ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Variabilidade da Dengue e do Clima em Porto Alegre/RS de 2012 a 2017

Erika Collischonn¹, Bianca Marques Maio², Ricardo Brandolt³

¹ Prof^a. Dr^a. em Geografia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS, Brasil ecollischonn@gmail.com. ² Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS - biankamaio@hotmail.com. ³ Geógrafo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS, Brasil - brandolt.ric@hotmail.com.

Artigo recebido em 02/08/2019 e aceito em 01/11/2019

RESUMO

O El Niño/Oscilação Sul (ENOS) é uma oscilação conjunta oceano-atmosfera, que altera a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a pressão, o vento e a convecção tropical, principalmente no Oceano Pacífico, porém com reflexos na circulação atmosférica e no padrão de distribuição da precipitação em outras áreas do planeta, incluindo o sul do Brasil, conforme já comprovado por vários autores. Essa alteração de padrões pode aumentar o número de pessoas expostas a doenças, como a dengue, aumentando a probabilidade de surtos ou epidemias. Neste trabalho, o recorte temporal escolhido, de 2012 a 2017, abrange os dois anos em que mais casos de dengue autóctone ocorreram em Porto Alegre (2013 e 2016). Para o período, analisaram-se variabilidades a partir dos seguintes dados: Índice Niño 3.4 (NOAA); médias e totais mensais de elementos meteorológicos e as normais climatológicas 1981-2010 de Porto Alegre (WMO 83967- INMET); casos confirmados de dengue por semana epidemiológica e ano (SINAN-RS); dias com presença de jatos de baixos níveis (JBN) sobre Porto Alegre (Projeto Rios Voadores e INPE/CPTEC). A partir da organização destes dados, foi constatada uma correspondência entre o El Niño muito forte ocorrido em 2016, a presença quase constante dos JBN sobre Porto Alegre, precipitação bem superior à normal e o maior número de casos de dengue autóctone já registrado até então. Discute-se também as diferenças e semelhanças deste ano com o de 2013, que foi o segundo ano em registros de dengue autóctone.

Palavras-chave: El Niño, Jato de Baixos Níveis, precipitação, temperatura, vento, dengue.

Variability of Climate and Dengue Fever Cases in Porto Alegre/RS from 2012 to 2017

ABSTRACT

The El Niño / Southern Oscillation (ENSO) The El Niño-Southern Oscillation (ENSO) cycle causes ripples through the global climate, changing air currents and rainfall patterns, The effect on the climate of southern Brazil was evidenced by several authors. The shifts in Niño years can increase the number of people exposed to a disease, such as dengue, increasing the likelihood of an outbreak. In this work, we analyzed a period of time that covers the two years in which more cases of autochthonous dengue fever occurred in Porto Alegre (2013 and 2016). For this period, variability was analyzed from the following data: Niño 3.4 (NOAA), monthly mean and cumulative meteorological data and climatological normal 1981/2010 of Porto Alegre (WMO 83967- INMET); confirmed cases of dengue fever per epidemiological week and per year (SINAN-RS); days with presence of low level jets (JBN) over Porto Alegre (INPE/CPTEC). The organization of these data showed correspondence between the very strong El Niño occurred in 2016, the almost constant presence of the JBN over Porto Alegre, the most intense and frequent precipitation, and the highest number of autochthonous dengue cases ever recorded. We also discuss the differences and similarities of this year with that of 2013, which was the second year in autochthonous dengue fever records.

Keywords: El Niño, Low Level Jet, precipitation, temperature, wind, dengue fever.

Introdução

A análise que se apresenta neste artigo foi realizada no contexto do projeto de pesquisa “Clima e dengue nas cidades brasileiras (Processo CNPq 404204/2013-9 – I). Entre as cidades escolhidas para estudo esteve Porto Alegre, Collischonn, E., Maio, B.M., Brandolt, R.

capital nos subtrópicos brasileiros, na qual a incidência de dengue ainda é baixa segundo parâmetros do Ministério da Saúde e a ocorrência da doença é muito variável de um ano para o outro. Esta cidade, contudo foi incluída na pesquisa porque estudos preveem um aumento no

potencial anual epidêmico da dengue nas regiões subtropicais (Hales, et. al. 2002; Lafferty, 2009; Thai e Anders, 2011). A relação entre clima e doenças é, em geral, difícil de discernir de outras conexões relacionadas a fatores ambientais e socioeconômicos. No entanto, segundo Randolph e Rogers (2002) nas enfermidades transmitidas por mosquitos, como a dengue, este vínculo é mais consistente. O clima afeta direta e indiretamente tanto o vírus quanto o seu vetor. A influência direta que mais tem sido estudada relaciona-se às variáveis temperatura e da precipitação.

A temperatura, por um lado, induz as taxas de reprodução e crescimento do vetor, assim como seu comportamento e sobrevivência; por outro lado, controla a replicação viral interna ao mosquito. A variabilidade da precipitação controla a disponibilidade de habitat para as larvas e pupas do mosquito. Como alta temperatura também indica alta taxa de evaporação, a variável também é um controle chave na disponibilidade de habitat para a reprodução do vetor. Incidência de dengue tem sido associada com índices de vegetação, cobertura arbórea, qualidade da habitação e cobertura de solo do entorno. Portanto, como bem observaram Morin et al. (2013) também indiretamente, precipitação, temperatura e umidade contribuem para promover ou impedir o aumento da população vetorial.

Porto Alegre, pela sua posição subtropical, apresenta um período do ano que propicia o desenvolvimento do vetor da dengue e outro que, na condição natural, não o favorece, quando as temperaturas médias ficam inferiores a 20°C. Mas nem todos os anos são iguais quanto a distribuição da temperatura e precipitação. Em alguns anos chove mais e as temperaturas já são mais altas na primavera; noutros anos, os meses de verão são mais secos e frescos, e ainda em outros anos o início do outono é chuvoso e quente.

O objetivo deste artigo foi analisar a variabilidade dos principais elementos do clima e de alguns de seus controles ligados a posição dos sistemas de pressão e ventos, na sua relação com a ocorrência de dengue em Porto Alegre. O recorte temporal considerado abrange período de 2012 a 2017. Analisa-se variabilidade dos dados mensais em torno da normal climatológica na busca por anomalias no período. Concomitantemente, considera-se a possível conexão entre esta variabilidade e o fenômeno El Niño - Oscilação Sul (ENOS) para o qual já foram comprovadas associações com surtos e epidemias de dengue em outros países (Gagnon et al. 2001; Cazelles et al. 2005; Johannson et al., 2009; Vincenti-Gonzalez et al. 2018).

O ENOS é uma oscilação conjunta oceano-atmosfera, que altera a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a pressão, o vento e a convecção tropical, principalmente no Oceano Pacífico, porém com reflexões em outras áreas do planeta, incluindo o sul do Brasil (Grimm, 2009).

O Índice de Niño Oceânico (ONI) é o principal indicador da agência NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) para monitorar as características térmicas do Oceano Pacífico. O ONI rastreia a temperatura média da superfície do mar em três meses no Pacífico tropical leste-central (5° N-5° S, 120°-170° W), a área denominada Niño 3.4. Quando por cinco meses consecutivos os valores obtidos com relação a média, forem iguais ou superiores de 0,5°C há ocorrência de El Niño (EN) e quando cinco valores consecutivos forem iguais ou inferiores a -0,5°C, está ocorrendo um La Niña (LN).

Já a Oscilação Sul é a componente atmosférica do ENOS que, segundo Pereira, et al. (2017, p.294) corresponde a flutuações na pressão atmosférica ao nível médio do mar entre a alta subtropical do Pacífico Sudeste e a baixa pressão no norte-nordeste da Austrália. Esta também é monitorada através de um índice (Índice de Oscilação Sul -IOS). Quando há El Niño (anomalias positivas de TSM), o IOS é negativo, e quando há La Niña (anomalias negativas de TSM), o IOS é positivo.

O estudo foi realizado a partir dados secundários, quais sejam: registros de dengue semanais e anuais do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SES-RS/DVE/CEV); dados diários do INPE/CPTEC sobre presença jatos de baixos níveis (JBN), dados mensais e normal climatológica (NC-1981/2010) de temperatura e precipitação da estação meteorológica Porto Alegre (WMO 83967-INMET). Foram utilizados ainda, dados de variabilidade do Índice do Niño Oceânico já organizados por pesquisadores da NOAA.

O artigo inicia com uma caracterização rápida de Porto Alegre no contexto da dengue e, nas seções seguintes, atem-se ao recorte temporal definido para analisar: a variabilidade mensal e anual relacionada ao ENOS, a distribuição dos dias com presença de jatos de baixos níveis na atmosfera de Porto Alegre e a variabilidade de elementos do tempo e do clima em relação à normal climatológica no período. Assume-se como pressuposto, que a ocorrência de dengue de um ano tem relação com o clima do inverno e primavera do ano anterior, bem como das características do verão e outono do ano corrente (aproximadamente o mesmo período de vigência

dos eventos ENOS). Portanto, para a dengue ocorrida em 2013 foram considerados os dados de julho de 2012 até junho de 2013 e, assim, sucessivamente para os demais anos.

A localização de Porto Alegre e seu contexto quanto a dengue

Porto Alegre é a capital mais meridional do Brasil, com uma população estimada em 1.484.941 habitantes (IBGE, 2017), que praticamente estabilizou seu crescimento populacional nos últimos 20 anos, mesmo assim, a área construída continuou se expandindo. As áreas

mais densamente urbanizadas concentram-se, predominantemente, no centro e norte do município, mas também ocorrem alguns núcleos mais adensados ao sul (Figura 1). Como o mosquito da dengue possui hábitos domésticos, a dispersão urbana do dengue ocorre principalmente domicílio-a-domicílio. Assim, a ocorrência dos casos fundadores (importados) da doença e a atuação do mosquito na dispersão do vírus ficam mais restritos a área de ocupação urbana densa (destacada em rosa na Figura 1).

Figura 1. Localização de Porto Alegre/RS e distribuição das áreas mais e menos urbanizadas no município.

No estado do Rio Grande do Sul, há registros de circulação de casos importados de dengue desde 1996. Esta situação de casos diagnosticados no estado somente para pessoas que contraíram a doença em outros estados do país, ou no exterior, mudou no ano de 2007, quando houve a confirmação dos primeiros casos de dengue autóctone, ou seja, com transmissão local, nas regiões noroeste e norte do Estado (Tumioto et al., 2013). Há uma grande variabilidade interanual e espacial dos casos positivos de dengue no território gaúcho, ora estes casos ocorrem mais no norte e noroeste do estado, ora na região metropolitana e mais especificamente, em Porto Alegre (Collischonn, Dubreuil e Mendonça, 2018).

A morbidade de um agravo é expressa pela taxa de incidência da doença, por exemplo, o Collischonn, E., Maio, B.M., Brandolt, R.

número de casos novos confirmados de dengue, por 100 mil habitantes, na população residente em determinado espaço geográfico, em um ano considerado. Para a dengue, o Ministério da Saúde considera três níveis de incidência: baixa (menos de 100 casos/100 mil habitantes), média (de 100 a 300 casos/100 mil habitantes) e alta (mais de 300 casos/100 mil habitantes) (BRASIL, 2002). A taxa de incidência é um importante indicador de alerta e ajuda a orientar as ações de combate à dengue.

No país como um todo, as maiores epidemias ocorreram nos anos de 2015 e 2016, seguidos por 2013 e 2010, todas com mais de 1 milhão de casos (BRASIL.MS, 2017). Em Porto Alegre, a taxa máxima de incidência de dengue foi de 21,6 casos/100 mil habitantes em 2016, seguido de 2013, quando chegou a 15,57 casos/100 mil habitantes (PMPA/SMS/CGVS,

2017). Nos demais anos, a taxa não ultrapassou os 5 casos/100.000 habitantes e ainda não houve registro de morte por dengue em Porto Alegre.

Somente a partir de 2013, o número de casos autóctones passou a ser mais significativo (219), dos quais 149 autóctones e 69 importados. Em 2015, foram 75 casos, dos quais somente 17 autóctones. Em 2016 foi confirmado o maior número de casos em Porto Alegre (363 no total), dos quais o número de casos autóctones foi seis vezes superior ao de casos importados.

A Figura 2 apresenta a distribuição dos casos confirmados de dengue autóctone ocorridos em Porto Alegre (2012-2017) ao longo do ano, considerando a Semana Epidemiológica de Notificação. O mês de janeiro, normalmente corresponde às semanas de 1 a 4, o mês de fevereiro de 5 a 9, março de 10 a 13, o mês de abril de 14 a 17 e assim por diante. Assim, observa-se que a maior parte dos casos confirmados autóctones tem ocorrido de janeiro e maio, sendo que o máximo na soma dos anos ocorre na metade do mês de março.

Figura 2. Distribuição dos casos de dengue autóctone (2012-2017) por semana epidemiológica de notificação.

Fonte: Secretaria Estadual da Saúde RS/DVE/CEVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan, 2018.

Esta distribuição por semana epidemiológica demonstra que a sazonalidade, marcada pela variação de temperatura em Porto

Alegre (figura 3), é um fator fundamental na distribuição temporal deste agravo.

Figura 3. Normais climatológicas de Porto Alegre (INMET, 1981-2010).

Fonte: INMET, 2018. (Organizado por Erika Collischonn).

Segundo a normal climatológica (1981-2010) da estação INMET nº 83967, em Porto Alegre, a temperatura média máxima ocorre em janeiro (20,6°C) e a mínima em julho (13,8°C) e as condições mais propícias ao desenvolvimento do vetor da dengue vão de novembro (21,5°C) a abril (20,3°C). Quanto à precipitação, registram-se valores médios de 1425,2mm anuais e não há uma sazonalidade marcada na normal climatológica. Considerando a média, não há mês do ano com menos de 90mm de precipitação, mas a disponibilidade de água para garantir os criadouros de mosquitos não se refere a esta média de precipitação, e sim a forma como a chuva se distribuiu ao longo do mês, dos totais mensais de precipitação mensais e de sua variação de um ano para o outro.

Finalizando a contextualização da situação desta doença de notificação compulsória em Porto Alegre, é necessário frisar, o que afirmaram Barcellos et al. (2005): as ocorrências autóctones em Porto Alegre refletem um quadro de epidemias na zona tropical, uma vez que, neste município, verifica-se a incidência do vírus a partir de casos importados (sejam do Brasil ou exterior). Assim, a partir destes casos fundadores, havendo uma população significativa do mosquito transmissor na cidade, ocorre a dispersão do vírus. A contração do vírus pode ser assintomática, de

modo que o indivíduo contaminado que não apresentou sintomas não sabe que teve dengue. O quadro sintomático é o que pode acabar se transformando num caso registrado de dengue, agora, autóctone.

Variabilidade do El Niño - Oscilação Sul de 2012 a 2017

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) tem um efeito significativo sobre a variabilidade climática no Sul do Brasil, como já foi amplamente divulgado pela comunidade científica (por exemplo, Rao e Hada, 1990; Grimm et al., 2000, 2009; Pezzi e Cavalcanti, 2001; Berlato e Fontana, 2003). As fases opostas desta oscilação, El Niño (EN) e La Niña (LN), alteram, principalmente, o padrão de distribuição da precipitação nesta porção do país.

Os efeitos das anomalias positivas ou negativas ligadas ao ENOS começam a ser sentidos no segundo semestre de um ano e estendem-se normalmente até a primeira metade de outro ano, sendo composto por duas fases distintas a El Niño ou fase quente e a La Niña ou fase fria (Berlato et al. 2005).

A variabilidade do Índice do Niño Oceânico de julho de 2012 a julho de 2017 está representada na figura 4.

Figura 4. Variação dos valores mensais do Índice Niño 3.4 de julho de 2012 a julho de 2017.

Fonte: Adaptado de NOAA, 2018.

As condições do El Niño (amarelo no gráfico) estão presentes quando o Índice do Niño Oceânico é de +0,5°C ou superior, indicando que o Pacífico tropical centro-leste é significativamente mais quente que o normal. As condições do La Niña (azul) existem quando o Índice do Niño Oceânico é -0,5°C ou menor, indicando que a região é mais fria que o normal. Por este índice, o período analisado neste trabalho, foi mais positivo que negativo.

Collischonn, E., Maio, B.M., Brandolt, R.

De novembro de 2014 a maio de 2016 ocorreu El Niño. De acordo com a metodologia de Null (2018; <http://ggweather.com/enso/oni.htm>), que classifica a intensidade dos eventos ENOS obtidos com o ONI, de novembro de 2014 a maio de 2015, ocorreu um EN fraco (ONI entre 0,5 e 0,9 °C), de junho a julho moderado (ONI entre 1,0 e 1,4 °C), agosto (forte entre 1,5 e 1,9 °C) e muito forte de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, quando as anomalias de TSM estiveram maiores

ou iguais a 2,0 °C. De acordo com L'Heureux et al. (2016), o EN 2015/2016 está entre os eventos mais fortes ocorridos desde 1950.

Houve também um período de La Niña fraco, mas que durou apenas cinco meses, de agosto a dezembro de 2016. Em períodos de LN, normalmente, chove menos que a média em Porto Alegre, porque os sistemas frontais passam mais rapidamente. Os períodos entre julho de 2012 e outubro de 2014 e entre janeiro e julho de 2017 foram neutros quanto ao ENOS. O conjunto dos anos tendeu mais para as variações positivas do índice do Niño Oceânico, o que para o sul do Brasil significa variação positiva na precipitação.

Variabilidade dos jatos de baixos níveis na atmosfera de Porto Alegre

Em função do efeito da Oscilação Sul, segundo Pereira et al. (2017), em anos de La Niña, as frentes frias se deslocam com mais rapidez resultando em menores acumulados de precipitação no Rio Grande do Sul. Já em anos de El Niño forte chove bem mais que a média na primavera e começo do verão (outubro, novembro e dezembro) no ano inicial do evento, e no final do outono e começo do inverno (abril, maio e junho) do ano seguinte (Berlato e Fontana, 2003; Grimm, 2009).

Esta maior pluviosidade Pereira et al. (2017, p.294) explicam por um processo de teleconexão. A intensa transferência de calor latente para a atmosfera por evaporação no Pacífico Equatorial faz aumentar o gradiente

horizontal de temperatura trópicos-extratrópicos, o que contribui para intensificar a corrente de jato subtropical. Com isto se altera o padrão das ciclogêneses no Globo. No Sudeste da América do Sul, em anos de EN fortes, há um ligeiro aumento na densidade de ciclones extratropicais que apresentam uma pressão central mais profunda do que nos demais anos. A subsidência do ar no centro leste do Brasil criada pela célula de Walker, por sua vez, favorece deslocamento e intensificação do jato de baixos níveis (JBN) a leste dos Andes da região tropical para o sudeste da América do Sul.

Estes jatos, denominados didaticamente “Rios Voadores” pelos pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), transportam umidade para o sul do Brasil, o que pode contribuir para a ocorrência de ciclones mais intensos, bem como para uma maior frequência desses sistemas. Essa umidade, com maior frequência, se transforma em chuva.

O projeto Rios Voadores, em parceria com o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, de janeiro de 2012 até 24 julho de 2017, monitorou a chegada de JBN a algumas cidades brasileiras, dentre as quais Porto Alegre/RS. A coleta dos dados deste monitoramento resultou no gráfico (Figura 5) que indica o número de dias por mês em que Porto Alegre esteve sob influência da umidade proveniente da Amazônia entre julho de 2012 e junho de 2017

Figura 5: Número de dias no mês com presença de JBN em Porto Alegre de julho de 2012 a junho de 2017. Fonte: INPE/CPTEC, 2018. Organizado por Erika Collischonn.

Observa-se neste gráfico como foi significativo o aumento do número de dias do mês com a presença de Jatos de Baixos Níveis (JBN), entre junho e dezembro de 2015, que correspondeu ao auge do EL Niño 2015/2016. Além disso, da primavera de 2014 ao início de

2017 estes jatos estiveram presentes com maior frequência do que nos anos anteriores, ainda que com intervalos sem ocorrência.

Variabilidade dos elementos do clima

Nesta parte do trabalho exploraram-se as variabilidades e possíveis anomalias climáticas para o período 2012 a 2017, com base em dados mensais de alguns elementos climáticos (precipitação, umidade relativa do ar, vento e temperatura).

Quanto à precipitação anual (figura 6), no período analisado não houve um ano em que não

choveu pelo menos 15% a mais do que NC 1981-2010, mas, de julho de 2015 a junho de 2016, a precipitação superou em 39% esta média estatística. Neste período, o transporte de umidade pelos frequentes JBN certamente contribuiu para precipitações mensais superiores a 300mm, ocorridas em três meses (julho, outubro e março).

Figura 6. Precipitação total e umidade relativa média mensal, de julho de 2012 a junho de 2017.

Apesar de o parâmetro umidade relativa do ar não ser um indicativo direto da presença de umidade no ar em termos absolutos, por ser fortemente relacionado a temperatura, na figura 6, observa-se que no período vernal de 2015, quando os JBN foram mais frequentes, a umidade relativa manteve-se alta mesmo em dezembro, quando normalmente ocorrem os valores mais baixos.

Na comparação da velocidade média do vento ocorrida com a da NC-1981/2010 (Figura

7), primeiramente, visualiza-se o que os dados médios comprovam: nos dois primeiros anos, a velocidade do vento esteve um pouco acima da NC anual (2,3m/s) e nos três anos seguintes esteve abaixo desta média.

As temperaturas máxima, média e mínima anuais estiveram superiores à NC em todos os anos do período (figura 8)

Figura 8. Velocidade média mensal do vento de julho de 2012 a junho de 2017 e NC_1981-2010.

Figura 10. Média mensal de temperaturas máximas médias e mínimas de julho de 2012 a junho de 2017 e NC_1981-2010.

Fonte: Organizado por Collischonn (2018).

Na comparação das temperaturas máxima média e mínima mensais do período, em relação à média mensal da NC_1981-2010, o gráfico mostra como as máximas médias no final de 2012 e no verão de 2013/2014 estiveram 2°C superiores à média. Também se constata um padrão que se repetiu no mês de agosto, nos anos 2012 e 2015, nos quais as médias das temperaturas máximas, médias e mínimas superaram em pelo menos 3°C a NC. O calor fora de época que ocorreu em agosto nestes anos e a primavera chuvosa podem ter favorecido um maior desenvolvimento da população vetorial da dengue e a ocorrência da doença de forma sintomática, que levou mais pacientes às instituições de saúde em 2013 e 2016.

Em setembro de 2015, a Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde lançou alerta na imprensa sobre as semelhanças entre o que ocorria naquele ano e a primavera de 2012, ambos com as altas temperaturas no inverno, chuvas acima da média e diminuição no número de semanas com índice de infestação vetorial considerado satisfatório em relação a anos anteriores. Sobre este índice durante o período frio daquele ano, a bióloga Maria Mercedes Bendati afirmou: “Em 2015, tivemos 11 semanas de intervalo com índice satisfatório, enquanto a média de anos anteriores era superior a 20 semanas. Isso quer dizer que no inverno a população de mosquitos não baixou” (PMPA/CGVS/SMS, 2015).

Portanto, além de condições climáticas similares durante o inverno e primavera nos anos de 2012 e 2015, também se constatou a maior infestação do vetor da dengue, o que acabou resultando em maior número de registros de dengue no verão e outono dos anos seguintes. Mas, como observou Ferreira (2015) o simples aumento da abundância vetorial não é suficiente para prever epidemias de dengue. Dentre outros fatores, é preciso considerar, a circulação do vírus, o sorotipo viral e a imunidade da população.

Conclusões e Considerações Finais

Conforme escreveram Morin et al. (2013) o clima é um componente fundamental do sistema que resulta na ocorrência da dengue, já que atua sobre diferentes controles, porém as muitas não linearidades e respostas presentes no sistema criam dinâmicas complexas que não são fáceis de distinguir e enumerar.

O estudo que foi apresentado abrangeu algumas variáveis mensais do clima de Porto Alegre de 2012 a 2017. No quadro 1 apresenta-se uma síntese das variáveis analisadas, para cada ano do período definido como recorte temporal: classificação quanto ao ENOS, o número de vezes em que os JBN estiveram presentes, o total de precipitação anual, as médias térmicas e o número de ocorrências de dengue autóctone.

Quadro 1. Anos quanto ao tipo de ENOS, presença de JBNs, precipitação, temperatura e casos autóctones de dengue em Porto Alegre.

Anos	ENOS	JBN	Precipitação (mm)	T _{máx} (°C)	T _{méd} (°C)	T _{mín} (°C)	Casos dengue
2012/2013	Neutro	31	1427,1	26,4	20,2	16,0	150
2013/2014	Neutro	26	1625,6	25,8	20,0	16,0	6
2014/2015	El Niño fraco	37	1683	26,3	20,6	16,6	17
2015/2016	El Niño muito forte	109	1978,9	25,1	20,1	16,5	301
2016/2017	La Niña Fraco/Neutro	55	1673,2	25,9	20,2	16,1	0
Normal climatológica 1981/2010			1425,2	25,2	19,5	15,5	

Conforme indica a tabela, em todos os anos considerados, o total anual de precipitação foi superior a NC-1981/2010. Isto está em concordância com o previsto para o Sul do Brasil, quando há maior frequência positiva do índice Niño Oceânico.

O período que vai de julho de 2015 a junho de 2016, no qual ocorreu o El Niño classificado como muito forte, se destacou dos demais pela presença de JBN em 109 dias do ano, uma precipitação 39% superior à normal climatológica, média da temperatura mínima 1°C superior a NC e o máximo de casos dengue. Já no período 2012/2013, que resultou no segundo maior número de casos autóctones confirmados, só foram registrados 31 dias com presença de JBN e um total anual de precipitação similar a média. A discriminação mensal dos dados, porém, mostrou semelhança entre estes dois anos no que diz respeito as temperaturas mais altas no inverno e primavera, assim como, quanto a precipitação na primavera. Outro fator que concorreu para o maior número de casos, nestes anos, foi a manutenção de um elevado índice de infestação vetorial durante o inverno.

No último período (2016/2017), apesar de cinco meses de La Niña fraco, choveu 17% mais que a NC e os JBN atuaram em um de cada sete dias no ano. Não foram registrados casos autóctones de dengue neste ano, que teve o inverno e a primavera com temperatura próxima ou abaixo da NC.

Os resultados alcançados a partir de dados médios e totais mensais pode ter mascarado a sucessão dos tipos de tempo que propiciaram maior ou menor infestação vetorial, o que sugere uma análise climática a partir de dados diários, como a análise rítmica. Além do ENOS, outras teleconexões que alteram a circulação da atmosfera regional poderiam ser consideradas como fator de variabilidade do clima. Isto porque

também podem resultar em cadência diferenciada dos elementos do clima de um ano para o outro

Referências

- Barcellos, C., Pustai, A.K., Weber, M.A., Brito, M.R.V., 2005. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* Uberaba 38, 246-250.
- Berlato, M. A., Fontana, D.C., 2003. El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul. UFRGS Porto Alegre.
- BRASIL, 2002. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília: Ministério da Saúde.
- BRASIL, 2017. Ministério da Saúde. Resumo executivo Saúde Brasil 2015/2016: uma análise da situação de saúde e da epidemia pelo vírus Zika e por outras doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. Disponível: http://bvsms.saude.gov.br/publicacoes/resumo_saude_brasil_2015_2016. Acesso: jan. 2018.
- Cazelles, B., Chavez, M., McMichael, A., Hales, S., 2005. Nonstationary Influence of El Niño on the Synchronous Dengue Epidemics in Thailand. *PLoS Medicine* 2, e 106p.
- CGVS.SMS/PMPA, 2017. Monitoramento e controle vetorial de *Aedes aegypti*. Capacitação profissionais urgências e emergências – 12. Disponível: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/ondeestaoaedes/usu_doc/monitoramento_e_controle_aedes_-_urgencias.pdf. Acesso: jan. 2018.
- Collischonn E., Dubreuil V., Mendonça F.A., 2018. Variabilité du climat et de la dengue

- dans l'Etat du Rio Grande do Sul (Brésil) pour la période 2007 à 2017. XXXIE Colloque Annuel de l'Association Internationale de Climatologie (AIC 2018), NICE (FRANCE) de 4 a 7 de julho 2018, p. 319-324. Disponível: http://www.climato.be/aic/colloques/actes/Nice2018_actes.pdf. Acesso: 12 jul. 2018.
- Ferreira, D.A.C., 2015. Distribuição espaço-temporal do Aedes (Stegomyia) aegypti (Diptera: Culicidae) e casos de dengue e avaliação de variáveis climáticas em Porto Alegre (RS). 2015.102p. Dissertação (Mestrado). Belo Horizonte, UFMG/ICB.
- Gagnon, A., Bush, A., Smoyer-Tomic, K., 2001. Dengue epidemics and the El Niño Southern Oscillation. *Climate Research* 19, 35–43.
- Grimm, A.M., 2009. Clima da região Sul do Brasil. In: Cavalcanti, N., Ferreira, M.A., Silva Dias, M.A.F. (Org). *Tempo e Clima no Brasil*. 1ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- Grimm, A.M., Barros, V.R., Doyle, M.E., 2000. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate* 13, 35-58.
- Grimm, A., 2009. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: Cavalcanti, N., Ferreira, M.A., Silva Dias, M.A.F. (Org). *Tempo e Clima no Brasil*. 1ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- Hales, S., De Wet, N., Maindonald, J., Woodward A., 2002. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet*, 360, p. 830-834.
- INPE/CPTEC. Ocorrências de Rios Voadores. Projeto Rios Voadores. Disponível: http://meioambiente.cptec.inpe.br/rv/from_AM.php. Acesso: 8 jul. 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. «Dados da Rede do INMET». Disponível: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>. Acesso: 05 mar. 2018.
- Johansson M.A., Cummings, D.A.T., Glass, G.E., 2009. Multi-year variability and dengue: El Niño Southern Oscillation, weather, and dengue incidence in Puerto Rico, Mexico, and Thailand. *PLoS Med* 6: e168.
- Lafferty, K.D., 2009. The Ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology*, 90, p. 888-900.
- L'heureux, M., Takahashi, K., Watkins, A.B., Barnston, A.G., Becker, E.J., et al., 2015. Observing and Predicting the 2015-16 El Niño. *Bulletin American Meteorological Society*, v. 98, doi: 10.1175/BAMS-D-16-0009.1.
- Morin, C.W., Comrie, A.C., Ernst, K.C., 2013. Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environ Health Perspective* 121, p.1264–1272.
- NOAA. Climate.gov. Climate Variability: Oceanic Niño Index. Disponível: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>. Acesso: jun. 2018.
- Pereira, H.R., Reboita, M.S., Ambrizzi, T., 2017. Características da Atmosfera na Primavera Austral durante o El Niño de 2015/2016. *Revista Brasileira de Meteorologia* 32, 293-310.
- Pezzi, L.P., Cavalcanti, I.F.A., 2001. The relative importance of ENSO and tropical Atlantic sea surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South America: a numerical study. *Climate Dynamics* 17, .205-212.
- PMPA/CGVS/SMS. Vigilância em Saúde antecipa cenário da dengue para 2016. 29/09/2015. Portal de notícias da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Disponível: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/portal_pmpa_novo/default.php?p_noticia=181202&VIGILANCIA. Acesso: 05 mar. 2017.
- PMPA/SMS/ BOLETIIM SEMANAL CGVS. Dados dengue, zika, chikungunya 2016 - se 01 a se 52. Disponível: http://www.ondeestaoedes.com.br/default.php?reg=23&p_secao=41. Acesso: 05 mar. 2017.
- Randolph, S.E., Rogers, D.J., 2002. Remotely sensed correlates of phylogeny: tick-borne flaviviruses. *Exp Appl Acarol* 28, p.231–237.
- Rao, V.B., Hada, K., 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. *Theor. Appl. Climatol.*, v.42, p.81-90.
- RIOS VOADORES. Disponível: <http://www.riosvoadores.com.br>. Acesso: 22 mai. 2018.
- SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE DO RIO GRANDE DO SUL. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. RS.Sinan-RS-Net. DENGUE - Casos Confirmados, RS, SINAN ONLINE. Disponível: <http://200.198.173.165/scripts/deftohtm.exe?sn et/denguersnet>. Acesso: dez. 2017.
- Thai, K.T., Anders, K.L., 2011. The role of climate variability and change in the transmission dynamics and geographic distribution of dengue. *Exp. Biol. Med.*, 236, p. 944-954.
- Tumieto, G.L., Gregianinni, T.S., Dambros, B.P., Cestari, B.C., Nunes, Z.M.A., Veiga, A.B.V., 2014. Laboratory surveillance of dengue in Rio

Grande do Sul, Brazil, from 2007 to 2013.
PLoS ONE. v. 9, n. 8, Article e104394, 6 pp.
Vincenti-Gonzalez, M.F., Tami, A., Lizarazo, E.
F., Grillet, M.E., 2018. ENSO-driven climate

variability promotes periodic major outbreaks
of dengue in Venezuela. Scientific Reports 8,
Article number: 5727.