

ASSOCIAÇÕES ENTRE A ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL E O EL NIÑO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A DISTRIBUIÇÃO ESPAÇOTEMPORAL DA LEPTOSPIROSE EM MINAS GERAIS

ASSOCIATIONS BETWEEN THE CONVERGENCE AREA OF THE SOUTH ATLANTIC AND THE EL NIÑO AND ITS INFLUENCE ON THE SPACE-SPEAKING DISTRIBUTION OF LEPTOSPIROSE IN MINAS GERAIS

Flávia Regina Lacerda Suassuna Dutra

Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG

Programa de Pós-Graduação em Geografia / UFMG

frlacerda@yahoo.com.br

Mário Francisco Leal de Quadro

Doutor em Meteorologia e Professor Titular do IFSC

Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC

mquadro@ifsc.edu.br

Gabriela Viviana Müller

Doutora em Ciências Atmosféricas, Pesquisadora do CONICET, Professora da UNER-Argentina

Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción de CICyTTP/CONICET

gabrielamuller@cicytpp.org.ar

Roberto Célio Valadão

Doutor em Geologia e Professor Associado do Instituto de Geociências/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG

valadao@ufmg.br

RESUMO

O trabalho discute as associações entre a Zona de Convergência do Atlântico Sul e o El Niño – Oscilação Sul – e sua influência no aumento de casos de leptospirose em Minas Gerais (1998-2012). Foram calculados: a frequência mensal desses fenômenos em Dez-Jan-Fev; o coeficiente de correlação de *Pearson* entre as séries temporais das anomalias mensais da Temperatura da Superfície do Mar nas regiões do Niño 3-4 e Atlântico Tropical Sul; e as anomalias de precipitação no estado de Minas Gerais. Os resultados da análise de frequência revelaram: i) total de 77 episódios, com as maiores frequências ocorrendo em dez e jan (30 episódios/mês) e 17 episódios em fev; ii) os eventos com alta frequência apresentaram 7 episódios nos verões de 2006/2007, 2007/2008, 2010/2011 e 2011/2012; iii) a frequência média variou de 5-6 episódios: 2002/2003 (5), 2003/2004 (5), 2005/2006 (6), 2008/2009 (6), 2009/2010 (5). A análise das séries temporais das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar na região do Pacífico Tropical e a Zona de Convergência do Atlântico Sul evidenciou correlação significativa com “lag” de 1 a 2 meses entre as séries e, com relação ao Atlântico, foi observado correlação negativa, ou seja, águas anormalmente frias associadas ao aumento da precipitação.

Palavras-chave: Zona de Convergência do Atlântico Sul. El Niño – Oscilação Sul. Leptospirose.

ABSTRACT

The paper discusses the associations between the South Atlantic Convergence Zone and El Niño - Southern Oscillation - and its influence on the increase of cases of leptospirosis in Minas Gerais (1998-2012). We calculated: the monthly frequency of these phenomena in

Recebido em: 13/12/2016

Aceito para publicação em: 05/10/2017

Dec-Jan-Feb; The Pearson correlation coefficient between the time series of monthly Sea Surface Temperature anomalies in the Niño 3-4 and Tropical South Atlantic regions; And precipitation anomalies in the state of Minas Gerais. The results of the frequency analysis revealed: i) a total of 77 episodes, with the highest frequencies occurring in 10 and Jan (30 episodes / month) and 17 episodes in February; li) events with high frequency presented 7 episodes in the summers of 2006/2007, 2007/2008, 2010/2011 and 2011/2012; lii) the average frequency ranged from 5-6 episodes: 2002/2003 (5), 2003/2004 (5), 2005/2006 (6), 2008/2009 (6), 2009/2010 (5). The analysis of the time series of Sea Surface Temperature anomalies in the Tropical Pacific region and the South Atlantic Convergence Zone showed a significant correlation with lag of 1 to 2 months between the series and, in relation to the Atlantic, was observed Negative correlation, i.e., anomalously cold waters associated with increased precipitation.

Keywords: South Atlantic Convergence Zone. El Niño - Southern Oscillation. Leptospirosis.

INTRODUÇÃO

O clima de qualquer região está em grande parte condicionado à circulação geral da atmosfera e a dinâmica dessa circulação decorre das múltiplas e complexas interações e retroalimentações, no espaço e no tempo, verificadas entre o aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, a distribuição assimétrica de oceanos/continentes e a organização topográfica em planta e perfil desses últimos. Padrões de circulação gerados na atmosfera redistribuem calor, umidade e momentum (quantidade de movimento) em todo o planeta. No entanto, essa redistribuição não é homogênea e age, por vezes, no sentido de diminuir as variações regionais de elementos climáticos como a temperatura e a precipitação, as quais exercem marcante influência nas atividades humanas (OLIVER e FAIRBRIDGE, 1987; ASSUNÇÃO, 1998; MESQUITA, 2005; SANT'ANNA NETO, 2005; CONFALONIERI e DUTRA, 2014).

As chuvas intensas na Região Sudeste do Brasil têm historicamente causado prejuízos que atingem diversos setores da sociedade. Essas chuvas são provocadas por fenômenos e sistemas meteorológicos que se expressam em diversas escalas espaciais e temporais, as quais modificam a estrutura dos eventos de precipitação intensa e contribuem para a distribuição espacial da precipitação. Segundo Reboita et al. (2010) a Região Sudeste do Brasil apresenta seu período chuvoso no verão austral e sofre a influência do sistema de monções da América do Sul, entretanto, durante o inverno, os eventos chuvosos são provocados quando sistemas frontais e ciclones subtropicais e extratropicais se sobrepõem ao Anticiclone do Atlântico Sul - ASAS. Nas demais estações de transição, outros sistemas comumente atuam nessa região, a exemplo das linhas de instabilidade pré-frontais, Complexos Convectivos de Mesoescala - CCMs, bloqueios atmosféricos e brisas.

Apesar da diversidade de sistemas meteorológicos geradores de precipitação nessa região, a discussão neste trabalho está voltada para a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), considerada o principal sistema atmosférico causador de precipitação no Sudeste durante o verão austral. A frequência e a intensidade desse sistema são extremamente importantes no total e nas anomalias de precipitação e irão condicionar as características da estação chuvosa em grande parte de Minas Gerais (ABREU, 1998).

Os primeiros estudos sobre a ZCAS surgiram nos anos 70, alicerçados na observação de uma faixa de nebulosidade persistente que atuava em grande parte do Brasil e apresentava alta atividade convectiva (Taljaard, 1972; Streten, 1973). Através do estudo sobre uma onda quasi-estacionária Krishnamurty et al. (1973) mostraram a importância desse sistema no transporte de *momentum*, calor e umidade dos trópicos para as altas latitudes. Satyamurty e Rao (1988) compararam o posicionamento e a intensidade da ZCAS com outras zonas de convergências existentes do Hemisfério Sul, tendo verificado que a cordilheira dos Andes interfere no posicionamento da faixa de nebulosidade quando esta se associa a convergência de vapor d'água em baixos níveis e ao cavado em médios níveis, o que acaba por auxiliar no estacionamento da ZCAS.

Oliveira (1986) observou que a interação entre sistemas frontais e a convecção tropical, na parte central da Amazônia, ocorre quando esses sistemas se posicionam preferencialmente entre 35°-20°S, notadamente nos meses do verão austral, momento em que a convecção tropical é mais intensa no continente. Quadro (1994) caracterizou a ZCAS principalmente pela estacionaridade da banda de nebulosidade por um mínimo de quatro dias consecutivos, como também pela alteração no regime de chuvas das regiões por ela afetadas.

Gan et al. (2004) mostraram que 50% da precipitação anual sobre a América do Sul tropical e subtropical ocorre nos meses de verão austral (dez a fev) e cerca de 90% durante os meses de outubro a abril, estando de acordo com os resultados de Marengo (2005). O Sistema de Monção da América do Sul tem relação direta com a ZCAS e modula o ciclo sazonal da precipitação sobre a América do Sul tropical em distintas estações (seca e chuvosa) para a região compreendida entre o Equador e a latitude de 25°S (SILVA, 2009; QUADRO et al., 2012).

Durante os meses de Dezembro-Janeiro-Fevereiro (DJF) a ZCAS exerce papel preponderante no regime de chuvas na região onde atua, ocasionando altos índices pluviométricos em grande parte da América do Sul. Sua orientação NW-SE favorece a precipitação desde o centro-sul da Amazônia, passando pelo Centro-Oeste e Sudeste do país, centro-sul da Bahia, norte do Paraná, estendendo-se em direção ao setor sudoeste do Oceano Atlântico (Ferreira et al., 2004; Quadro, 2012). Os altos índices pluviométricos ocorrem principalmente no final da primavera e durante todo o verão (Grimm, 2011). Nesse contexto, Villela (2003) salienta que várias pesquisas apontam a ZCAS como responsável pelos piores eventos de cheias e inundações na região centro-sul do Brasil.

Os frequentes eventos extremos de precipitação têm favorecido a ocorrência de inundações que expõe a população ao risco de contrair doenças durante o período chuvoso, principalmente nos grandes centros urbanos. Esta situação se agrava quando eventos extremos de precipitação se combinam aos ineficientes sistemas de drenagem e limpeza urbana, notadamente naqueles aglomerados de baixa renda, localizados em áreas vulneráveis de encostas e baixadas (Nobre et al., 2010). Somado a esses condicionantes, destaca-se a elevada densidade de roedores nessas áreas, que pode favorecer quadros de transmissão e surtos da leptospirose (KO et al., 1999; ASHFORD et al., 2000; MANDELL et al., 2000, MENDONÇA e PAULA, 2003; MAGALHÃES et al., 2009; PELISSARI et al., 2011, MASI, 2014; BARBIERO, 2014).

A leptospirose é uma doença infecciosa febril, aguda e potencialmente grave, causada pela bactéria *Leptospira Interrogans*, que comumente se aloja nos rins do *Rattus norvegicus*, principal responsável pela infecção humana. A infecção ocorre por meio da penetração da bactéria através da pele ou mucosa em contato com a urina, sangue, tecidos ou órgãos de animais infectados (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 forma icterica (pele amarelada) é a forma mais grave e acomete 10% dos doentes, podendo levar à morte. Já a forma anictérica é a forma benigna e ocorre entre 60-70% dos casos. Em caso de complicações, em ambas as formas, podem ocorrer: disfunção renal, hemorragia, alterações cardíaca e pulmonar, cuja taxa de letalidade é de 5 a 20% (LEVETT, 2001).

Dutra et al. (2015) realizaram um estudo sobre a influência da variabilidade da precipitação no padrão de distribuição espaçotemporal dos casos de leptospirose em Minas Gerais, entre 1998 – 2012. A partir do estudo epidemiológico descritivo dos dados de leptospirose, verificaram que a doença apresenta aumento do número de casos e de surtos de leptospirose no trimestre de DJF e que, nos municípios com grande população, a doença revela caráter endêmico, enquanto que nos municípios com menor contingente de habitantes a ocorrência se deu na forma de surtos epidêmicos, com expressiva concentração de casos em determinados anos com altas taxas de incidência. As maiores taxas de incidência anual da série ocorreram em municípios com menos de 85 mil habitantes. Inversamente, na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH, especificamente nos municípios de Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ibituripe, as taxas anuais de incidência não ultrapassaram o valor de 3,2/100.000, com exceção do ano epidêmico de 2003, em Betim (8,6/100.000). De posse desses dados os autores concluíram que a distribuição da doença no estado é sensível aos condicionantes sociais e ambientais nas áreas urbanas, de tal modo que a variabilidade espaçotemporal da precipitação explica, ao que tudo indica, os momentos de expansão e retração da leptospirose durante o período chuvoso. Ao longo da série histórica analisada pelos autores se verificou ainda que o setor sudeste do estado constitui área de constante produção da doença. Essa área inclui parte da

RMBH e as regiões do Campo das Vertentes, da Zona da Mata, do Sul e Sudoeste de Minas e, ainda, a porção meridional do Vale do Rio Doce.

É nesse contexto que se insere o presente artigo, cujo objetivo está voltado para análise das associações da ZCAS e do El Niño/Oscilação Sul (ENOS) e, de suas repercussões na transmissão de leptospirose durante o trimestre mais chuvoso (DJF) de MG, quando se verifica o melhor sinal da máxima atividade da ZCAS. Com vistas ao alcance deste objetivo, interessa ainda aos autores deste artigo:

(i) analisar a frequência de atuação da ZCAS-ENOS, responsável pelas anomalias positivas das precipitações, no trimestre de DJF, que estão relacionadas ao aumento do número de casos da doença em Minas Gerais entre 1998-2012, conforme identificados por Dutra et al., (2015);

(ii) investigar a possibilidade de influência das oscilações interanuais e intrasazonais na distribuição espaçotemporal da precipitação e suas repercussões no aumento da doença. Para tanto, aplicou-se estudo de correlação entre as anomalias das precipitações e as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região dos oceanos Pacífico Central e Atlântico Sul, notadamente durante as ocorrências de associações entre ZCAS-ENOS.

MATERIAL E MÉTODOS

A etapa de aquisição, tratamento e análise da frequência dos dados mensais de leptospirose e da precipitação estão descritos detalhadamente em Dutra et al. (2015). A série histórica dos casos mensais de leptospirose em MG entre 1998 a 2012 foi disponibilizada pelo DATASUS. Em síntese, as etapas metodológicas realizadas por Dutra et al. (2015) e que subsidiaram o presente trabalho foram:

(a) Análise da espacialização dos dados, a partir dos mapas com os totais anuais de casos de leptospirose, confeccionados no Arcgis 9.3, com base cartográfica do IBGE (2010). Dessa forma, identificou-se o padrão de distribuição espaçotemporal, bem como, as localidades com as maiores frequências da doença;

(b) A distribuição de frequência, o cálculo das medidas de dispersão e da taxa de incidência anual da doença (escala estadual) evidenciaram os principais aspectos epidemiológicos da doença;

(c) A análise climatológica da precipitação mensal a partir dos dados do CPC (Climate Prediction Center) da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (Xie et al., 2010), permitiu calcular as anomalias mensais através da diferença entre o valor observado (série obtida do CPC) em relação à própria climatologia de 30 anos (1983-2012).

Os principais resultados obtidos por Dutra et al. (2015) aplicados nessa pesquisa foram:

(i) Identificação dos meses e dos municípios/mesorregiões do estado mineiro que apresentaram aumento da doença em DJF;

(ii) análise da taxa de incidência por município. Entretanto, é importante ressaltar que, nesta segunda etapa, em função da análise escalar, fez-se a opção de se trabalhar com o número absoluto de casos, pois a análise da distribuição da doença é feita segundo as mesorregiões do estado mineiro, já que na primeira etapa do trabalho foi observada uma área de predomínio de produção da doença em algumas mesorregiões durante o trimestre de DJF, período mais chuvoso de MG, segundo a climatologia da precipitação. Estes resultados são importantes e fundamentam sobremaneira as análises e resultados em perspectiva neste artigo.

A partir dos resultados encontrados por Dutra et al. (2015), mencionados anteriormente, foi possível:

(iii) analisar a frequência mensal de atuação da ZCAS, com período de dez/1997 até dez/2012, durante o trimestre chuvoso de DJF, a partir do Boletim de Climanálise mensal. Ressalta-se que os meses de dezembro se referem sempre ao ano anterior, enquanto que os meses de janeiro e fevereiro pertencem ao ano subsequente;

(iv) identificar e contabilizar as ocorrências do fenômeno ENOS em cada trimestre (DJF). Esses dados, disponibilizados pelo Centro de Previsão e Clima – CPTEC e Nacional Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA, viabilizaram investigação da frequência de ocorrência de ZCAS

em função dos dias, meses, trimestre (DJF) e quadrimestre Dez-Jan-Fev-Mar (DJFM), entre 1998 e 2012. Os totais trimestrais foram agrupados em três classes em função da frequência de ocorrência dos episódios de ZCAS, assim distribuídas: Alta Frequência - 7 episódios de ZCAS/trimestre; Média Frequência apresentou de 5 a 6 episódios de ZCAS/trimestre e, Baixa Frequência ≤ 4 episódios/trimestre. Elaborou-se, ainda, análise comparativa entre os totais de casos verificados no trimestre (DJF) e o quadrimestre (DJFM), a fim de justificar e evidenciar a importância e a escolha de aqui ter sido adotado como referência o trimestre de DJF.

(v) realizar análise das oscilações interanuais e intrasazonais e sua influência sobre a distribuição espacial das anomalias positivas de precipitação em Minas Gerais. Aplicou-se estudo de correlação para averiguar a precipitação associada à ZCAS com as anomalias de TSM na região do Niño 3-4 no oceano Pacífico Central (ENOS), bem como foram às anomalias de TSM calculadas na região do Dipolo do Atlântico Sul (DAS), seguindo a metodologia de Morioka et al. (2011). A série temporal da anomalia de TSM foi calculada através do índice DAS como a diferença das anomalias de TSM entre os polos sudoeste (SO) e nordeste (NE). O polo SO localiza-se entre [10°O; 30°O] e [30°S; 40°S]; o polo NE está entre [0°O; 20°O] e [20°S; 15°S]. Esse índice apresenta alta correlação (0,92) com a componente principal da primeira Função Ortogonal Empírica (FOE) da TSM do Atlântico Sul, região onde aparece o padrão dipolo, explicando 20,4% da variância total, de acordo com Rosa, [s. d.]. Ressalta-se que os dados de anomalias da precipitação foram disponibilizados pelo NOAA e os cálculos da correlação foram realizados, mediante emprego do método *Pearson* (Maxwell e Satake, 1997), apresentado na equação (1).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{[(\sum_{i=1}^n X_i^2)(\sum_{i=1}^n Y_i^2)]^{1/2}}, \quad \text{Equação 1}$$

Onde: n corresponde ao número de meses do período analisado (1998-2015), X representa os valores de anomalias de TSM e, Y os valores de anomalias de precipitação na região SESA. Ressalta-se que o cálculo de "r" foi feito para cada ponto de grade da série do CPC e apresentado na forma espacial (Figura 2).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A precipitação quando excedente ocasiona processos de inundações com consequências diretas à população, fenômeno esse que pode favorecer consideravelmente o aumento na transmissão da leptospirose humana. Em algumas situações se constata a ocorrência de surtos epidêmicos sazonais durante alguns períodos chuvosos (Tabela 1), quando o número de indivíduos infectados acompanha o aumento da precipitação ao longo do ano em Minas Gerais, com os máximos valores de ambos ocorrendo no trimestre mais chuvoso (DJF), seguido de um decréscimo considerável no número de casos no trimestre mais seco (JJA). O trimestre de SON apresenta o segundo maior total de precipitação ao longo do ano no estado. Não obstante, o total do número de casos nesse trimestre é relativamente pequeno, uma vez que devido à condição de seca advindo do trimestre anterior (JJA), as primeiras precipitações dificilmente ocasionam inundações.

Tabela 1 – Média climatológica da precipitação acumulada (1961-1990) e número de casos de leptospirose (1998-2012) ocorridos em Minas Gerais nos trimestres Dez-Jan-Fev (DJF), Mar-Abr-Mai (MAM), Jun-Jul-Ago (JJA), Set-Out-Nov (SON)

	DJF	MAM	JJA	SON
Total de PP/Trimestre	1263,0	478,7	96,1	725,2
Nº casos de Lepto.	562	362	165	242

Fonte: Elaborada pelos autores, segundo dados mensais de leptospirose e de precipitação, respectivamente pelo DATA-SUS e INMET.

Frequência de atuação da ZCAS

A análise de frequência de atuação das ZCAS no trimestre chuvoso (DJF), entre 1998 e 2012, revelou um total de 77 episódios, com maiores frequências nos meses de dezembro e janeiro, com uma média histórica de 30 episódios em ambos os meses e uma frequência de 17 episódios no mês de fevereiro. A frequência trimestral dos episódios de ZCAS em MG foi distribuída em classes de alta frequência (7 episódios) e média frequência (de 5 a 6 episódios). A soma total de ocorrências de episódios de ZCAS, de ambas as frequências, foi de 54 episódios. Os episódios restantes (23) apresentaram baixa frequência de ocorrência no trimestre (≤ 4 episódios).

Os episódios de alta e média frequência de ZCAS explicaram aproximadamente 70% dos eventos que ocasionaram anomalias positivas de precipitação (com inundações/alagamentos), anomalias essas que se relacionam ao aumento dos casos de leptospirose ocorridos em DJF ao longo da série 1998-2012. Os 30% restantes se referem aos episódios de ZCAS de baixa frequência (≤ 4 episódios/trimestre) que apresentaram pouca ou nenhuma repercussão sobre os casos da doença.

A alta frequência de ZCAS ocorreu quando foi verificado um máximo de 7 episódios/trimestre, observados nos verões de 2006/2007, 2007/2008, 2010/2011 e 2011/2012. A frequência média variou de 5 a 6 episódios/trimestre nos verões correspondentes: 2002/2003 (5), 2003/2004 (5), 2005/2006 (6), 2008/2009 (6), 2009/2010 (5). Os episódios de alta e média frequência de ZCAS contribuíram para o aumento no total de número de casos ao longo do trimestre e, em sua maioria, o total excedeu a média histórica trimestral (37,4 casos), exceto nos anos 2005/2006 e 2007/2008 (Tabela 2). Já os trimestres chuvosos dos anos 1997/1998, 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002, 2004/2005, bem como o mês de Dez/2012, apresentaram baixa frequência de ZCAS (1 a 4 episódios).

Analisando-se a frequência de associações de ZCAS-ENOS, em DJF, com a frequência do total casos registrados no trimestre de DJF em MG, entre 2002-2012, registrada por Dutra et al. (2015), verificam-se 4 situações de associações de ZCAS-ENOS com alta frequência em: 2006/2007 (EN), 2007/2008 (LN), 2010/2011 (LN) e 2011/2012 (LN), com respectivo quantitativo de casos de 47, 34, 51 e 61. Vale salientar que durante os episódios de alta frequência de ZCAS houve atuação predominante de eventos de LN, exceto, no trimestre correspondente ao verão de 2006/2007, quando ocorreu o EN (Tabela 2). Para os trimestres analisados, o número de dias com atuação de ZCAS com episódios de alta frequência foi de 174. Em média, o total de dias/trimestre foi de 44 dias, com os seguintes totais de dias de atuação de episódios verificados por verão (trimestre): 56 dias em 2006/2007; 36 dias em 2007/2008; 41 dias em 2010/2011; 43 dias em 2011/2012.

Tabela 2 – Verões entre 2002-2012 com número de casos de leptospirose, anomalias de TSM e frequência de atuação de ZCAS-ENOS, nos trimestres de Dez-Jan-Fev

Anos/Trimestre (DJF)	Nº. Casos Leptospirose	Anomalia TSM (°C)		Frequência ZCAS	Atuação ZCAS (Dias)	ENOS
		OPC	OAS			
2002-2003	68	0,98	0,9	5	7, 5, 7, 7, 7	EN
2003-2004	47	0,4	-0,68	5	5, 11, 5, 5, 5	EN
2005-2006	28	-0,5	0,45	6	6, 6, 8, 7, 5	EN
2006-2007	47	0,8	0,46	7	2, 10, 5, 16, 6, 11, 6	EN
2007-2008	34	-1,4	-0,45	7	2, 3, 6, 4, 5, 8, 8	LN
2008-2009	48	-0,4	-0,3	6	5, 9, 4, 5, 5, 5	LN
2009-2010	53	1,1	1,2	5	6, 4, 3, 3, 4, 3	EN
2010-2011	51	-1,4	-0,48	7	6, 5, 5, 7, 6, 4, 8	LN
2011-2012	61	-0,9	-0,9	7	5, 8, 6, 8, 7, 5, 4	LN

Legenda: EN = El Niño; LN = La Niña; OPC = Oceano Pacífico Central e OAS = Oceano Atlântico Sul. Fontes: DATA-SUS / NOAA / CPTEC.

As associações de ZCAS-ENOS de média frequência foram observadas em 5 situações durante o trimestre chuvoso: 2002/2003 (EN), 2003/2004 (EN), 2005/2006 (EN), 2008/2009 (LN), 2009/2010 (EN), com total de número de casos de 68, 47, 28, 48 e 53, respectivamente. É importante salientar que durante os episódios de média frequência de ZCAS houve atuação quase predominante de eventos de EN, exceto no trimestre correspondente ao verão de 2008/2009 em que ocorreu LN (Tabela 2). Para os trimestres analisados, o número de dias com atuação de ZCAS com episódios de média frequência foi de 152, em média, o número de dias/trimestre, foi de 30,4 dias, com os seguintes totais de dias de atuação de episódios verificados por verão (trimestre): 33 dias em 2002/2003 e 2008/2009; 32 dias em 2005/2006; 31 dias em 2003/2004 e 23 dias em 2009/2010. O total de dias com atuação de ZCAS com episódios de alta e média frequência, no trimestre de DJF ao longo da série analisada de 2002-2012, foi de 328 dias.

A análise das ocorrências do ENOS (La Niña/El Niño) para os episódios de alta e média frequência de ZCAS (entre 2002-2012), que somados totalizam 437 casos da doença, permitiu concluir que:

- Os episódios de ZCAS com Alta Frequência e predomínio de ocorrência de La Niña explicam 33% dos casos de leptospirose analisados e que;
- Os episódios de ZCAS com Média Frequência e com predomínio de ocorrência de El Niño explicam 45% dos casos.

Portanto, as associações de ZCAS-ENOS responderam por aproximadamente 78% de todos os casos relacionados às anomalias positivas de precipitação em Minas Gerais. Os episódios restantes (22%) se referem a verões com: Alta Frequência de ZCAS-El Niño e Média Frequência de ZCAS-La Niña (Tabela 2).

Anomalias de TSM nas regiões dos oceanos Pacífico Central (OPC) e Atlântico Sul (OAS)

A análise da série temporal das anomalias de TSM nas regiões do Oceano Pacífico Central (OPC) e Oceano Atlântico Sul (OAS), durante os verões mais chuvosos (DJF) entre dez/1997-dez/2012 (Figura 1), permitiu observar que para o **OPC**:

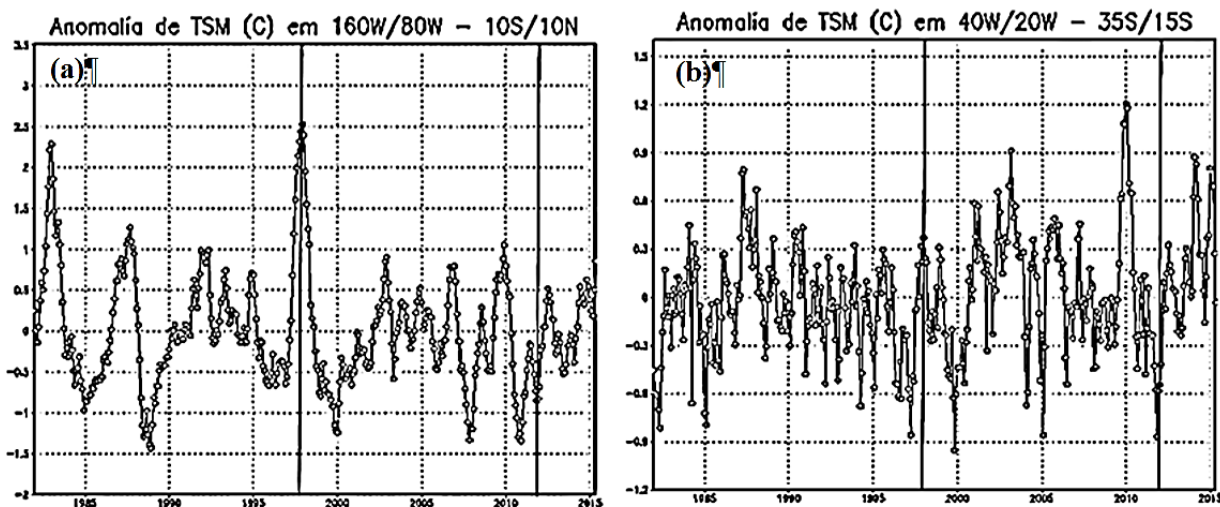
- Os valores máximos das anomalias absolutas da TSM foram, aproximadamente, 2,5°C entre dez/97 e jan/98, e 1,1°C entre dez/09 e jan/10;
- Os valores mínimos absolutos foram, aproximadamente, -1,4°C, entre dez/10 e jan/11, tendo sido esse mesmo valor observado no período de dez/07 a jan/08 (Figura 1a).

Para o **OAS** foi observado que:

- Os valores máximos absolutos das anomalias absolutas da TSM foram aproximadamente, 1,2°C, entre dez/09 e jan/10, e 0,9°C entre dez/02 e jan/03;
- Os valores mínimos foram, aproximadamente, -0,99°C entre dez/99 e jan/00 e -0,9°C entre dez/11 e jan/12 (Figura 1b).

O número de casos de leptospirose, as anomalias de TSM (OPC e OAS) e a frequência da ZCAS-ENOS para os verões mais significativos entre 2002 a 2012, apresentaram valores próximos, a exemplo dos anos de 2002-2003 (0,98 e 0,9), 2008-2009 (-0,4 e -0,3), 2009-2010 (1,1 e 1,2) e 2011-2012 (-0,9 e -0,9), exceto nos verões correspondentes a 2003-2004 (0,4 e -0,68), 2006-2007 (0,8 e 0,46) e 2010-2011 (-1,4 e -0,48), cujos respectivos valores das anomalias para o OPC e OAS são mostrados entre parênteses. As máximas anomalias do OPC e OAS foram 1,1 °C e 1,2 °C, verificadas no trimestre DJF entre 2009/2010.

Figura 1 - Série temporal das anomalias de TSM (1998-2015) para as regiões do oceano Pacífico Central (OPC) (a) e oceano Atlântico Sul (OAS) (b)



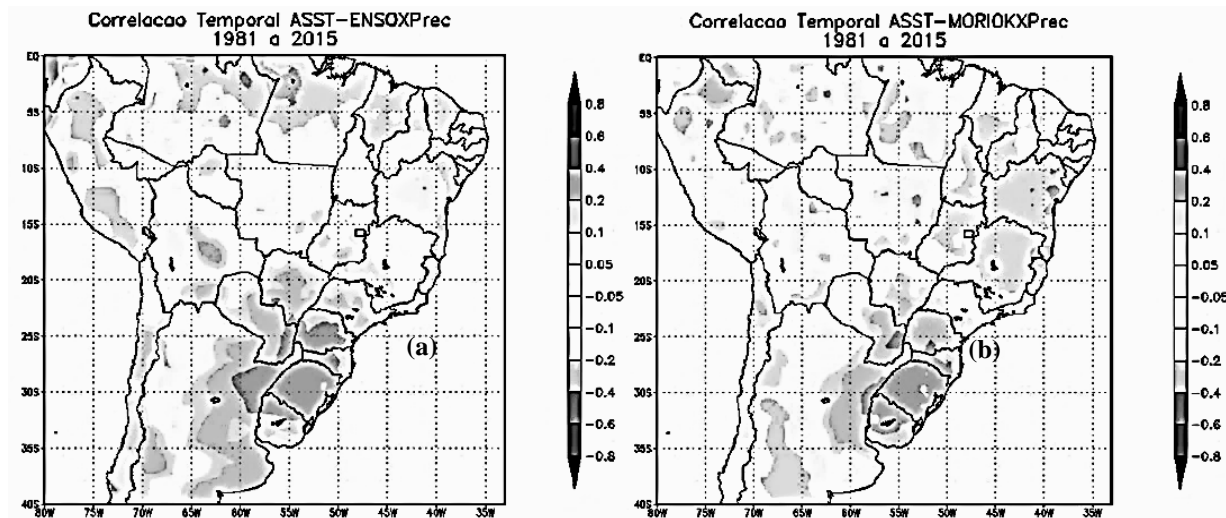
Fonte: NOAA

A correlação entre as anomalias da TSM e a precipitação no SE do Brasil mostrou que, para o OPC, não houve correlação significativa em grande parte do SE e na maior parte do estado mineiro, o que sugere que o ENOS praticamente não interfere no regime de precipitação no estado (Figura 2a). Enquanto que no OAS, houve correlação negativa com a ZCAS (Figura 2b), sugerindo que; águas anormalmente fria, favoreceram o aumento de precipitação no SE do Brasil, segundo padrão de sinais opostos que relaciona o deslocamento e intensidade da ZCAS através da “gangorra de precipitação” entre SE-S do Brasil (NOGUÉS-PAEGLE e MO, 1997; DIAZ et al., 1998; BARROS et al., 2000).

Esse resultado está de acordo com aquele aferido por Rosa [s.d.] ao analisar as principais características do regime climático e da precipitação no SESA. (SESA é definido como sendo a média espacial das anomalias de precipitação observada entre o setor Norte [28°S a 19°S] e o setor Sul: [37°S a 28°S]). Esse autor observou para a região do SESA-N (inclui o Sul e parte do SE brasileiro), a distribuição espacial das anomalias de precipitação durante os eventos do DAS em resposta as anomalias de TSM (OAS), os efeitos sobre a precipitação no SESA incluem as fases positiva (+) e negativa (-). O autor concluiu que para o SESA-N na Fase (+) se observa anomalia positiva sobre quase toda a área, principalmente próximo ao litoral e a noroeste, com valores que chegam a 0,6 cm/mês e 0,4 cm/mês, respectivamente. Nas demais regiões, verificaram anomalias de $\pm 0,2$ cm/mês. Além disto, na fase (+) as anomalias de precipitação apresentaram menor amplitude do que durante a fase (-). Na Fase (-) a anomalia de precipitação foi negativa e a amplitude média foi de aproximadamente -0,3 cm/mês.

A Tabela 3 apresenta os verões chuvosos que tiveram repercussões significativas no aumento do número de casos da doença. Os dados apresentados se referem ao trimestre DJF e o quadrimestre DJFM e permitem fazer uma análise comparativa entre ambos os períodos (DJF e DJFM), bem como justifica a opção de se trabalhar o trimestre DJF. O mês de abril, sob a ótica da epidemiologia descritiva, revela-se importante e crítico em razão da média histórica mensal de 10,4 casos, a qual supera a média de dezembro (8,2 casos). Consequentemente, o montante total de casos observados em março (717) é superior àquele registrado em dezembro (561). Todavia, do ponto de vista do estudo sinótico da meteorologia, o mês de março não é tão relevante, tendo em vista que o total mensal de casos da doença apresenta um “lag” de defasagem em relação ao período de ocorrência das anomalias de precipitação, as quais ocasionaram as inundações/alagamentos que favoreceram a transmissão da doença (Tabela 3). Essa defasagem se refere ao período de incubação da doença, que pode variar de 1 a 30 dias (em média 7-14 dias), de acordo com LEVETT (2001).

Figura 2 - Correlações temporais das anomalias das TSM: ENOS-Precipitação e MORIOKA-Precipitação (1981–2015), para as regiões do OPC (a) e OAS (b).



Fonte: NOAA

Tabela 3 – Comparativo entre o total de casos de leptospirose no trimestre (DJF) e o quadrimestre (DJFM) chuvoso de Minas Gerais, entre 1998-2012.

ANO/TRIMESTRE	D	J	F	M	TOTAL DJF	TOTAL DJFM
97/98	---	3	11	9	14	23
98/99	---	3	8	9	11	20
99/00	2	13	18	15	33	48
00/01	9	2	7	4	18	22
01/02	1	8	9	6	18	24
02/03	2	42	24	8	68	76
03/04	8	28	11	9	47	56
04/05	7	16	7	13	30	43
05/06	10	11	7	9	28	37
06/07	11	13	23	10	47	57
07/08	5	14	15	7	34	41
08/09	8	23	17	16	48	64
09/10	21	24	8	26	53	79
10/11	16	26	9	8	51	59
11/12	7	45	9	7	61	68
MÉDIA	8,2	18,1	12,2	10,4	37	48
TOTAL					561	717

Fonte: Elaborado pelos autores, segundo dados mensais de leptospirose e de precipitação disponibilizados, respectivamente, pelo DATA-SUS e INMET.

O quadrimestre DJFM é, de fato, o período mais importante e crítico da doença para a saúde pública, no tocante ao aumento dos casos no estado, uma vez que esse quadrimestre explica aproximadamente 53% de todos os casos ocorridos ao longo do ano. Todavia, do ponto de vista sinótico, as anomalias de precipitação estão diretamente relacionadas à ZCAS que apresenta o máximo sinal de atividade no trimestre DJF, enquanto durante o mês de março o sistema apresenta pouca ou nenhuma atividade, de tal forma que, praticamente, não são observadas anomalias positivas na precipitação desse mês ao longo da série. Isto parece justificar o fato de que a maior parte do total de casos, registrados nesse mês, se refere a casos remanescentes do mês anterior (fevereiro), levando em conta o “lag” de defasagem de 15-30 dias, desde o momento da contaminação do indivíduo durante as ocorrências de inundações/alagamentos, até a data de manifestação/notificação da doença, em razão do longo período de incubação da mesma.

CONCLUSÕES

A frequência dos casos de leptospirose em Minas Gerais durante associações de ZCAS-ENOS de Alta Frequência (7 episódios de ZCAS/trimestre) totalizaram 146 casos, com ocorrência predominantemente em anos de La Niña (2007/2008, 2010/2011 e 2011/2012), exceto em 2006/2007, ano em que ocorreu El Niño. As associações de ZCAS-ENOS com Média Frequência (5-6 episódios de ZCAS/trimestre) totalizaram 196 casos, com ocorrência predominantemente em anos de El Niño (2002/2003, 2003/2004, 2005/2006 e 2009/2010), exceto em 2008/2009, ano em que ocorreu La Niña. Os maiores totais (68 e 61 casos) ocorreram nos verões de 2002/2003 e 2011/2012 e corresponderam a eventos de El Niño e La Niña, respectivamente.

A correlação entre as anomalias da TSM-Precipitação no SE do Brasil com o OPC e OAS mostrou, para o OPC, que, não houve correlação significativa em grande parte do SE e em MG, ou seja, o ENOS praticamente não interfere no regime de precipitação do estado. Enquanto que para o OAS, a correlação com a ZCAS foi negativa, indicando que águas anormalmente fria favoreceram o aumento de precipitação no SE do Brasil, segundo o padrão de sinais opostos que relaciona o deslocamento e intensidade da ZCAS através da “gangorra de precipitação” entre SE-S do Brasil (NOGUÉS-PAEGLE e MO, 1997; DIAZ et al., 1998; BARROS et al., 2000).

Com base na análise das ocorrências de associações de ZCAS-ENOS, de Alta e Média Frequência, é plausível supor que essas associações apresentam marcante assinatura no aumento dos casos de leptospirose em Minas Gerais, uma vez que esse último se relaciona às anomalias positivas de precipitação no estado, já evidenciadas por Dutra et al. (2015). Essas anomalias ocasionam inundações/alagamentos nas cidades mineiras, sobretudo nos meses de DJF, período em que se observa melhor sinal de atividade da ZCAS (Villela, 2003; Grimm, 2011; Ferreira et al., 2004; Quadro, 2012) e os maiores totais da doença (Dutra et al., 2015). Além disso, os processos de inundações/alagamentos são mais recorrentes no sudeste do estado, onde se observa aumento significativo da doença nas mesorregiões inseridas nesse setor, especialmente em anos de El Niño. Alguns autores reconhecem a influência do ENOS na distribuição espaçotemporal das precipitações em MG (Abreu, 1998; Cupollilo, 2008). De acordo com Tomaziello e Gandu (2013), os eventos de ZCAS ocorridos durante o El Niño mostram que a ZCAS tende a ocupar posição mais oceânica, enquanto que nos anos de La Niña, sua posição é mais continental. Em ambas as situações, o setor sudeste de MG, quase sempre apresentou anomalias positivas de precipitação (DUTRA et al., 2015).

Por fim, estão sendo concluídos estudos complementares e mais aprofundados acerca dos anos em que se verificaram essas associações (ZCAS-ENOS), sobretudo, no tocante a circulação atmosférica e a contribuição do relevo no aumento de casos da doença, especialmente, no setor sudeste de MG.

Esta pesquisa tem caráter multidisciplinar, portanto, convidamos aos leitores que não estão familiarizados com os termos técnicos na área de climatologia e meteorologia, a visitar as páginas abaixo, nas quais, estão disponibilizadas nomenclaturas relacionadas a essas áreas e que, facilitarão a compreensão na leitura desse artigo.

[1] <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>

[2] <http://www.meteo-allerta.it/it/meteo/glossario-meteorologico.html>

[3] <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=glossario>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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: 10/03/2012.
- 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. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2000.63.249>
- ASSUNÇÃO, H.F. **Textos sobre climatologia**, UFG, Departamento de Geografia, Jatai, GO, 1998.
- BARBIERO V. K. **Urban health: it's time to get moving!** Glob Health Sci Pract. 2 (2), p. 139-144. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9745/GHSP-D-14-00071>. Acessado em: 02/05/2017. <https://doi.org/10.9745/GHSP-D-14-00071>
- BARROS, V. GONZALEZ, M., LIEBMANN, B. et al. et al. **Influence of the South Atlantic Convergence Zone and South Atlantic sea surface temperature on interannual summer rainfall variability in Southeastern South America**. Theoretical and Applied Climatology, v. 67, p. 123-133, 2000.
- 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 Degradation and Human Health. Climate Change. Nova Deli: Springer Publisher, Book Part III, p. 315-324, 2014. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7890-0_13
- CPTEC, **Boletim de Climanálise do Centro de Previsão Tempo e Clima – INPE**. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>. Acesso em: 05/05/2014.
- DATA-SUS, **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: 10/04/2012.
- CUPOLILLO, F. **Diagnóstico hidroclimatológico da bacia do Rio Doce**. 2008. 153p. Tese de Doutorado em Geografia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- DUTRA, F. R. L. S.; VALADÃO, R. C.; CONFALONIERI, U. E., MULLER, G. V.; QUADRO, M. F. L. **A influência da variabilidade da precipitação no padrão de distribuição dos casos de leptospirose em Minas Gerais, no período de 1998 – 2012**. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde - HYGEIA, ISSN: 1980-1726, 11 (20): 106 - 126, Jun/2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia>. Acesso em: 10/05/2015.
- DIAZ, A. E.; STUDZINKI, C.D.;MECHOSO, C.R. **Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea temperature in the Pacific and Atlantic oceans**. Journal of Climate, Boston, v.11, n.2, p.251-271, 1998. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1998\)011<0251:RBPAIU>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1998)011<0251:RBPAIU>2.0.CO;2)
- FERREIRA, N. J., SANCHES, M., SILVA DIAS, M. A. F. **Composição da Zona De Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.1, 89-98, 2004.
- GAN, M. A.; KOUSKY, V. E. e ROPELEWSKI, C. F. **The South American Monsoon circulation and its relationship to rainfall over west-central Brazil**. J. Climate, vol. 17, pp. 47-66, 2004. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<0047:TSAMCA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<0047:TSAMCA>2.0.CO;2)
- GRIMM, A. M. **Interannual climate variability in South America: impacts on seasonal precipitation, extreme events and possible effects of climate change**. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. v. 25, n. 4, p. 537-554, DOI: 10.1007/s00477-010-0420-1, 2011. <https://doi.org/10.1007/s00477-010-0420-1>
- HUTTNER, M. D.; PEREIRA, H. C. P.; TANAKA, R. M. **Pneumonia por leptospirose**. J. Pneumol., v. 28, p. 229-232, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-35862002000400007>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25/09/2013.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas (1961 – 1990)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. 20/03/2012.

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. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)80012-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)80012-9)

KOBAYASHI, Y. **Clinical observation and treatment of leptospirosis**. *J. Infect. Chemother*, v. 7, p. 59-68, 2001. <https://doi.org/10.1007/s101560100011>

KRISHNAMURTY, T. N.; KANAMITSU, M.; KOSS, W. J.; LEE, J. D. **Tropical east-west circulations during the northern winter**. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 30, p. 780-787, 1973. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1973\)030<0780:TECDTN>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1973)030<0780:TECDTN>2.0.CO;2)

LEVETT, P. N. **Leptospirosis**. *Clin. Microbiol.*, v. 14, p. 296, 2001. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.2.296-326.2001>

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: 15/08/2013.

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

MARENGO, J. A. **The characteristics and variability of the atmospheric water balance in the Amazon basin: Spatial and temporal variability**. *Climate Dynamics*, v.24, p.11-22, 2005. <https://doi.org/10.1007/s00382-004-0461-6>

MASI, E. **Análise de intervenção em séries temporais de dengue e leptospirose da cidade de São Paulo: influência de fatores políticos, administrativos, técnicos e ambientais**. Tese de Doutorado da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - USP, impressa em Catálogo da USP, 176 páginas, 2014.

MAXWELL, D. L.; SATAKE, E. **Research and statistical methods in communication disorders**. USA: William & Wilkins, 1997.

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.

MESQUITA, M. E. A. **Geografia da saúde: um estudo sobre clima e saúde**. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, Universidade de São Paulo. 20 a 26 de março, 2005. Disponível em: <http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Climatologia/07.pdf>. Acesso em: 17/10/2015.

MORIOKA, Y., TOZUKA, T., YAMAGATA, T. **On the growth and decay of the subtropical dipole mode in the South Atlantic**. *Journal of Climate*. v. 25, p. 5538-5554, 2011. <https://doi.org/10.1175/2011JCLI4010.1>

NOAA, **National Oceanic and Atmospheric Administration**. Disponível em: <ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/wd52ws/SA/>. Acesso em: 30/04/2015.

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_mega_cidades.pdf. Acesso em 15/04/2015.

- NOGUÉS-PAEGLE, J. e MO, K. C. **Alternating wet and dry conditions over South America during summer.** Mon. Wea. Rev., Vol. 125, pp. 279-291, 1997. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1997\)125<0279:AWADCO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1997)125<0279:AWADCO>2.0.CO;2)
- OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, Universidade São Paulo, São José dos Campos, 1986.
- OLIVER, J. F.; FAIRBRIDGE, R. W. **Enciclopédia of climatology.** New York: V. N. Reinhold, 1987.
- PELISSARI, 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., SILVA DIAS, M. A. F., HERDIES, D. L., GONCALVES, L. G. G. **Análise Climatológica da Precipitação e do Transporte de Umidade na Região da ZCAS Através da Nova Geração de Reanálises.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.27, p.152-162, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862012000200004>
- QUADRO, Mário Francisco Leal. **Estudo de episódios de zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. 1994.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, Universidade São Paulo, São José dos Campos, 1994.
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. da; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica.** Revista brasileira de meteorologia, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.
- ROSA, E. B. A. **Variabilidade do Atlântico Sul e sua relação com a precipitação no Sudeste da América do Sul.** Trabalho de Conclusão de Curso em Oceanografia, apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, [s.d].
- SANT'ANNA NETO, J. L. **Decálogo da Climatologia do Sudeste Brasileiro.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 1, n. 1, dez., 2005.
- SATYAMURTY, P.; Rao V.B. **Zona de Convergência do Atlântico Sul.** Climanálise, v. 3, n. 3, p. 31-35, 1988.
- SILVA, A.E. **Variabilidade da Circulação e Umidade no Regime de Monção da America do Sul.** Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em <http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_ana_e_silva.pdf>. Acesso em: 05/07/2013.
- STRETEN, N. A. **Some characteristics of the satelliteobserved bands of persistent cloudiness over the Southern Hemisphere.** Monthly Weather Review, v. 101, n. 6, p. 486-495, June, 1973. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1973\)101<0486:SCOSBO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1973)101<0486:SCOSBO>2.3.CO;2)
- TALJAARD, J. J. **Synoptic meteorology of the Southern Hemisphere.** In Newton. C.W. ed. Meteorology of the Southern Hemisphere. American Meteorological Society, Boston, MA. 1972.
- TOMAZIELLO, A. C. N.; GANDU, A. W. **Impacto da temperatura da superfície do mar na simulação da Zona de Convergência do Atlântico Sul.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.3, 291 - 304, Setembro, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000300006>
- VILLELA, J. R. **A zona de convergência do Atlântico Sul: novo fenômeno explica chuvas que marcaram o verão.** Scientific American Brazil, p. 14-15, abr. 2003.
- XIE, P.; CHEN, M.; SHI, W. **CPC unified gauge analysis of global daily precipitation.** To be submitted to J. Hydrometeor. 2010. Disponível em: https://ams.confex.com/ams/90annual/techprogram/paper_163676.htm. Acessado em: 10/08/2016.