	18343517	88	0,48	6,34
2003	18553312	168	0,91	12,11
2004	18993720	87	0,46	6,27
2005	19237450	92	0,48	6,63
2006	19479356	76	0,39	5,48
2007	19273533	89	0,46	6,42
2008	19850072	65	0,33	4,69
2009	20033665	108	0,54	7,79
2010	19595309	99	0,51	7,14
2011	19728701	110	0,56	7,93
2012	19855332	123	0,62	8,87
Total		1387		100

Fonte: A tabela foi confeccionada pela autora, a partir dos dados populacionais e de leptospirose de Minas Gerais, disponibilizados pelo IBGE e DATA-SUS, respectivamente.

Figura 5 - Taxa de incidência de leptospirose em Belo Horizonte, Betim e Contagem na RMBH, no período de 1998 – 2012.



A análise estatística dos casos de leptospirose ao longo dos 15 anos mostrou, para um total de 1357 casos da doença registrados no Estado, com média histórica de 92,5 casos/ano, Desvio Médio (DM) e Desvio Padrão (DP) de 151.7 e 28.7, respectivamente (Tabela 3), indicando alta variabilidade entre os dados. Os anos que apresentaram totais acima da média histórica anual (92,5) foram: 2000 (95), 2003 (168), 2009 (108), 2010 (99), 2011 (110) e 2012 (123), com os respectivos totais de casos representados entre parênteses. Esses seis anos explicaram 40% do total de casos da série estudada.

É relevante comentar que o ano que apresentou o maior total de casos/ano, ao longo da série foi 2003. Em 60% da série foram observados valores próximos ou abaixo da média histórica anual, com os anos de 1999 (90), 2005 (92) e 2007 (89) apresentando totais de casos da doença com valores ligeiramente abaixo da média. Nos últimos três anos da série observou-se um crescimento gradual no número total de casos da doença registrados no Estado (Figura 3 e Tabela 3).

Tabela 3 – Frequência dos casos de leptospirose em Minas Gerais, no período de 1998 – 2012

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1998	3	11	9	7	1	2	6	3	1	4	9	---	56
1999	3	8	9	7	31	12	4	3	2	4	5	2	90
2000	13	18	15	8	3	7	4	5	3	4	6	9	95
2001	2	7	4	6	2	2	3	3	3	4	4	1	41
2002	8	9	6	6	1	---	2	3	1	6	2	44	88
2003	42	24	8	7	6	4	7	4	19	17	22	8	168
2004	28	11	9	10	3	3	2	2	1	6	5	7	87
2005	16	7	13	15	8	2	1	8	4	2	6	10	92
2006	11	7	9	7	6	3	2	2	5	3	10	11	76
2007	13	23	10	6	9	5	3	6	1	5	3	5	89
2008	14	15	7	5	2	2	2	1	1	5	3	8	65
2009	23	17	16	6	5	7	2	1	2	5	3	21	108
2010	24	8	6	6	4	4	6	7	1	8	9	16	99
2011	26	9	26	8	6	2	4	3	5	8	6	7	110
2012	45	9	9	7	8	6	4	1	8	2	9	15	123
Total	271	183	156	111	95	61	52	52	57	83	102	164	1387
Média Histórica	18,1	12,2	10,4	7,4	6,3	4,4	3,5	3,5	3,8	5,5	6,8	11,7	92,5
Desvio Médio	32	20,2	17,9	12,3	12,8	7,6	5,8	5,9	7,8	9,9	12,3	21,9	151,7
Variância	163,7	31,4	27,3	5,4	49,7	8,4	2,9	4,4	20,4	12,4	22,6	106,8	820,5
Desvio Padrão	12,8	5,6	5,2	2,3	7,1	2,9	1,7	2,1	4,5	3,5	4,7	10,3	28,6

Precipitação Mensal

A representação histórica espacial da precipitação pluviométrica em Minas Gerais ainda é bastante inconsistente, devido principalmente à descontinuidade na série climatológica, bem como, a restrita rede de superfície de coleta destes dados, o que vem a comprometer as análises climatológicas da precipitação, dentre outras variáveis. Entretanto, o uso de dados de *reanalyses* tem possibilitado suprir esta lacuna com uma boa representação da realidade. Esse estudo fez uso desses dados e, levando em conta o ineditismo desta aplicação no Estado mineiro, optou-se por validar esta coleção de dados (CPC), para o município de Belo Horizonte, com os resultados apresentados a seguir.

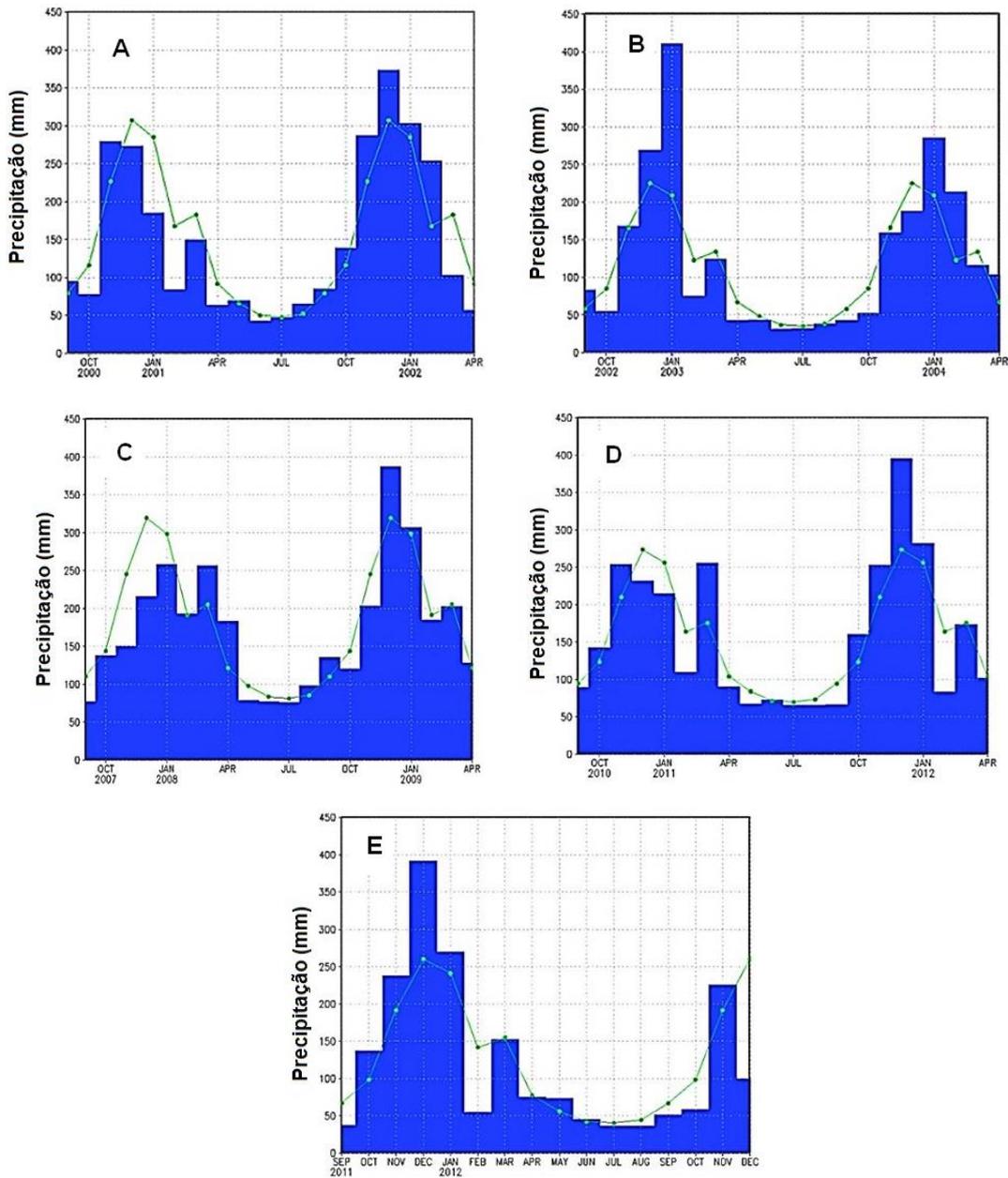
Variação da Precipitação em Belo Horizonte

A Figura 6 mostra o comportamento da precipitação média diária observada do INMET em função da série climatológica (CPC) para a cidade de Belo Horizonte durante o Período Chuvoso – PC de 2000 a 2012. De um modo geral, para o período verificado, os conjuntos de dados apresentam variações semelhantes, o que nos permite admitir que o conjunto de dados de precipitação do CPC é consistente, pois apresenta uma boa aproximação dos valores reais da precipitação (INMET).

Os períodos mais significativos quanto à distribuição da precipitação coincidem com os picos de surtos da doença em Belo Horizonte: 2002 (dez), 2003 (jan, fev, out, nov); 2009 (jan, fev, mar, dez); 2010 (jan, out, nov, dez); 2011 (jan, mar, out); 2012 (jan, nov, dez), selecionados em função das análises estatísticas (Tabela 3). É plausível considerar que este comportamento seja representativo para a grande maioria dos casos da doença que se concentram na cidade de Belo Horizonte e na RMBH, no que diz respeito à viabilidade e representatividade dos dados do CPC para esta mesorregião e as demais do Estado, em termos de validação dos mesmos.

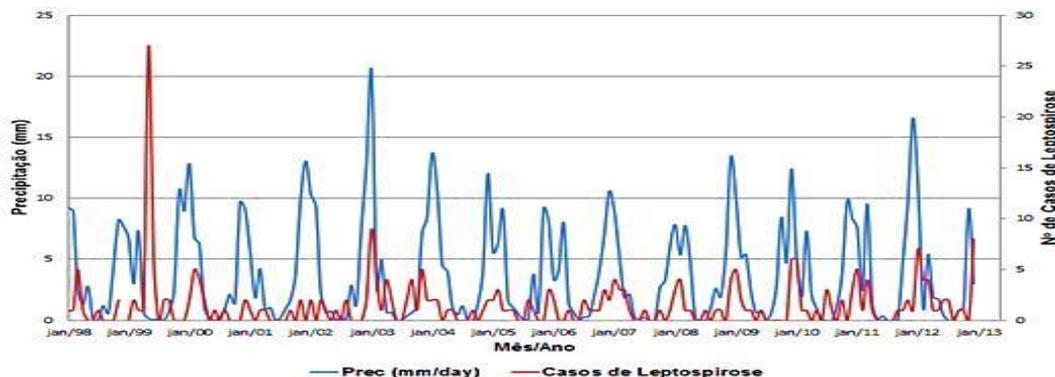
A Figura 7 apresenta a variação anual da precipitação obtida através de médias diárias da precipitação (CPC) e a variação anual dos casos de leptospirose, ou seja, os totais de casos notificados mês-a-mês no período de 1998 a 2012. Em praticamente toda a série histórica se observa picos máximos da doença após um pico de precipitação, isto acontece devido à defasagem da doença em relação à ocorrência da precipitação. Determinados tipos de precipitações favorecem os processos de inundações e, a partir da inundação ocorre à contaminação do indivíduo, que ficará com a doença incubada por um período que pode variar de 1 a 30 dias (média entre 7 e 14 dias) até a manifestação dos primeiros sintomas da doença. Esta situação muitas vezes pode justificar ocorrências de surtos em meses que não apresentaram excesso de precipitação, constituindo remanescentes de inundações ocorridas no mês anterior ao registro formal da doença ou do surto.

Figura 6 - Variação da precipitação média diária observada (INMET), em azul, em função da climatologia da precipitação (CPC/NOAA), linha verde



Legenda: período chuvoso de: **A=** 2000-2002, **B=** 2002-2004, **C=** 2007-2009, **D=** 2010-2012 e, **E=** 2011-2012 em Belo Horizonte. Fonte: As figuras foram confeccionadas por QUADRO (co-autor), a partir dos dados de precipitação disponibilizados pelo INMET e NOAA, respectivamente.

Figura 7 - Variação histórica dos casos de leptospirose e da precipitação média diária (CPC), no período de 1998 – 2012, em Belo Horizonte



Fonte: A figura foi confeccionada por Quadro (co-autor), com base nos dados de leptospirose e de precipitação, disponibilizados pelo DATA-SUS e NOAA, respectivamente.

Variabilidade das Anomalias da Precipitação Mensal

A partir da série climatológica e dos valores observados de precipitação do conjunto de dados do CPC, foram gerados os gráficos de anomalias mensais da precipitação observada em Minas Gerais durante o PC, que compreendem os meses de out-nov-dez do ano corrente e jan-fev-mar do ano seguinte. Esta análise foi feita para verificar a variabilidade da precipitação mensal acumulada em termos de excesso ou déficit no Estado de Minas Gerais, a fim de identificar quais meses/anos correspondem a situações que favoreceram ocorrências de inundações que estiveram associadas à ocorrência dos surtos epidêmicos no Estado. A análise estatística dos dados de leptospirose (Tabela 3) permitiu identificar os anos/meses do PC que melhor contribuíram no total anual de casos da doença, os quais foram: **2003** (jan, fev, out e nov); **2009** (jan, fev, mar e dez); **2010** (jan, out, nov e dez); **2011** (jan, mar e out); **2012** (jan, nov e dez).

Dentre estes meses foram selecionados aqueles que apresentaram anomalias de precipitação mais significativas em termos de aumento do total de casos/mês de leptospirose em função das mesorregiões mineiras, com os respectivos municípios que melhor contribuíram neste total (Tabela 4).

A análise dos mapas de anomalias da precipitação mensal e dos mapas anuais da espacialização da leptospirose no Estado mineiro mostrou que:

Em **jan/2003** foram observadas em grande parte do Estado anomalias (+) da precipitação, exceto numa pequena área localizada a noroeste da mesorregião Norte, que apresentou anomalias (-) de até -50 mm. A máxima anomalia (+) observada foi de 200 mm no setor centro-leste e oeste do Estado, nas mesorregiões do Triângulo Mineiro, parte do Vale do Rio Doce e da Zona da Mata e em grande parte da RMBH (Figura 8 - A e B). Esse quadro está consistente com o total de casos (42) observado em todo o Estado, que foi mais do que o dobro da média histórica para este mês (18.1), representando o segundo maior total mensal (valor absoluto) observado ao longo da série. Os municípios que mais contribuíram nesse total foram: Belo Horizonte (9 casos) e Caratinga (13), onde foi verificada uma situação de surto epidêmico.

Em **fev/2003** em grande parte do Estado foram observadas anomalias (-) da precipitação com valores de até -100 mm, no centro-sul, parte do Oeste e Norte de Minas Gerais, exceto nas mesorregiões do Vale do Rio Doce e do Triângulo Mineiro, as quais apresentaram valores da precipitação dentro do normal à ligeiramente abaixo do normal (-10 mm) (Figura 8 - A e C). Ressalta-se que apesar do predomínio das anomalias (-), em grande parte do Estado, o total de casos observados neste mês foi bem expressivo (24), superando a média histórica (12.2).

Os municípios que melhor contribuíram nesse total mensal foram: Caratinga (9) e Belo Horizonte (4), o que possivelmente pode ser explicado pela chuva observada no Vale do Rio Doce ou ainda, casos remanescentes de contaminações ocorridas no mês de jan/03, que apresentou excedente hídrico em grande parte do Estado. É importante comentar que o surto epidêmico verificado em Caratinga, em jan/2003, não foi controlado e pode ter continuado a apresentar casos da doença no mês seguinte (fev/2003) ou ainda, que os totais verificados nesse mês são remanescentes de janeiro, pois em fevereiro não se observou excesso de precipitação em nenhuma região do Estado.

Tabela 4 – Anomalia mensal da precipitação em função das mesorregiões, com os respectivos municípios mineiros que melhor contribuíram no aumento dos casos de leptospirose entre 1998– 2012

MÊS/ANO	MESORREGIÃO COM ANOMALIA (+) DA PRECIPITAÇÃO	VALOR MÁX. (MM)	MESORREGIÃO COM ANOMALIA (-) DA PRECIPITAÇÃO	VALOR MÁX. (MM)	MUNICÍPIOS COM Nº. DE CASOS RELEVANTES	TOTAL MENSAL DE CASOS	MÉDIA HISTÓRICA MENSAL DE CASOS
Jan/03	Triângulo, parte do V. R. Doce, Z. Mata e grande parte da RMBH	200	Setor noroeste do Norte de Minas	-50	BH (9) e Caratinga (13)	42	18,1
Jan/12	Grande parte da RMBH e Z. da Mata	150	Central Mineira	-100	Guidoval (10), BH (7), G. Valadares (6), Além Paraíba (3) e Muriaé (3)	45	18,1
Fev/03	-----	-----	Parte do Oeste e Norte de Minas	-100	Caratinga (9) e BH (4)	24	12,2
Mar/11	Norte, grande parte do Noroeste e do Triângulo, parte do Sudoeste e da Z. da Mata	200	Área entre o Sul de Minas e Campo das Vertentes	-10	BH (4), BT (3), CT (3), C. Rio Claro (2), G. Valadares (2), Ibirité (2), M. Belo (2)	26	10,4
Out/03	Entre Sul de Minas e a Z. da Mata	50	Extremo Noroeste	-100	Betim (13)	17	5,8
Nov/03	Parte do Triângulo Mineiro	50	Sudeste do vale do Rio Doce	-150	Betim (8)	22	6,8
Dez/12	Extremo Sul de Minas Gerais	100	Faixa do Noroeste de MG até Z. da Mata	-200	BH (8), Betim (2) e Manhuaçu (3)	15	11,7

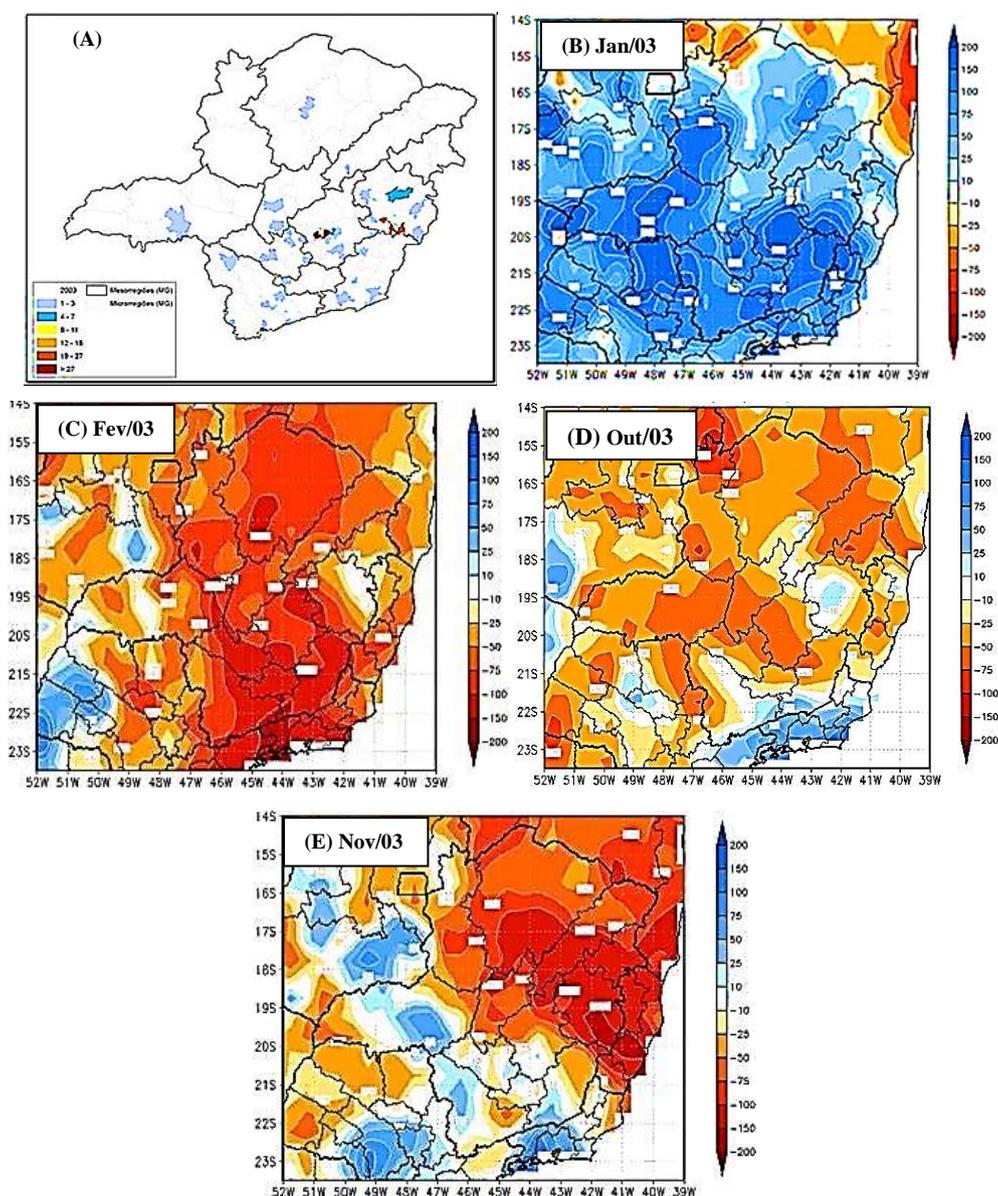
Fonte: A tabela foi confeccionada pela autora, a partir do total mensal de casos de leptospirose disponibilizados pelo DATA-SUS.

Em **out/2003** as anomalias (-) da precipitação ocorreram em grande parte do Estado, exceto em alguns núcleos localizados a sudeste da mesorregião Norte e Vale do Rio Doce com valores máximos de 10 mm. A máxima anomalia (+) no valor de 50 mm foi observada na fronteira entre o Sul de Minas Gerais e a Zona da Mata. Com relação às anomalias (-) variaram de -10 a -100 mm, com a máxima ocorrendo no extremo Noroeste do Estado (Figura 8 - A e D). O número total de casos nesse mês foi de 17 e superou a média histórica de 5.8 (casos/mês), sendo que a contribuição mais significativa foi verificada no município de Betim (13 casos).

Em **nov/2003** as anomalias (-) da precipitação variaram entre -10 a -150 mm, em grande parte do Estado, com o máximo valor da anomalia ocorrendo no setor sudeste do Vale do Rio Doce. As anomalias (+) se concentraram em parte do Sudoeste de Minas Gerais, setor centro-sul da Zona da Mata e na maior parte do Triângulo Mineiro, onde foi verificada a máxima anomalia (50 mm). Em grande parte do Oeste de Minas Gerais, Campo das Vertentes e Centro-sul da

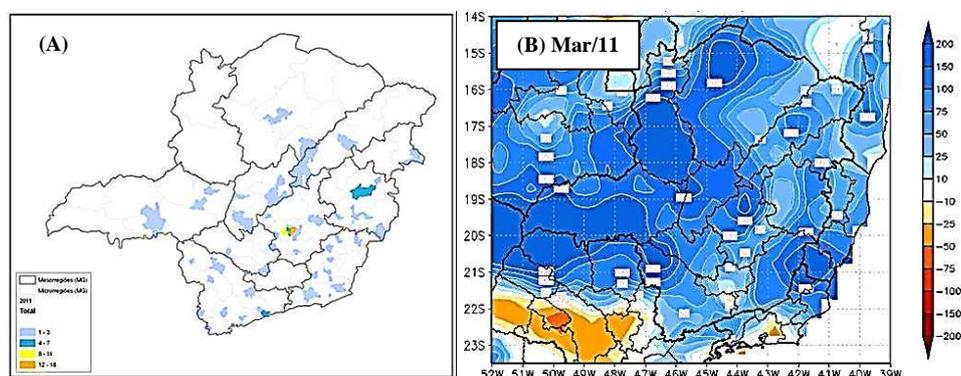
RMBH, a precipitação observada se manteve dentro do normal (Figura 8 - A e E). Este quadro refletiu no número total de casos (22) observados nesse mês, superior a média histórica (6.6), sendo que as contribuições mais significativas em relação ao número total de casos foram dos municípios de Belo Horizonte (5), Betim (8) e Contagem (4). Diante disto, foi observado o comportamento da anomalia da precipitação durante o mês anterior, out/2003, que embora tenha predominado anomalias (-) em grande parte do Estado, anomalias positivas foram observadas em parte do Vale do Rio Doce e em uma área fronteira entre o Sul de Minas Gerais e Zona da Mata, com máxima de 50 mm e total de 17 casos/mês, com significativa contribuição do município de Betim (13) nesse total. O que permite supor que os casos da doença registrados no mês de nov/2003, foram casos remanescentes do mês de out/2003.

Figura 8 – (A) Espacialização dos casos de leptospirose e anomalia da precipitação em (B) janeiro, (C) fevereiro, (D) outubro e, (E) novembro de 2003 no Estado de Minas Gerais



Em **mar/2011** foram observadas anomalias (+) da precipitação com valores variando entre 10 a 200 mm, sendo que a máxima anomalia foi observada no Norte, grande parte do Noroeste e do Triângulo Mineiro, parte do Sudoeste e da Zona da Mata. Anomalias (-) foram observadas apenas em uma pequena área entre o Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes, com valor máximo de -10 mm (Figura 9 - A e B). O total de casos (26) observado, nesse mês foi superior à média histórica e, provavelmente, o excedente de precipitação visto em todo Estado contribuiu para isto. Os municípios que contribuíram nesse total foram: Belo Horizonte (4), Betim (3), Contagem (3), Carmo do Rio Claro (2), Governador Valadares (2), Ibitiré (2) e Monte Belo (2).

Figura 9 – (A) Espacialização dos dados de leptospirose e (B) anomalia da precipitação em março de 2011 no Estado de Minas Gerais

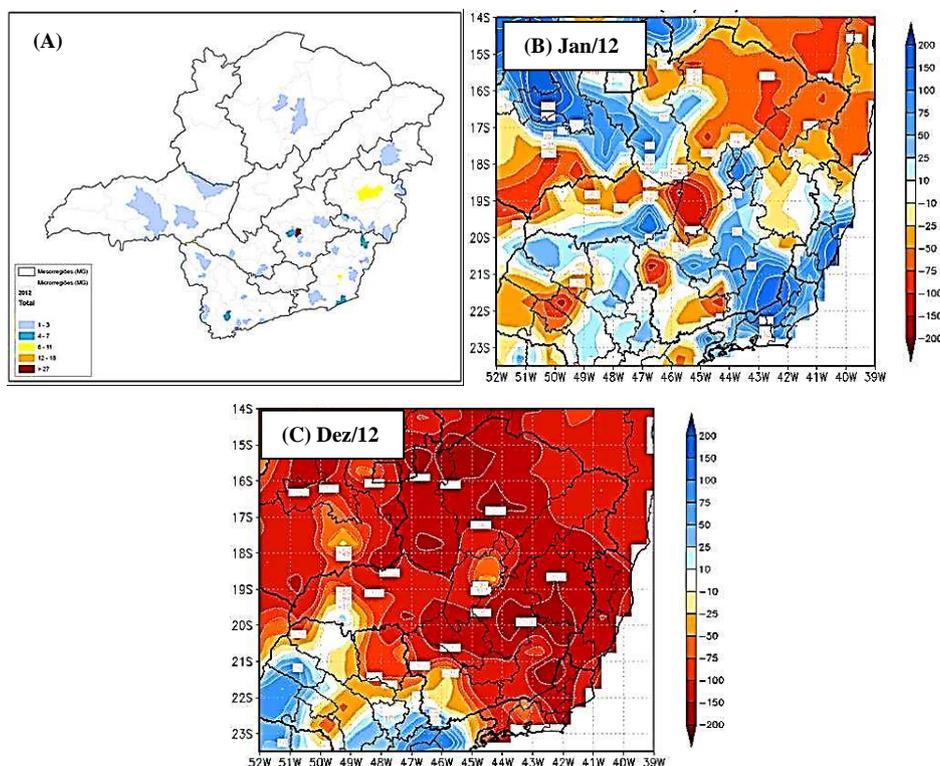


Em **jan/2012** as anomalias da precipitação se apresentaram espacialmente de forma muito variável, tanto as positivas quanto as negativas. As anomalias (-) se concentraram nas mesorregiões localizadas do centro para o norte do Estado, a exemplo do setor norte do Noroeste mineiro e praticamente todo Norte de Minas Gerais, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e do Rio Doce e ainda, dois núcleos localizados no Sul/Sudoeste mineiro, com a máxima anomalia (-100 mm) sendo observada na mesorregião da Central mineira. As anomalias (+) foram observadas nas mesorregiões do Oeste de Minas Gerais, leste do Triângulo, Campo das Vertentes, grande parte da RMBH e da Zona da Mata, onde foi observada a máxima anomalia positiva (150 mm) (Figura 10 - A e B). As anomalias (+) justificam o número total de casos (45) observados nesse mês, salientando que este foi o maior total mensal (valor absoluto) observado ao longo da série. Os municípios que contribuíram para esse total foram: Guidoal (10), Belo Horizonte (7), Governador Valadares (6), Além Paraíba (3) e Muriaé (3). Com surtos epidêmicos verificados nos municípios de Além Paraíba e Guidoal, sendo que neste último município, foi registrado pela Defesa Civil do Estado de Minas Gerais, ocorrência de inundação.

Em **dez/2012** as anomalias (-) da precipitação variaram entre -10 a -200 mm e predominaram em grande parte do Estado, com anomalia máxima ocorrendo em uma faixa desde o Noroeste de Minas Gerais até a Zona da Mata. Anomalias (+) foram observadas apenas numa pequena área do Triângulo mineiro (até 10 mm) e, também, no extremo Sul de Minas Gerais, onde foram observados valores de até 100 mm (Figura 10 - A e C). O número total de casos (15) observado nesse mês, foi relevante, embora o mapa tenha mostrado predomínio de anomalias (-) da precipitação em praticamente todo o Estado. Uma suposição plausível é de que tenham sido registrados, neste mês de dez/2012, casos remanescentes de contaminações ocorridas em nov/2012, pois grande parte das mesorregiões do Estado, apresentaram anomalias (+) de até 200 mm, no Norte de Minas Gerais e Vale do Mucuri. Embora o total de casos observados

(9) no mês de nov/2012 tenha sido superior a média histórica (6.8), este não reflete claramente o excedente hídrico, sendo essa situação exatamente o oposto do que se verificou no mês de dez/2012, que mesmo com poucas áreas de excedente de precipitação, apresentou um total de casos mais relevante do que novembro. Esse fato permite supor que se trata de casos de contaminação ocorridos em nov/2012, pois a manifestação dos primeiros sintomas da leptospirose, em geral, tarda entre 2 e 30 dias após a contaminação, com período de incubação médio de 10 dias. Portanto, é provável que uma parcela dos indivíduos diagnosticada com a doença no mês de dez/2012, tenha sido contaminada durante o mês de nov/2012, em decorrência das possíveis inundações ocorridas nesse mês.

Figura 10 – (A) Espacialização dos dados de leptospirose e Anomalia da precipitação em (B) janeiro e (C) dezembro de 2012, no Estado de Minas Gerais



Fonte: Os mapas das figuras 8, 9 e 10 foram confeccionados pelos autores, a partir dos dados mensais de leptospirose e precipitação, disponibilizados pelo DATA-SUS e NOAA, respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise epidemiológica descritiva do conjunto de dados de leptospirose no Estado de Minas Gerais, para o período 1998-2012, permite estabelecer importantes conclusões de caráter geral, a saber: naqueles municípios de maior população a leptospirose adquire um caráter endêmico, embora sujeita a oscilações epidêmicas. Entretanto, naqueles municípios de população menos numerosa, a ocorrência predominante é sob a forma de surtos epidêmicos, com grande concentração de casos em determinados anos, com altas taxas de incidência. Nesse contexto, as sete maiores taxas de incidência anual da série (variando de 11 a 139/100 mil habitantes) ocorreram em municípios com menos de 85 mil habitantes. Inversamente, na

região mais populosa do Estado (RMBH), na série representada por quatro municípios (Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibirité), as taxas anuais de incidência não ultrapassam o valor de 3,2/100.000, com exceção do ano epidêmico de 2003 em Betim (8,6/100.000).

As análises da espacialização e da estatística dos casos de leptospirose, evidenciaram que a doença possui uma distribuição sensível à variabilidade temporal e espacial. O fenômeno em todos os anos, mostrou área de atuação predominantemente no sentido NE-SW, onde foram verificadas as maiores frequências da doença ao longo dos anos, das mesorregiões, dos municípios e também, em termos do número de casos. Portanto, além dos condicionantes sociais e ambientais, diretamente relacionados com a presença da doença, principalmente as ocorrências em áreas urbanas com grande adensamento populacional e deficientes serviços sanitários, propõe-se aqui, que esse fenômeno possua um componente climático que explica os momentos de expansão e retração de leptospirose, bem como, influencia notadamente seu potencial (intensidade), especialmente durante o período chuvoso do Estado.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. **Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul**. Revista Geonomos, v. 6, n. 2, p. 17-22, 1998. Disponível em: www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/6_2_17_22_Abreu.pdf. Acesso em: 25 de outubro de 2012.

ASHFORD, D. A.; KAISER, R. M.; SPIEGEL, R. A. **Asymptomatic infection and risk factors for leptospirosis in Nicaragua**. Am. J. Trop. Med. Hyg., v. 63, p. 249, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Nacional de Saúde - PNS: 2012-2015**. Brasília. 2012. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/Relatorios/plano_nacional_saude_2012_2015.pdf. Acesso em: 11 de janeiro de 2013.

CEPED. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais, 1991 a 2010: volume Minas Gerais**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 95. 2011. Disponível em: http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/atlas1991-2010/ATLAS%20DE%20DESASTRES_sedec.pdf. Acesso em: 20 de julho de 2012.

CONFALONIERI, U. E.; MARINHO, D. C. P. **Saúde Pública e Risco Social**. In: Seminário Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/ipp/download/saude_diana_1.pdf. Acesso em: 18 de junho de 2012.

CONFALONIERI, U., B. MENNE, R. AKHTAR, K.L. EBI, M. HAUENGUE, R.S. KOVATS, B. Revich and A. Woodward. **Human health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.

CONFALONIERI, U. E. & DUTRA, F. R. L. S. **Climate change and Vector-borne diseases in Latin America**. In: Rais Akhtar and Abdul Malik (Orgs.). Environmental Degredation and Human Health. Climate Change. Nova Deli: Springer Publisher, Book Part III, p. 315-324, 2014.

CPC, **CLIMATE PREDICTION CENTER**. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Disponível em: <ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/wd52ws/SA/>. Acesso em: 10 de setembro de 2013.

CUPOLILLO, F. **Diagnóstico hidroclimatológico da bacia do Rio Doce**. 2008. 153p. Tese de Doutorado em Geografia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

DATASUS, **Leptospirose** - Casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/tabnet/dh?sinan/lepto/bases/leptobr.def>. Acesso em: 25 de maio de 2012.

FIGUEIREDO, C. M.; MOURÃO, A. C.; OLIVEIRA, M. A. A.; ALVES, W. R.; OOTEMAN, M. C.; CHAMONE, C. B.; KOURY, M. C. **Leptospirose humana no município de Belo Horizonte**,

Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., v. 34, n. 4, p. 331-338, jul/ago. 2001.

HUTTNER, M. D.; PEREIRA, H. C. P.; TANAKA, R. M. **Pneumonia por leptospirose.** J. Pneumol., v. 28, p. 229-232, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 de janeiro de 2012.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas (1961 – 1990).** Acesso em: 06 de julho de 2012.

IPCC, El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. **Impacto, adaptación y vulnerabilidad de La Organización Meteorológica Mundial.** 5º Informe del Grupo II, Comunicado de prensa: Tiempo-Clima-Agua, n. 987. 2014. Disponível em: www.ipcc-wg2.gov/AR5. Acesso em: 10 de abril de 2014.

KO, A. I.; REIS, M. G.; DOURADO, C. M. R.; JOHNSON JUNIOR, W. D.; RILEY, L. W. **Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil.** Salvador Leptospirosis Study Group. Lancet, v. 354, p. 820- 825, 1999.

KOBAYASHI, Y. **Clinical observation and treatment of leptospirosis.** J. Infect. Chemother, v. 7, p. 59-68, 2001.

LEVETT, P. N. **Leptospirosis.** Clin. Microbiol., v. 14, p. 296, 2001.

MAGALHÃES, G. B.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. **A ocorrência de chuvas e a incidência de leptospirose em Fortaleza – CE,** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde – HYGEIA, ISSN: 1980-1726, v. 5, n. 9, p. 77-87, Dezembro. 2009. Disponível em: www.hygeia.ig.ufu.br/. Acesso em: 03 de setembro de 2012.

MANDELL, G. L.; BENNETT, J. E.; DOLIN, R. **Mandel, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious disease.** 5º ed. Oxford: Churchill Livingstone, v. 2, p. 1534-3264, 2000.

MENDONÇA, F. A., PAULA, E. V. **Análise geográfica de la leptospirose dans le Parana et a Curitiba/Bresil (1997-2001): Une approche climatologique.** Dokumentacja Geograficzna, Varsovia - Polonia, v. 1, n. 29, p. 245-248, 2003.

NOBRE, A. C., YOUNG, A. F., SALDIVA, P., MARENGO, J. A., NOBRE, A. D., ALVES JR., S., SILVA, G. C. M., LOMBARDO, **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo.** Sumário Executivo, INPE, IPT, UNICAMP, USP, UNESP- Rio Claro. Junho. 2010. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/publicacoes/2010/SumarioExecutivo_megacidades.pdf. Acesso em: 10 de setembro de 2013.

OLIVEIRA, D. S. C.; GUIMARÃES, M. J. B.; MEDEIROS, Z. **Modelo produtivo para Leptospirose.** Revista de Patologia Tropical. v. 38, n.1, p.17-26, jan-mar. 2009.

PAULA, E. V. **Evolução temporo-espacial de algumas doenças no Paraná no século XX: cólera, dengue, meningites e leptospirose.** Relatório técnico, UFPR. Curitiba. 105p., 2002.

PAULA, E. V., **Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 de Abril, INPE, p. 2301-2308, 2005.

PELLISSARI, D. M; ELKHOURY, A. N. S. M.; ARSKY, M. L. N. S, NUNES, M. L. **Revisão sistemática dos fatores associados à leptospirose no Brasil, 2000-2009.** Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 20, n. 4, p. 565-574, 2011.

QUADRO, M. F. L.; BERBERY, E. H. ; SILVA DIAS, M. A. F. ; HERDIES, D. L. ; GONÇALVES, L. G. G. **The atmospheric water cycle over South America as seen in the new generation of global reanalyses.** In: Radiation Processes in the Atmosphere and Ocean (IRS2012): Proceedings of the International Radiation Symposium (IRC/IAMAS), Dahlem Cube. v. 1531. p. 732-735, 2013.

SAHA, S. and COAUTHORS: **The NCEP Climate Forecast System Reanalysis**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 91, p. 1015-1058, 2010.

SILVA, V.B.S.; KOUSKY, V.E.; HIGGINS, R.W. **Daily Precipitation Statistics for South America: An Intercomparison between NCEP Reanalyses and Observations**. J. of Hydrometeorology, v. 12, p. 101-117, 2011.

TALARICO, D. C. **Leptospirose e pluviosidade: uma análise de Salvador-BA**. Jornada de Engenharia Sanitária e Ambiental – JESAM, 05-07 de Dezembro, Salvador-BA. 2013.

XIE, P.; CHEN, M.; SHI, W. **CPC unified gauge analysis of global daily precipitation**. To be submitted to J. Hydrometeor, 2010.