



O Impacto do El Niño nos Focos de Incêndio e Desconforto Térmico Humano no Brasil no Período entre o Verão de 2014/2015 e o Outono de 2016

The Impact of El Niño on Fire Outbreaks and Human Thermal Discomfort in Brazil in the Period Between Summer of 2014/2015 until the Autumn of 2016

Fernanda Rodrigues Diniz¹; Gustavo Santos Barbosa Miranda²;
Marina Piacenti-Silva² & Jeferson Prietsch Machado³

¹Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Rua do matão, 1226, 05508-090, São Paulo, SP, Brasil

²Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, 17033-360, Bauru, SP, Brasil

³Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Instituto de Oceanografia, Programa de Pós-Graduação em Oceanologia, Avenida Itália, km 8, 96203-900, Rio Grande, RS, Brasil

E-mails: fernanda_diniz2@live.com; mrnd.hml@gmail.com; marina.piacenti@unesp.br; jeferson.machado@furg.br

Recebido em: 21/03/2019 Aprovado em: 16/04/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_192_201

Resumo

O El Niño influencia os regimes de temperatura e precipitação do Brasil, causando períodos de seca e excesso de chuva em algumas regiões. Em períodos secos, os focos de queimadas naturais no Brasil tendem a aumentar principalmente no Centro-Oeste e Nordeste. Períodos de secas e altas temperaturas, além de favorecerem condições para incêndios naturais, também podem causar desconforto térmico na população. Nesse contexto, objetivou-se analisar os impactos causados pelo El Niño, entre o verão de 2014/2015 e o outono de 2016, na ocorrência de incêndios e desconforto térmico da população no Brasil. Os resultados mostraram que a estação da primavera de 2015 se mostrou a mais seca e mais quente, principalmente nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Além disso, a primavera de 2015 registrou o maior desconforto térmico devido ao calor e maior número de focos de incêndios no Brasil, cuja média de incêndios (1998 a 2014) é de 34.376 focos, mas que registrou 49.849 focos.

Palavras-chaves: El Niño; Queimadas; Desconforto térmico humano

Abstract

El Niño influences temperature and precipitation regimes in Brazil, causing periods of drought and excessive rainfall in some regions. In dry periods, the outbreaks of natural burning in Brazil tend to increase mainly in the Midwest and Northeast. Periods of drought and high temperatures, besides favoring conditions for natural fires, can also cause thermal discomfort in the population. In this context, the objective was to analyze the impacts caused by El Niño, between the summer of 2014/2015 and autumn of 2016, on the occurrence of fires and thermal discomfort of the population in Brazil. The results showed that the spring season of 2015 was the driest and with low relative humidity, mainly in the North, Northeast, Midwest and Southeast regions, which resulted in a greater heat discomfort due to the heat and the greater number of fire in Brazil, with an average (1998 to 2014) is 34,376 outbreaks and recorded 49,849 outbreaks during the spring of 2015, during 2015/2016 El Niño.

Keywords: El Niño; Burned; Human thermal discomfort

1 Introdução

O El Niño é uma anomalia da temperatura das águas superficiais do oceano Pacífico Tropical que ocorre entre as latitudes de 5°N e 5°S, causado pelo aquecimento irregular das águas do oceano na costa oeste americana. Este fenômeno climático influencia na circulação atmosférica do planeta Terra, provocando alterações no clima em diferentes partes do globo (Melo, 1999; Lizardo, 2015).

No Brasil, existem diversos estudos sobre os impactos do El Niño no país, seja em relação à mudança no regime de precipitação, temperatura do ar e conforto térmico humano (Moura *et al.*, 1998; Sansigolo *et al.*, 2000; Berlatto *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2011; Diniz *et al.*, 2018). De acordo com o estudo de Sansigolo *et al.* (2000), o El Niño altera o regime de precipitação das regiões brasileiras, fazendo com que ocorra redução de chuvas nas regiões Norte e Nordeste, e um aumento nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Em relação à temperatura do ar, de acordo com Grimm & Tedeshi (2009), o efeito do El Niño não é tão forte quanto sobre a precipitação, porém, o mesmo influencia no aumento da temperatura do ar, principalmente no Norte e Nordeste do país.

A alteração no regime de precipitação no Norte e Nordeste do Brasil, causada pelo El Niño provoca períodos de secas intensas, principalmente no interior da região Nordeste, devido ao deslocamento da célula de Walker e mudança do seu ramo descendente (Grimm & Tedeshi, 2009). Períodos secos e de calor intenso são condições favoráveis ao aumento de focos de incêndios naturais no Brasil, assim como também facilita a propagação de incêndios por indução humana (Grande & Messias, 2004).

O aumento de incêndios traz danos principalmente à biomassa brasileira, onde normalmente os focos de queimadas se iniciam. Além da biomassa, as queimadas são prejudiciais à saúde humana, das quais emitem gases e partículas nocivas à população (Dias, 2009). Estudos vêm demonstrando que as alterações climáticas provocadas pelo El Niño contribuem para um aumento em potencial do risco de queimadas no Brasil, principalmente nos biomas como a floresta amazônica (Barbosa & Fearnside, 1999; Diaz *et al.*, 2002; Grande & Messias, 2004).

As variações climáticas proporcionadas pelo fenômeno El Niño, além de fornecerem condições propícias para o aumento de incêndios, também podem provocar desconforto térmico na sociedade (Diniz *et al.*, 2018). O estudo de Diniz *et al.* (2018) mostrou que climatologicamente durante eventos de El Niño é possível observar alterações na escala de conforto térmico humano, sendo que há um aumento, apesar de pequeno, para o desconforto devido ao calor em todo o país, principalmente durante eventos considerados de forte intensidade.

O mais recente El Niño, considerado um dos mais forte já registrados foi o ocorrido entre o verão de 2014/2015 até o outono de 2016, também conhecido apenas como El Niño 2015/2016. Este evento ocasionou grandes impactos para diversas partes do globo, como secas em algumas regiões e inundações em outras, e como consequência trouxe prejuízos e danos memoráveis, principalmente para a saúde e qualidade de vida da população (WHO, 2016; Ampou *et al.*, 2017; Ferreira *et al.*, 2017). Por este motivo, o objetivo deste estudo foi analisar a relação do El Niño 2015/2016 com as condições meteorológicas do Brasil e avaliar a ocorrência de incêndios naturais e desconforto térmico humano devido às variações destas condições sobre o país.

2 Materiais e Métodos

Para realização deste estudo foram utilizados dados de temperatura do ar em superfície, precipitação e umidade relativa do ar durante os meses do El Niño atuante (dezembro de 2014 a maio de 2016), como também as médias climatológicas destas variáveis para cálculo das anomalias (1981 a 2010). Estas variáveis foram obtidas através da reanálise I do *National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR) com resolução de 2,5° x 2,5° (Kalnay *et al.*, 1996).

As informações do número de focos de queimadas foram obtidas pelo Programa de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), considerando o período desde 1998 até o outono de 2016. Para análise espacial dos focos de incêndios foi utilizado o produto de imagens do saté-

lite AQUA_M-M, durante o período entre o verão de 2014/2015 até o outono de 2016, também fornecido pelo INPE.

O Índice de desconforto térmico (IDH) foi calculado pela Equação 1 descrita por Ono & Kawamura (1991), sendo T_a a temperatura do ar e T_d a temperatura do ponto de orvalho.

$$IDH = 0,99 T_a + 0,36 T_d + 41,5 \quad (1)$$

O IDH interpretado utilizando os intervalos de conforto também descritos por Ono & Kawamura (1991), em que valores de IDH menores que 55 representam estresse devido ao frio; IDH entre 55 e 60 representa desconforto devido ao frio; IDH entre 60 e 75 condições confortáveis, enquanto que valores de IDH acima de 75 representam desconforto devido ao calor e para valores de IDH superiores a 80 há condição de estresse devido ao calor.

As análises deste estudo foram feitas de forma sazonal para o período de El Niño (verão 2014/2015, outono 2015, inverno 2015, primavera 2015, verão 2015/2016 e outono 2016), com o intuito de verificar os impactos causados em cada estação do ano. Para analisar os impactos do El Niño sobre as condições meteorológicas no Brasil, foram plotados os campos de anomalias de precipitação, temperatura do ar e umidade relativa do ar.

O índice de desconforto térmico humano (IDH) foi plotado e conforme o intervalo de conforto descrito por Ono & Kawamura (1991). Para análise do número de incêndios por estação do ano, foram feitas médias do número de focos de incêndio dos meses que compõem cada estação do ano ao longo do período de dezembro de 2014 a maio de 2016. Também foram calculadas médias dos focos de incêndio de cada estação do ano desde quando se iniciou o monitoramento de incêndios no Brasil pelo INPE (1998-2014), a fim de compará-las com as médias realizadas para o período em estudo.

3 Resultados e Discussões

3.1 Impactos nas Condições Meteorológicas

A Figura 1 apresenta as anomalias de precipitação no Brasil nas estações do ano durante o período do El Niño 2015/2016.

O verão de 2014/2015 representa o primeiro trimestre do El Niño em estudo, e é possível observar na Figura 1A, que durante este período houve anomalias positivas na precipitação no Norte, parte do Centro-oeste, estado de São Paulo e região Sul do Brasil e anomalias negativas, isto é, diminuição da precipitação no Nordeste e parte do Sudeste brasileiro de até -3 mm/dia. Durante o outono de 2015 (Figura 1B), as anomalias positivas de precipitação aumentaram especialmente sobre o país, tendo um aumento de até 4 mm/dia em partes das regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Observa-se no outono de 2015 que a diminuição da precipitação (anomalias negativas) se restringiu apenas a região Nordeste do país, entretanto observa-se também uma diminuição de até 1,5 mm/dia ao sul do Rio Grande do Sul, algo que não é tão esperado durante episódios de El Niño (Sansigolo *et al.*, 2000).

Durante o inverno de 2015 (Figura 1C), as anomalias de precipitação não foram muito intensas sobre o país, entretanto houve uma ligeira diminuição da precipitação sobre o Norte do Brasil e o retorno do aumento de chuvas no Sul do país, como é esperado durante eventos de El Niño. A primavera de 2015 (Figura 1D), apresentou as mais altas anomalias negativas de precipitação sobre todo Nordeste e grande parte da região Norte do país, chegando a uma diminuição de -4 mm/dia no estado do Tocantins, Maranhão e Piauí, os mais atingidos pela seca. Já no verão de 2016 (Figura 1E), as anomalias positivas voltaram a aparecer sobre o Norte do país e não foram observadas anomalias negativas de precipitação. O outono de 2016 foi o último trimestre de ocorrência do El Niño, e sobre o Brasil é possível notar na Figura 1F o aumento da precipitação na região Norte e diminuição apenas sobre os estados do Sergipe, Pernambuco e Bahia.

Desta maneira, nota-se na Figura 1 que as anomalias negativas de precipitação mais intensas foram observadas durante o quarto trimestre de ocorrência do El Niño, o que corresponde ao período da primavera de 2015, que, portanto foi a estação mais suscetível a ocorrência de queimadas, devido a diminuição ou até mesmo a falta de precipitação nas regiões Norte e Nordeste.

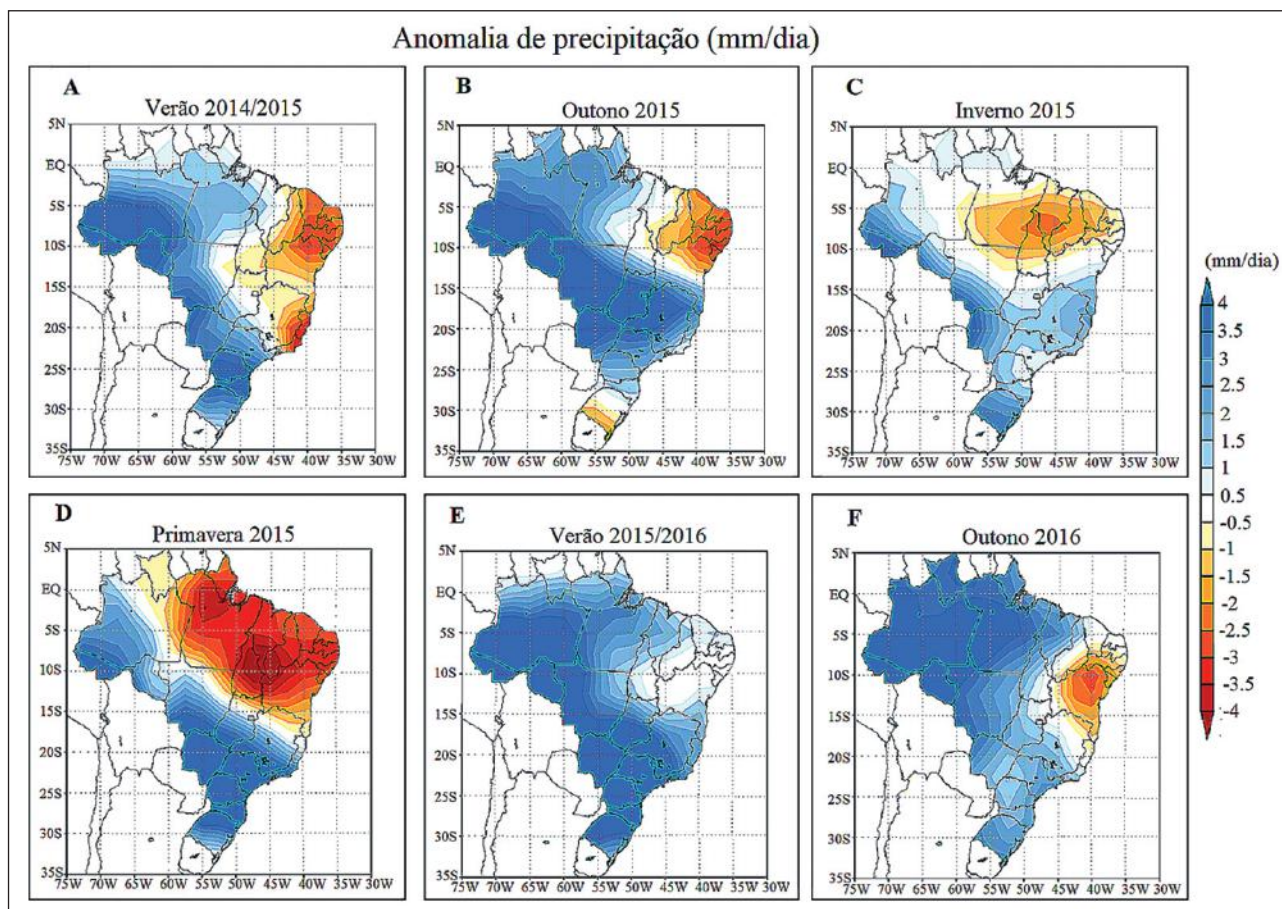


Figura 1 Anomalia de precipitação (mm/dia) durante as estações do ano ao longo da atuação do El Niño 2015/2016: A. Verão 2014/2015; B. Outono 2015; C. Inverno 2015; D. Primavera 2015; E. Verão 2015/2016; F. Outono 2016.

Para dar continuação a análise das condições meteorológicas durante o período de El Niño favoráveis a ocorrência de focos de incêndio e que possivelmente tenha afetado o desconforto térmico da população brasileira, a Figura 2 a apresenta as anomalias da temperatura do ar nas estações do ano durante o evento de El Niño.

Durante o verão de 2014/2015 (Figura 2A) e outono de 2015 (Figura 2B) a temperatura do ar se manteve dentro da média climatológica em praticamente todo o território nacional, com apenas anomalias positivas entre 0,5°C e 1,0°C em algumas partes do Sul e Nordeste do país. No inverno de 2015 (Figura 2C) houve anomalias positivas da temperatura do ar em quase todo país, sendo as maiores anomalias positivas observadas em parte do Sudeste e Sul do país, com ênfase no Rio Grande do Sul em a

temperatura chegou a aumentar 2°C em relação à média climatológica. Este quadro de aquecimento piorou durante a primavera de 2015 (Figura 2D), onde foi observada a maior extensão territorial das faixas de anomalias positivas de temperatura, bem como os seus valores mais intensos, abrangendo parte das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil e toda a região Sudeste. Nessa mesma estação, destacam-se os estados do Pará, Tocantins, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo por registrarem 2°C a 3°C acima da temperatura média climatológica.

No verão de 2015/2016 (Figura 2E), as anomalias positivas da temperatura voltaram a diminuir principalmente na região central do Brasil. No outono de 2016 (Figura 2F), último trimestre de atuação do El Niño, a temperatura do ar sobre o Brasil começou a voltar dentro da média climatológica, exceto

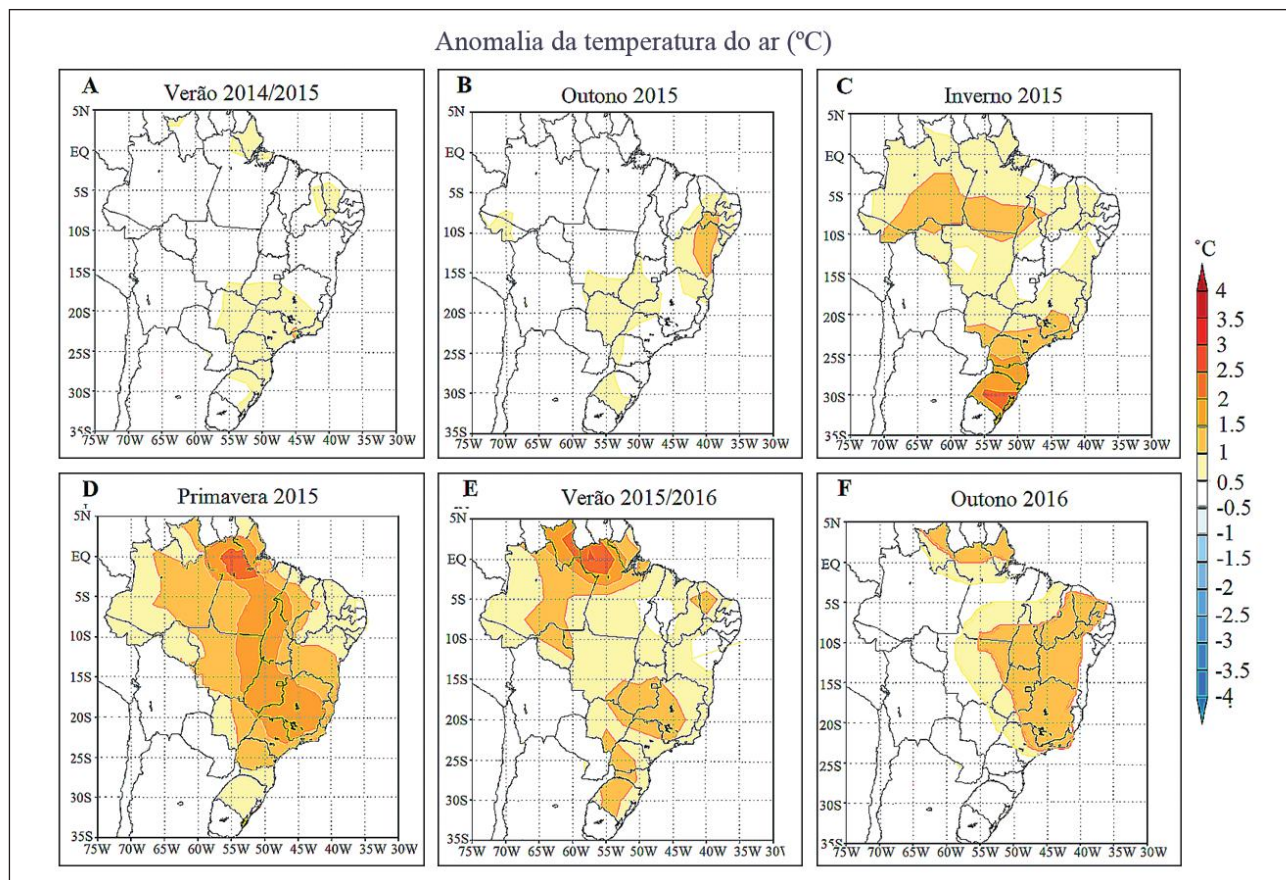


Figura 2 Anomalia da temperatura do ar (°C) durante as estações do ano ao longo da atuação do El Niño 2015/2016: A. Verão 2014/2015; B. Outono 2015; C. Inverno 2015; D. Primavera 2015; E. Verão 2015/2016; F. Outono 2016.

em alguns estados como Tocantins, Bahia, Piauí, Goiás, Amapá e Roraima, que ainda tiveram aumento de 1°C a 1,5°C em relação à média. É possível concluir que nas estações durante o período de El Niño não houve anomalias negativas de temperatura, em contrapartida houve anomalias de temperatura positiva em praticamente todo território brasileiro, principalmente durante a primavera de 2015, onde a abrangência espacial e intensidade destas anomalias foram maiores.

No verão de 2014/2015 (Figura 3A), em grande parte do Brasil a umidade relativa do ar se manteve dentro da climatologia, entretanto, no Acre e oeste do Amazonas, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul houve um ligeiro aumento na umidade de entre 2 e 4%. Anomalias negativas nesta estação foram observadas no interior do Nordeste brasileiro, extremo no norte da região Norte e parte do

estado de Minas Gerais. Durante o outono de 2015 as anomalias negativas de umidade ficaram mais intensas sobre o Nordeste brasileiro (cerca de -12%) e as anomalias positivas aumentaram abrangência espacial no Centro-oeste e Sudeste do Brasil. A primavera de 2015 (Figura 3D), assim como observado nas anomalias de precipitação, apresentou a maior diminuição da umidade relativa nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste de -12% em relação a média climatológica.

O verão de 2015/2016 (Figura 3E), assim como o outono de 2016 (Figura 3F) apresentaram anomalias muito menores tanto em abrangência espacial quanto em valores quando comparados com a primavera de 2015. Nestas estações houve anomalias negativas apenas no Nordeste e parte do Norte do Brasil e anomalias positivas apenas no limite oeste do país.

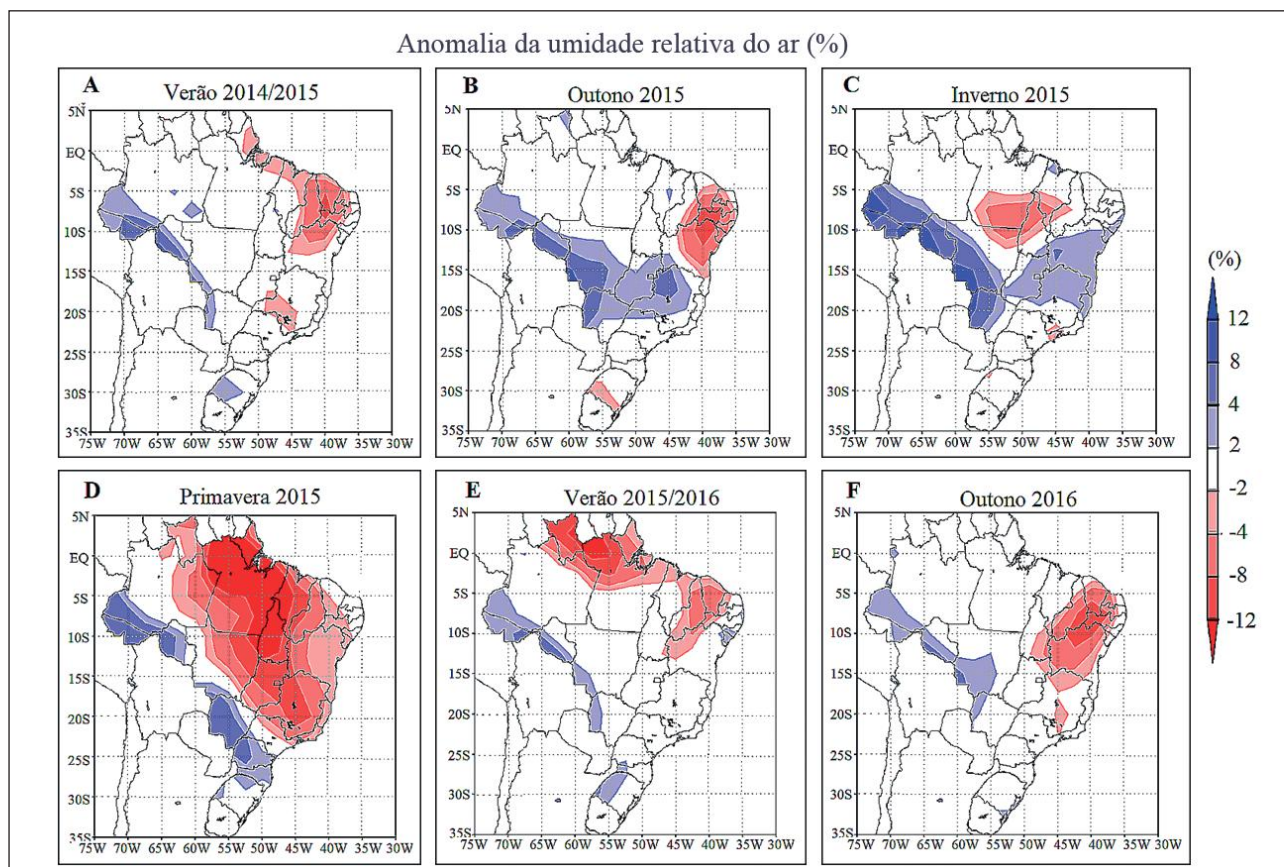


Figura 3 Anomalia de umidade relativa do ar (%) durante as estações do ano ao longo da atuação do El Niño 2015/2016: A. Verão 2014/2015; B. Outono 2015; C. Inverno 2015; D. Primavera 2015; E. Verão 2015/2016; F. Outono 2016.

3.2 Índice de Desconforto Térmico Humano (IDH)

Devido às variações nas condições meteorológicas no Brasil provocadas pelo El Niño 2015/2016, a Figura 5 apresenta o índice de desconforto térmico humano calculado para as regiões do Brasil durante este evento de El Niño para verificar se as variações meteorológicas citadas nas seções anteriores interferiram no IDH do Brasil.

O IDH, de modo geral, apresentou um mesmo padrão entre o verão de 2014/2015 (Figura 4A) e o inverno de 2015 (Figura 4C), onde parte dos estados do Amazonas, Acre, Amapá e Pará, e o extremo norte da região Nordeste apresentou IDH correspondente a situações de desconforto devido ao calor ($IDH > 75$), enquanto que o restante do país se manteve em condições confortáveis ($60 < IDH < 75$). No entanto, na primavera de 2015 (Figura 4D), as áreas em

situações de desconforto devido ao calor aumentaram, abrangendo a região Norte e Centro-Oeste do Brasil e parte oeste do Nordeste brasileiro. Esse padrão pode ser explicado pelos registros de anomalias positivas de temperatura e de anomalias negativas de umidade sobre estas regiões contribuindo para a situação de desconforto térmico humano devido ao calor. As regiões Sul e Sudeste do Brasil e a parte leste do Nordeste registraram IDH referente à situação de conforto na primavera de 2015. De acordo com o estudo de Diniz *et al.* 2018 durante períodos de El Niño os valores do índice de desconforto aumentam no Brasil, entretanto não chegam a mudar a faixa conforto de confortável para desconfortável, apesar de em El Niño de intensidade forte estes índices aumentarem ainda mais. Na Figura 4D, observa-se que a influência do El Niño 2015/2016 fez com que as regiões que em outras estações se apresentaram confortáveis, mudasse para desconfortável devido ao calor.

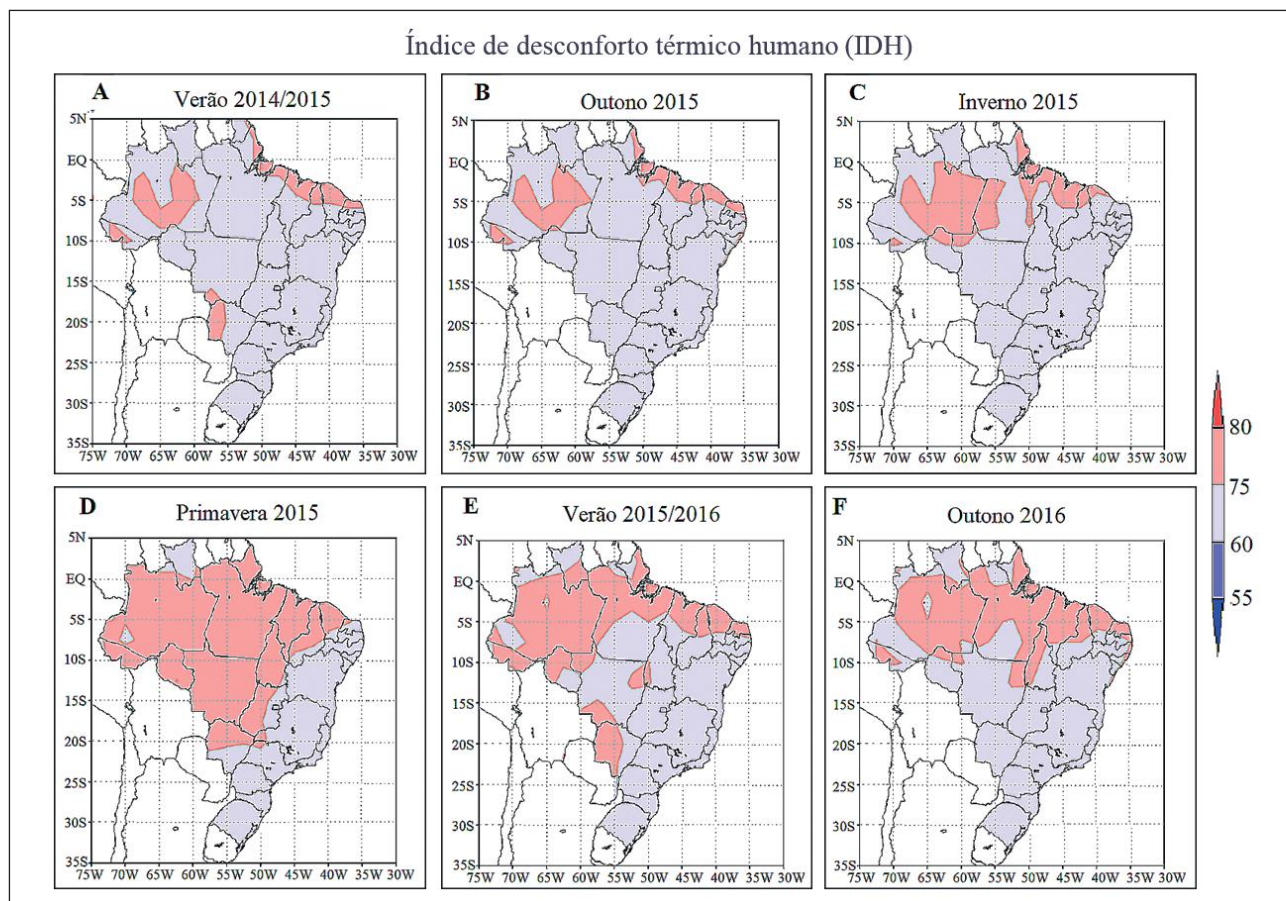


Figura 4 Índice de desconforto térmico humano (IDH) durante as estações do ano ao longo da atuação do El Niño 2015/2016: A. Verão 2014/2015; B. Outono 2015; C. Inverno 2015; D. Primavera 2015; E. Verão 2015/2016; F. Outono 2016.

A partir do verão de 2015/2016 (Figura 4E) até o outono de 2016 (Figura 4F), as áreas do território nacional onde foram registradas situações de desconforto térmico devido ao calor voltaram a diminuir, restringindo-se sobre a parte norte do país, abrangendo a região Norte e o norte da região Nordeste do Brasil. Em contrapartida, as demais áreas do território brasileiro mantiveram registros de situações confortáveis.

3.3 Ocorrência de Queimadas

A Figura 5 apresenta uma comparação entre a média dos focos de incêndio durante as estações ao longo do El Niño 2015/2016 e a média sazonal dos focos de incêndio no Brasil de 1998 a 2014. Uma representação espacial dos focos de queimadas sobre o território brasileiro durante o El Niño 2015/2016 também é apresentada.

Na Figura 5A nota-se que durante o verão 2014/2015 houve mais focos de incêndio (5.944 focos) do que comparado com a média de 1998 a 2014 para a estação do verão (4.001 focos). O mesmo é observado na Figura 5B, durante o outono de 2015 o número de incêndios sobre o Brasil (2.368 focos) foi maior do que em relação à média da estação (1.690 focos). A distribuição espacial dos focos de queimadas durante o evento de El Niño em ambas as estações mostrou maiores concentrações dos focos de incêndio sobre a costa leste do Brasil, desde o estado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte. Há, também, concentração de focos de incêndios sobre o estado do Amapá e sobre a parte central do país, abrangendo os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná.

A Figura 5C mostra que o número de incêndios durante o inverno de 2015 foi levemente menor

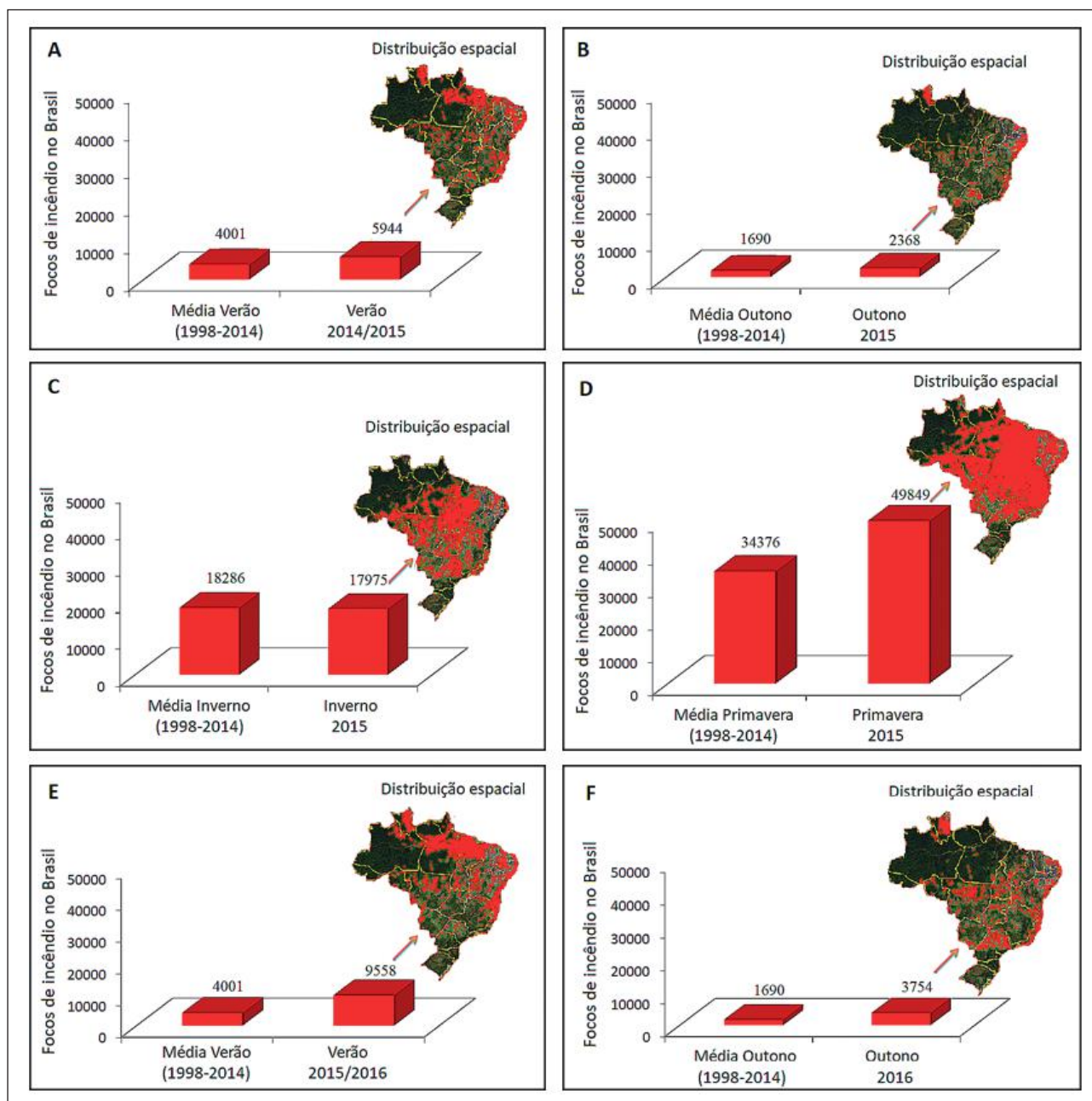


Figura 5 Focos de incêndios no Brasil: A. Média verão (1998-2014) e verão 2014/2015; B. Média outono (1998-2014) e outono 2015; C. Média inverno (1998-2014) e inverno 2015; D. Média primavera (1998-2014) e primavera 2015; E. Média verão (1998-2014) e verão 2015/2016; F. Média outono (1998-2014) e outono 2016. A distribuição espacial dos focos de incêndio durante o El Niño (pontos em vermelho no mapa do Brasil) também está apresentada em cada gráfico.

(17.975 focos) do que o apresentado pela média da estação de inverno (18.286 focos), porém essa quantidade se mostra superior aos períodos de outono e verão anteriores. A distribuição espacial dos focos de queimadas no inverno de 2015 mostrou uma expansão sobre o território brasileiro em relação às

estações anteriores, abrangendo a parte sul e leste da região Norte, as regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste e a parte norte do estado do Paraná. Destacam-se os estados do Tocantins, Maranhão e Piauí por apresentarem elevadas concentrações de focos de queimadas.

Na Figura 5D é possível notar pela média de focos de incêndios (1998-2014), que a primavera é a estação em que normalmente ocorre mais incêndios (34.376 focos). Comparando a média da primavera com a primavera de 2015, período em que o El Niño estava atuante, verifica-se que houve um aumento de 15.473 focos de incêndios no Brasil neste período (total de 49.849 focos). A distribuição espacial dos focos de queimadas na primavera de 2015 segue, praticamente, o mesmo padrão apresentado no inverno de 2015, porém com maiores números de focos. Os estados do Tocantins, Maranhão e Piauí ainda se destacaram devido à grande concentração dos focos de incêndios, porém o sul da região Norte, e as regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste também apresentaram elevada concentração dos mesmos, sendo a região Sul do Brasil a menos impactada por casos de queimadas. O aumento da temperatura e a diminuição da precipitação e umidade sobre essas áreas, mostrados nas seções anteriores pelos campos de anomalia de temperatura, anomalia de precipitação e anomalia de umidade relativa, respectivamente, foram fatores que contribuíram para o elevado número de ocorrências de queimadas registrado durante a primavera de 2015.

A partir da Figura 5E é possível verificar que durante o verão de 2015/2016 houve mais ocorrências de focos de incêndios (9.558 focos) do que a média da estação (4.001 focos). O mesmo é observado na Figura 5F, em que durante o outono de 2016 o número de focos de incêndios (3.754 focos) foi maior que a média do outono de 1998 a 2014 (1.690 focos). A distribuição espacial dos focos de queimadas apresentada durante o verão de 2015/2016 (Figura 5E) é muito similar ao verão de 2014/2015, porém contabilizando mais ocorrências de focos de incêndios sobre o Brasil, com maiores concentrações no extremo norte da América do Sul e na costa leste do Brasil, desde o estado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte. Da mesma forma, o padrão espacial dos focos de queimadas durante o outono de 2016 (Figura 5F) também foi bastante similar ao outono de 2015, porém com maiores concentrações sobre os estados do Amapá, Tocantins, Mato Grosso e São Paulo, e sobre a costa leste do Brasil, desde o estado do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte.

4 Conclusões

Os resultados deste estudo mostraram que durante o período do El Niño houve alterações nos regimes de precipitação, temperatura do e umidade relativa no Brasil em todas as estações do ano. Entretanto, o período mais seco e mais quente, com maior abrangência espacial sobre o Brasil durante o El Niño foi a primavera de 2015. As regiões mais impactadas pelas alterações nas condições meteorológicas durante a primavera foram as regiões Norte e Nordeste do país.

O aumento da temperatura do ar e a diminuição da umidade relativa em relação à média climatológica durante o período do El Niño 2015/2016 fez com que houvesse um maior desconforto térmico devido ao calor no Norte, Centro-Oeste e parte do Nordeste brasileiro, principalmente na primavera de 2015, onde as anomalias das variáveis meteorológicas foram mais intensas. Além do desconforto térmico devido ao calor, a variação destas condições meteorológicas citadas anteriormente em conjunto com a diminuição da precipitação resultaram no aumento de focos de incêndios. Durante todo período de El Niño os focos de incêndio sobre o Brasil foram maiores do que as médias de 1998 a 2014, principalmente durante a primavera em que houve um aumento de 15.473 focos de incêndio.

A primavera de 2015 foi a estação mais impactada no Brasil pela influência do El Niño, principalmente quanto ao desconforto térmico e número de queimadas. O aumento na ocorrência de queimadas pode ser prejudicial aos biomas, como também para a saúde da população, uma vez que a queima libera poluentes na atmosfera que são nocivos, principalmente em crianças e idosos. Além disso, as condições de desconforto térmico podem agravar doenças já pré-existentes e afetar pessoas com termorregulação mais sensível.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem a agência FAPESP (Processos 2015/18613-4 e 2015/22864-2) pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

6 Referências

- Ampou, E.E.; Johan, O.; Menkes, C.E.; Niño, F.; Birol, F.; Ouilon, S. & Andndréfouët, S. 2017. Coral mortality induced by the 2015–2016 El-Niño in Indonesia: the effect of rapid sea level fall. *Biogeosciences*, 14:817–826.
- Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1999. Incêndios na Amazônia Brasileira: Estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento El Niño (1997/98). *ACTA Amazônica*, 29(4):513-534.
- Berlato, M.A.; Farenzena, H. & Fontana, D.C. 2005. Association between El Niño Southern Oscillation and corn yield in Rio Grande do Sul State. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40(5):423-432.
- Dias, G.F. 2009. *Queimadas e incêndios florestais: cenários e desafios: Subsídios para a educação ambiental*. Brasília: MMA, Ibma, 32 p.
- Diaz, M.C.V.; Nepstad, D.; Mendonça, M.J.C.; Motta, R.S.; Alencar, A.; Gomes, J.C. & Ortiz, R.A. 2002. *O Prejuízo Oculto do Fogo: Custos Econômicos das Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia*. Relatório do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) em colaboração com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC), 43 p.
- Diniz, F.R.; Iwabe, C.M.N.; Piacenti-Silva, M. 2018. Valuation of the human thermal discomfort index for the five Brazilian regions in the period of El Niño-Southern Oscillation (ENSO). *International Journal of Biometeorology*, special issue.
- Ferreira, L.G.B.; Caramori, P.H.; Morais, H.; Nitsche, P.R. & Costa, A.B.F. 2017. O fenômeno El Niño de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina, 13 p.
- Grande, M.D. & Messias, R.A. 2004. *Queimadas urbanas: Danos ambientais e sociais: Estudo de Caso: A cidade de São Carlos*. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 54 p.
- Grimm, A.M. & Tedeshi, R.G. 2009. ENSO and Extreme Rainfall Events in South America. *American Meteorological Society*, 22:1589-1609.
- Kalnay, E.; Kanamitsu, M.; Kistler, R.; Collins, W.; Deaven, D.; Gandin, L.; Iredell, M.; Saha, S.; White, G.; Woollen, J.; Zhu, Y.; Leetmaa, A.; Reynolds, B.; Chelliah, M.; Ebisuzaki, W.; Higgins, W.; Janowiak, J.; Mo, K.C.; Ropelewski, C.; Wang, J.; Jenne, R. & Joseph, D. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77:437-470.
- Lizardo, S.R.C. 2015. Influência do fenômeno El Niño na bacia hidrográfica do Rio Paraná. In: XI SEMANA DE EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, Centro Universitário Ritter dos Reis.
- Melo, J.C. 1999. O fenômeno El Niño e as secas no nordeste do Brasil. *Revista raízes*, 20:13-21.
- Moura, G.B.A.; Aragão, J.O.R.; Passavante, J.Z.O.; Lacerda, F.F.; Rodrigues, R.S.; Ferreira, M.A.F. & Lacerda, F.R. 1998. Estudo preliminar da variabilidade pluviométrica do setor leste do nordeste do Brasil: Parte I. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Brasília, 1998.
- Ono, H.S.P. & Kawamura T. 1991. Sensible Climates in Monsoon Asia. *International Journal of Biometeorology*, 35:39-47.
- Pereira, V.C.; Sobrinho, J.E.; Oliveira, A.D; Melo, T.K. & Vieira, R.Y.M. 2011. Influência dos eventos El niño e La niña na precipitação pluviométrica de Mossoró- RN. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, 7(12):1-13.
- Sansigolo, A.C.; Diniz, G.B. & Saldanha, R.L. 2000. Influência dos eventos El niño e La niña no regime de precipitação de Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 15(1): 69-75.
- WHO. 2016. World Health Organization: El Niño and Health. Disponível em: <http://www.who.int/hac/crises/el-nino/who_el_nino_and_health_global_report_21jan2016.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2017.