



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

ANÁLISE TEMPORAL DE ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Amanda Trindade Amorim ^(a), Roberto Wagner Lourenço ^(b), Margarete Cristiane de
Costa Trindade Amorim ^(c), Henrique Ewbank de Miranda Vieira ^(d)

^(a) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente,
amanda.amorim@unesp.br

^(b) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba,
roberto.lourenco@unesp.br

^(c) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente,
margarete.amorim@unesp.br

^(d) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba; Faculdade de
Engenharia de Sorocaba – FACENS, henrique.ewbank@gmail.com

Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O conhecimento da variabilidade climática e identificação de eventos extremos de precipitação são importantes porque podem influenciar as atividades humanas, principalmente no que diz respeito aos aspectos sociais e econômicos, além de contribuir para os impactos ao meio ambiente. Este estudo objetivou analisar estatisticamente as tendências e ocorrências de eventos extremos de precipitação utilizando os índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial diária e verificar se há relação com o fenômeno ENOS. A pesquisa foi desenvolvida a partir da metodologia que utiliza os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária, sugeridos pela ETCCDMI, para a região oeste do estado de São Paulo. Os resultados mostraram tendências estatisticamente significativas de alterações na precipitação para três dos dez índices avaliados. Quanto aos eventos extremos, estes foram identificados, porém relacionam-se parcialmente com o fenômeno ENOS, pois a região estudada está localizada em uma área de transição climática entre os sistemas tropicais e extratropicais.

Palavras chave: Alterações climáticas; Eventos extremos; Tendências; ENOS.

1. Introdução

Diversos fatores podem influenciar nas alterações climáticas locais. Estes fatores podem ser oriundos de eventos antrópicos como mudanças no uso dos ecossistemas e do desflorestamento, bem como, provenientes de causas naturais em decorrência da ciclicidade



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

climática. Geralmente, as alterações climáticas locais são avaliadas através da análise de séries históricas das variáveis meteorológicas de precipitação pluvial e temperatura do ar. Essas alterações climáticas são observadas estatisticamente de acordo com suas tendências temporais (HOOPER et al., 2005; SANTOS et al., 2009).

O que existe de mais natural no clima é a mudança climática, que segundo a Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 1966), abrange todas as formas de inconstância climática, independente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas. Trata-se, portanto, das alterações nos elementos do clima que persistam por mais do que 30 anos.

Por variabilidade climática, entende-se a maneira pela qual os elementos do clima variam no interior de determinado período de registro, expressos através do desvio padrão ou coeficiente de variação (OMM, 1966). Há, portanto, alguns fenômenos da natureza que são cíclicos e interferem diretamente na manifestação dos elementos do clima em determinados períodos.

A variabilidade dos atributos climáticos resulta de causas naturais das interações entre a atmosfera e a superfície, em diferentes escalas de tempo ou espaço. A ciclicidade do clima, assim como as alterações climáticas podem influenciar sobre as atividades humanas, nos setores socioeconômicos e causar impactos ao meio ambiente, o que desperta o interesse da sociedade sobre o estudo do clima e especialmente dos eventos climáticos extremos de precipitação (IPCC, 2007).

Os eventos extremos, seja de temperatura ou de precipitação, são aqueles que apresentam valores de desvios superiores ou inferiores às características comuns de uma região. A OMM criou a Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDMI), que elaborou 27 índices de detecção de mudanças climáticas que são utilizados para estudos de extremos climáticos de temperatura e precipitação. Destes 27 índices, 16 são decorrentes da temperatura do ar e os outros 11 da precipitação pluvial (ZHANG; YANG, 2004).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Alguns exemplos de fenômenos cíclicos podem ser lembrados, tais como: as manchas solares, o El Niño/Oscilação sul (ENOS), a Oscilação do Atlântico Norte, Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), os ciclos lunares e as atividades vulcânicas.

Os fenômenos de El Niño e La Niña interferem nos padrões climáticos em regiões tropicais e de latitudes médias. São cíclicos e ocorrem no oceano Pacífico tropical/extratropical e provocam o aquecimento (El Niño) e o resfriamento anormal (La Niña) de suas águas. O aquecimento ou o resfriamento anormal das águas do Pacífico mudam o sistema de pressão atmosférica (Célula de Walker), alterando o volume e a distribuição da precipitação em vários pontos da superfície do planeta. A associação entre o fenômeno que ocorre no oceano (aquecimento ou resfriamento) e as modificações na pressão atmosférica é conhecida como ENOS (El Niño – oscilação sul), conforme mostraram Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

A ciclicidade do El Niño com magnitudes diferentes ocorre de dois a sete anos, com duração entre 12 e 18 meses. Normalmente se inicia no começo do ano, atinge o máximo em dezembro e desaparece na metade do ano seguinte. Este fenômeno é um dos que mais interfere na variabilidade do clima na escala planetária (HALES et al., 1999; AMBRIZZI, 2003).

Devido a importância da compreensão das alterações climáticas, diversos autores realizaram estudos relacionados a este tema. Santos et al. (2009) analisou as tendências na precipitação total e eventos extremos de precipitação sobre o Estado do Ceará; Santos e Brito (2007), correlacionaram os índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial com as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. Santos et al. (2012), analisaram as tendências dos índices de extremos climáticos, dependentes da precipitação pluvial diária afim de relacionar as anomalias TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico, para a cidade de Manaus-AM. Santos et al. (2014), analisou as tendências climáticas relacionadas à precipitação pluviométrica e seus impactos na bacia do rio Una, no estado de Pernambuco. Araújo et al. (2014),



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

correlacionaram os índices de extremos climáticos dependentes de temperatura com as anomalias de TSM e teleconexões dos oceanos Atlântico e Pacífico.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi analisar estatisticamente as tendências e ocorrências de eventos extremos de precipitação utilizando os índices de extremos climáticos dependentes da precipitação pluvial diária e verificar se há relação com o fenômeno ENOS, para a região do oeste do estado de São Paulo, Brasil.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

O oeste paulista é representado pela região administrativa de Presidente Prudente. Este município encontra-se próximo as coordenadas 22°07' de latitude sul e 51°23' de longitude oeste com altitude média de 475 metros (Figura 1). Está a aproximadamente 560 km distante de São Paulo (capital) e possui população estimada, para o ano de 2017, de 225.271 habitantes, enquanto toda a região administrativa atingiu um total de 909.894 habitantes em 2016 (IBGE, 2017).

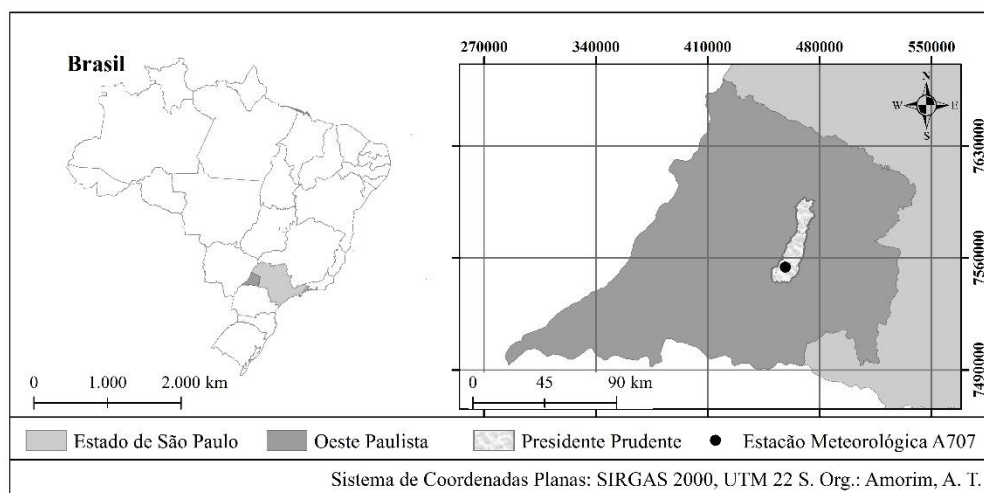


Figura 1 - Localização da área de estudo

Esta região encontra-se em área de transição climática entre os sistemas tropicais e extratropicais e com variabilidade interanual acentuada (MONTEIRO, 1973; BOIN, 2000;



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

SANT'ANNA NETO; TOMMASELLI, 2009). O tipo climático predominante, de acordo com a classificação climática de Köppen é AW (clima tropical úmido seco - estação seca de inverno) (DUBREUIL et al., 2017).

As principais atividades econômicas da região estão relacionadas principalmente à agricultura e à agroindústria (SIGRH, 2018). Para esses setores, o conhecimento dos padrões climáticos e estudos sobre os eventos extremos climáticos são essenciais, pois as perdas agrícolas podem estar associadas à fenômenos de extremos climáticos, que afetam principalmente a renda e o bem-estar das populações (ARAÚJO et al., 2013).

2.2. Dados e índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Os dados de precipitação pluvial diária (de janeiro de 1986 a dezembro de 2016) foram adquiridos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, da estação A707 localizada no município de Presidente Prudente, nas coordenadas 22°07' de latitude sul e 51°24' de longitude oeste a uma altitude de 435,55 metros.

Os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária utilizados na presente pesquisa foram adquiridos conforme determinado pela Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDMI) para estudos de extremos climáticos (Quadro 1).

Estes índices foram obtidos utilizando-se o software R, versão 3.4.3 (R Core Team, 2017), pacote “climindex.pcic” (David Bronaugh for the Pacific Climate Impacts Consortium, 2015). Estes índices foram tratados estatisticamente e analisados quanto às suas tendências, para aferir se há alteração significativa da série temporal no período de análise.

É normal que séries climáticas, assim como as que foram utilizadas neste estudo, não demonstrem tendências lineares (CLARK; HOSKING, 1986), determinando o uso do método de análise não paramétrico de Mann-Kendall, sugerido por Mann (1945), que tem sido largamente utilizado com séries temporais ambientais não-lineares (HIPEL; MCLEOD, 2005). Este é um teste para a tendência monotônica em uma série temporal com base na



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

correlação de classificação Kendall, já que a série é serialmente independente. Para esta análise foi utilizado o pacote “kendall” (MCLEOD, 2011), por meio do software R (R Core Team, 2017).

Quadro 1 - Índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Índice	Nome do Indicador	Definição	Unidade
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Soma anual da precipitação nos dias úmidos (RR ≥ 1mm)	mm
SDII	Índice simples de intensidade diária	Média anual da precipitação nos dias úmidos (quando RR ≥ 1mm)	mm
DCS	Dias consecutivos secos	Número máximo de dias consecutivos com RR < 1mm	dias
DCU	Dias consecutivos úmidos	Número máximo de dias consecutivos com RR ≥ 1mm	dias
Rx1day	Quantidade máxima de precipitação em 1 dia	Precipitação máxima anual em um dia	mm
Rx5day	Quantidade máxima de precipitação em 5 dias	Precipitação máxima anual em cinco dias consecutivos	mm
R10	Precipitação de um dia superior a 10mm	Número de dias em um ano com precipitação ≥ 10mm	dias
R20	Precipitação de um dia superior a 20mm	Número de dias em um ano com precipitação ≥ 20mm	dias
R95p	Dias muito úmidos	Precipitação total anual nos dias em que RR > 95 percentil da RR no período base	mm
R99p	Dias extremamente úmidos	Precipitação total anual nos dias em que RR > 99 percentil da RR no período base	mm

RR: Precipitação diária.

Fonte: WMO, 2009.

Para a análise dos valores extremos de cada índice climático, foi utilizado o método da distância interquartílica (DIQ) (NAVIDI, 2012), que permite a identificação da existência de possíveis valores atípicos, também chamados de *outliers*, no conjunto de dados. Para apresentar o conjunto de dados, foram elaborados gráficos de *boxplot*, que apresentam os três quartis, além dos valores atípicos e dos limites inferior e superior do conjunto de dados.

A Equação 1 apresenta o cálculo da distância interquartílica, enquanto a Equação 2 permite a identificação de *outliers*.

$$DIQ = Q_3 - Q_1 \quad [1]$$

$$outlier \leq Q_1 - 1,5 * DIQ \text{ ou } outlier \geq Q_3 + 1,5 * DIQ \quad [2]$$

Onde: Q_1 : primeiro quartil; e Q_3 : terceiro quartil.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3. Resultados e discussões

As variações obtidas nos índices segundo o teste de Mann-Kendall são apresentadas na Tabela 1, com destaque para os índices que apresentaram tendência para um nível de significância de 10%.

Tabela 1 - Resultado do teste de tendência para os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Índice	Tau	p-valor
PRCPTOT	-0,0065	0,9729*
SDII	-0,0108	0,9458
DCS	0,0906	0,4857
DCU	-0,1237	0,3600
Rx1day	-0,1312	0,3078

Índice	Tau	p-valor
Rx5day	-0,0108	0,9458
R10	-0,0066	0,9728*
R20	0,0489	0,7195
R95p	-0,0065	0,9729*
R99p	-0,2205	0,1144

* possuem significância estatística.

Os índices que representaram a precipitação total anual nos dias úmidos (PRCPTOT), o número de dias em um ano com precipitação superior a 10 mm (R10) e a precipitação total anual nos dias em que a precipitação diária foi superior a 95 percentil (R95p), apresentaram tendências significativas de alteração da precipitação, para um nível de significância de 10%, no período de análise.

Para a detecção dos valores extremos e atípicos (positivos e negativos) da série temporal dos índices, foram observados os *outliers* do *boxplot*, ou seja, todos os valores que se encontraram além dos limites inferior e superior.

Dos três índices que apresentaram tendência significativa de alteração, dois deles (PRCPTOT e R10) apresentaram *outliers* em seus gráficos *boxplot*. Em relação à precipitação total anual nos dias úmidos (PRCPTOT), foram encontrados *outliers* acima do limite superior nos anos de 1989 (1791,8mm) e de 2015 (1839,8mm) e abaixo do limite inferior em 2010 (744,8mm). Quanto aos dias consecutivos secos (DCS), encontraram-se *outliers* acima do limite superior em 1988 (81 dias) e em 2010 (104 dias) e quanto aos dias consecutivos úmidos (DCU), também com dois *outliers* acima do limite superior, sendo estes em 1990 (16 dias) e 1997 (14 dias). O índice referente ao número de dias em um ano com precipitação acima de 10mm (R10) apresentou *outlier* superior em 1989 (56 dias) e inferior em 2010 (22 dias),



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

enquanto o índice referente ao número de dias em um ano com precipitação acima de 20mm (R20), apresentou *outlier* superior em 1989 (36 dias) e em 2015 (32 dias) e, *outlier* inferior em 2009 (10 dias) e em 2010 (11 dias).

A Figura 2 apresenta o *boxplot* dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária e a Tabela 2 mostra o resumo destes resultados referentes a cada índice.

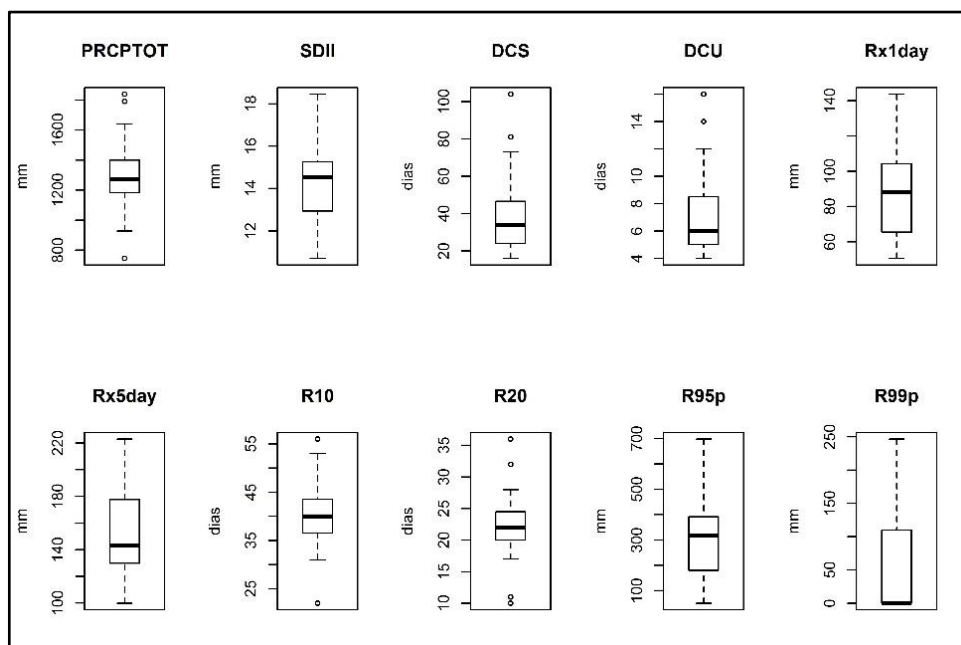


Figura 2 - Boxplot dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Tabela 2 - Resumo dos quartis do *Boxplot* dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária

Índice / Quartil	PRCPTOT	SDII	DCS	DCU	Rx1day	Rx5day	R10	R20	R95p	R99p
Limite Inferior	927,40	10,71	16	4	50,60	99,80	31	17	50,60	0
1Q	1184,05	12,94	24	5	65,45	129,75	36,50	20	180,10	0
2Q (mediana)	1270,60	14,54	34	6	88,20	143	40	22	317,50	0
3Q	1399,15	15,27	46,50	8,50	104,30	177,55	43,50	24,50	391,30	109,90
Limite Superior	1641,70	18,45	73	12	143,70	223	53	28,00	697,80	246,50
Outlier	*	-	*	*	-	-	*	*	-	-

* Possuem *outlier*; - Não possuem *outlier*.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A partir da análise destes resultados, foram identificados os anos que apresentaram eventos extremos de muita precipitação em 1989, 1990, 1997 e 2015 e os anos que exibiram eventos extremos de pouca precipitação em 1988, 2009 e 2010. Como valores atípicos inspiram uma maior investigação, procurou-se relacionar estes valores aos eventos extremos referentes ao El Niño e La Niña, cujas últimas ocorrências e intensidade apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Últimas ocorrências dos eventos extremos de *El Niño* e *La Niña*

Ocorrência de <i>El Niño</i>	Intensidade	Ocorrência de <i>La Niña</i>	Intensidade
1982 – 1983	Forte	1983 – 1984	Fraco
1986 – 1988	Moderado	1984 – 1985	Fraco
1990 – 1993	Forte	1988 – 1989	Forte
1994 – 1995	Moderado	1995 – 1996	Fraco
1997 – 1998	Forte	1998 – 2001	Moderado
2002 – 2003	Moderado	2005 – 2006	Fraco
2004 – 2005	Fraco	2007 – 2008	Forte
2006 – 2007	Fraco	2008 – 2009	Fraco
2009 – 2010	Moderado	2010 – 2011	Forte
2014 – 2015	Fraco	2011 – 2012	Moderado
2015 – 2016	Forte	2016 – 2017	Fraco

Fonte: CPTEC/INPE, 2017; ONI, 2017.

Observa-se que os anos com eventos extremos encontrados nos dados de precipitação da região, relacionam-se parcialmente com os eventos anômalos (El Niño e La Niña) apresentados na Tabela 3. Os anos 1990, 1997 e 2015, que apresentaram dados de eventos extremos de muita precipitação, têm relação com os eventos de forte intensidade do El Niño, assim como os anos de 1988 e 2010 que apresentaram dados de eventos extremos de pouca precipitação coincidindo com o fenômeno La Niña de forte intensidade.

Apenas os anos de 1989 e 2009 não coincidiram os dados atípicos com os eventos anômalos com forte intensidade, sendo que os dados de 1989 já poderiam indicar uma ocorrência forte de El Niño, no próximo ano (1990).

O continente sul-americano é o que possui melhor correlação entre os fenômenos El Niño e La Niña e os eventos extremos de precipitação, sendo a correlação mais forte observada nas regiões nordeste e sul do Brasil (CPTEC/INPE, 2017). Como a região do oeste



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

paulista encontra-se em uma área de transição climática entre os sistemas tropicais e extratropicais, inserido na região sudeste do Brasil, não há um padrão característico nos eventos extremos de precipitação.

Conforme demonstrou Grimm e Ferraz (1998), a resposta dos eventos de El Niño e La Niña não é tão linear no Sudeste do Brasil quanto no Cone Sul da América do Sul,

talvez porque no Sudeste ela depende mais do que ocorre sobre o Atlântico, e a resposta no Atlântico não é tão simétrica quanto no Pacífico. A pouca consistência das anomalias no Sudeste se deve justamente ao caráter de transição da Região Sudeste, pois as anomalias podem deslocar-se para norte ou para sul de um evento para outro, podendo com isto alterar o sinal em relação ao evento anterior (p. 3).

4. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos é possível tecer algumas considerações a respeito da análise da precipitação pluvial, do período de 1986 a 2016, para a região estudada:

[1] Os índices PRCPTOT, R10 e R95p apresentaram tendência estatisticamente significativa de alteração climática para a região, segundo o método de Mann-Kendall a 90% de significância.

[2] A investigação dos *outliers* permitiu a identificação de eventos extremos positivos de precipitação nos anos de 1989, 1990, 1997 e 2015 e eventos extremos negativos de precipitação em 1988, 2009 e 2010.

[3] Os eventos extremos de precipitação pluvial identificados, relacionam-se parcialmente com o ENOS devido à localização espacial da região, em uma zona de transição climática, entre os sistemas tropicais e extratropicais, não havendo um padrão característico destes eventos.

Trabalhos futuros podem investigar a correlação de índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária com ocorrências de diferentes intensidades de eventos climáticos como El Niño e La Niña. Outra possibilidade é a ampliação desse estudo para



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

outras localidades, o que poderia ampliar as conclusões a respeito dos eventos climáticos com a identificação de *outliers* dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial diária.

5. Referências Bibliográficas

AMBRIZZI, T. **El Niño/Oscilação Sul e Teleconexões atmosféricas no Hemisfério Austral**. 2003. 201f. Tese (Livre Docência), Instituto Astronômico e Geofísico, USP, São Paulo, Brasil, 2003.

ARAÚJO, F. R. C. D.; SANTOS, C. A. C.; NASCIMENTO, F. C. A. Correlações entre índices extremos de temperatura e índices de grande escala climáticos e oceânicos para a região do baixo rio Colorado. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 450-458, 2014.

ARAÚJO, P. H. C.; et al. Eventos climáticos extremos: efeitos dos fenômenos El niño e La niña sobre a produtividade agrícola. In: BOUERI, R.; COSTA, M. A (Orgs.). **Brasil em desenvolvimento 2013: estado, planejamento e políticas públicas**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Ipea, 2013. 384p.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2000.

CLARK, W. A. V.; HOSKING, P. L. **Statistical methods for geographers**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 528p.

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, INPE, 2017. **EL NIÑO E LA NIÑA**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 07 de outubro de 2017.

David Bronaugh for the Pacific Climate Impacts Consortium. climdex.pcic: PCIC Implementation of Climdex Routines. R package version 1.1-6, 2015.

DUBREUIL, V.; et al. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015. **EchoGéo** (Paris), v. 1, p. 1-27, 2017.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte I: El Niño. **Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso da FLISMET**. Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia. 1998.

HALES, S.; et al. El niño and the dynamics of vectorborne disease transmission. **Environ Health Perspect**, v. 107, n.2, p. 99-102, 1999.

HIPEL, K.W.; MCLEOD, A.I. **Time Series Modelling of Water Resources and Environmental Systems**. Electronic reprint of our book originally published in 1994. 2005, 1012p.

HOOPER, D. U.; et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. **Ecological Monographs**, v. 75, n. 1, p. 3-35, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada 2017**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>>. Acesso em 05 de agosto de 2017.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

IPCC. International Panel on Climate Change. **Climate Change: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 p.

MANN, H.B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245-259, 1945.

MCLEOD, A.I. Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2., 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: Noções Básicas e Climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208p.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo.** São Paulo: FAPESP/USP/IGEOG, 1973. 129p.

NAVIDI, W. **Probabilidade e estatística para ciências exatas.** Porto Alegre: AMGH, 2012. 616 p.

OMM. Organização Meteorológica Mundial. **Technic note**, 79. Geneve, 1966.

ONI - Based on Oceanic Niño Index. **El Niño and La Niña Years and Intensities**, Updated October 2017. Disponível em: <<http://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acesso em 07 de outubro de 2017.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2017.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O Tempo e o Clima de Presidente Prudente.** Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009. 72 p.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 03, p.303-312, 2007.

SANTOS, C. A. C.; et al. Tendências dos índices de precipitação no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 39-47, 2009.

SANTOS, C. A. C.; SATYAMURTY, P.; SANTOS, E. M. Tendências de índices de extremos climáticos para a região de Manaus-AM. **ACTA AMAZONICA**, v. 42, n. 3, p. 329-336, 2012.

SANTOS, S. M. S.; ASSIS, J. M.O.; SOUZA, W. M. Tendências de Mudanças Climáticas na Bacia do Rio Una, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 02, p. 243-257, 2014.

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Portal SigRH. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhpp/apresentacao>>. Acesso em 08 de julho de 2018.

WMO, World Meteorological Organization. **Climate Data and Monitoring: Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation.** Chairperson, Publications Board, 2009. 55 p.

ZHANG, X.; YANG, F. **RClimDex (1.0) User Guide.** Climate Research Branch Environment Canada. Downsview (Ontario, Canada), 2004. 22p.