

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 3

**Alan Mario Zuffo
(Organizador)**



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo

(Organizador)

Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 2 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-250-0

DOI 10.22533/at.ed.500191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

A INFLUÊNCIA DAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR SOBRE A PRECIPITAÇÃO DO NORDESTE DO BRASIL

Luanny Gabriele Cunha Ferreira

Engenheira Agrônoma, Mestranda em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará
Belém-PA

Alexandre Kemenes

Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Pesquisador A da Embrapa Meio-Norte (UEP-Parnaíba)
Parnaíba-PI

RESUMO : As anomalias de temperatura da superfície do mar, acopladas aos sistemas atmosféricos, regulam a disponibilidade hídrica no Nordeste Brasileiro. Nos últimos anos, o processo de mudanças climáticas potencializou os efeitos desses eventos, gerando grande irregularidade espacial e temporal no regime pluviométrico da região. O objetivo desse estudo foi investigar a influência das anomalias de TSM sobre as chuvas do interior da região Nordeste do Brasil. Foram avaliadas 21 estações meteorológicas em seis estados do Nordeste (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia). Obtidos dados médios mensais de precipitação, de 1998 a 2015, do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Médias mensais das anomalias da Temperatura do Mar (TSM), das regiões de El Niño (1+2, 3, 3.4 e 4) no Oceano Pacífico

Equatorial, e regiões do Atlântico Norte (TNAI) e Atlântico Sul (TSAI) no Oceano Atlântico Tropical, foram obtidas junto à NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). A correlação estatística de *Pearson* mostrou que as anomalias de temperatura da superfície do mar, interferem diretamente no regime pluviométrico do Nordeste brasileiro, principalmente o resfriamento do Atlântico Sul.

PALAVRAS-CHAVE: anomalias de TSM; eventos climáticos extremos; índice pluviométrico, Nordeste brasileiro.

ABSTRACT: Sea surface temperature anomalies coupled to atmospheric systems regulate water availability in the Brazilian Northeast. In recent years, the presence of climate change has potentiated the effects of events occurring on a synoptic scale, generating spatial and temporal irregularities in the rainfall regime in the region. The objective of the study was to investigate the influence of SST anomalies on the pluviometric regime in northeastern Brazil. Twenty - one meteorological stations from six states of Northeast Brazil (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte and Bahia) were evaluated. Data were obtained from monthly averages of precipitation, from 1998 to 2015, from INMET (National Meteorological Institute) stations through the institutional website. Monthly averages of Sea

Temperature anomalies (SST), El Niño regions (1 + 2, 3, 3.4 and 4) in the Equatorial Pacific Ocean, and the North Atlantic (TNAI) and South Atlantic (TSAI) regions in the Ocean Atlantic Ocean were obtained through the NOAA website (National Oceanic and Atmospheric Administration). Pearson's statistical correlation showed that sea surface temperature anomalies directly interfere in the pluviometric regime of the Brazilian Northeast, influenced mainly by the cooling of the South Atlantic.

KEYWORDS: SST anomalies; effects of climate; rainfall index.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vêm aumentando a frequência de secas e enchentes, em todo o mundo, demonstrando que os eventos interanuais e decadais que ocorrem em escala sinótica, acoplados as mudanças climáticas, vem se tornando cada vez mais frequentes e intensos (MARENGO et al., 2016). As chuvas são fenômenos de alta frequência, porém apresentam uma grande variabilidade em seu regime e distribuição na região nordestina, dificultando a conservação do volume dos reservatórios e a demanda energética e alimentar da sociedade (SILVA et al., 2017). A grande variabilidade climática do regime pluviométrico no Nordeste brasileiro, pode estar sendo influenciado por anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM), tais como: El Niño, La Niña, Temperatura do Atlântico Norte (TNAI) e Temperatura do Atlântico Sul (TSAI), mas, também à circulação atmosférica regional e outros fenômenos de escala sinótica (FERREIRA e KEMENES, 2017). Este trabalho tem como objetivo investigar a influência das anomalias de TSM sobre o regime pluviométrico no nordeste do Brasil.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

- Área de estudo: Foram avaliadas 21 estações meteorológicas de seis estados da região Nordeste do Brasil (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia), sendo cinco estações para cada um destes estados, com exceção da Bahia, onde somente uma estação foi estudada (Figura 1). Entre 1998 e 2015, foram obtidos dados de médias mensais de precipitação das estações, no site do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET (www.inmet.gov.br). Médias mensais das anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), das regiões de El Niño (1+2, 3, 3.4 e 4) no Oceano Pacífico Equatorial, e das regiões do Atlântico Norte (TNAI) e Atlântico Sul (TSAI) no Oceano Atlântico Tropical foram obtidas através do site da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (www.noaa.gov). De acordo com o site da NOAA, as anomalias de temperatura no Oceano Pacífico, relacionadas com o El Niño, estão localizadas geograficamente, Niño 1+2 (0-10°S; 90°W-80°W), Niño 3 (5°N-5°S; 150°W-90°W), Niño 3.4 (5°N-5°S; 170°W-120°W) e Niño 4 (5°N-5°S; 160°E-150°W).

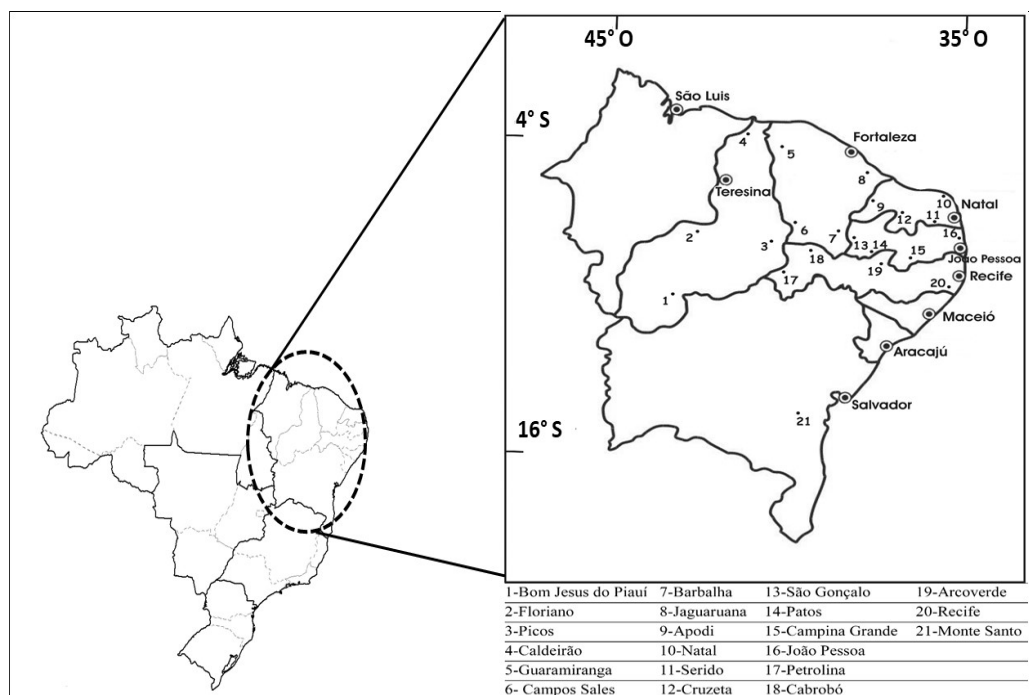


Figura 1 - Distribuição espacial das 21 estações meteorológicas em estudo da região Nordeste do Brasil.

As anomalias de TSM (El niño 1+2, 3, 3.4 e 4; TNAI e TSAI) foram correlacionados com a precipitação por meio da correlação simples de *Pearson* (ρ), buscando avaliar o grau de significância estatística entre esses parâmetros. Foi considerado $\rho > 0,5$ ou $\rho < -0,5$ uma forte correlação; para $-0,5 < \rho < -0,3$ ou $0,5 > \rho > 0,3$ correlação moderada; e $\rho < 0,3$ e $\rho > -0,3$ correlação fraca ou nula. Buscando avaliar se as correlações são estatisticamente significativas ao nível de 5% ($p < 0,05$) foi realizado o teste-t *Student* (SNEATH; SOKAL, 1973).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No nordeste brasileiro, as anomalias de TSM exerceram influência sobre o regime pluviométrico, representado por correlações estatisticamente significativas (Tabela 1). A melhor correlação estatística foi do índice TSAI, onde a diminuição da temperatura da superfície do Atlântico Sul gerou diminuição significativa da precipitação em Arcoverde, Pernambuco.

Estações	Coeficiente de <i>Pearson</i>					
	El Niño				Temperatura Atlântico	
	1+2	3	4	3.4	TNAI	TSAI
1	-0,07	-0,14*	-0,15*	-0,17*	-0,09	0,09
2	0,04	-0,08	-0,08	-0,13	-0,04	0,25*
3	0,02	0,00	-0,04	-0,01	-0,15*	0,18*
4	-0,02	-0,08	-0,13	-0,12	-0,23*	0,27*
5	0,03	0,04	0,02	0,01	-0,23*	0,18*
6	0,10	-0,05	-0,11	-0,11	-0,10	0,15

7	0,01	-0,06	-0,10	-0,10	-0,14	0,20*
8	0,03	-0,06	-0,07	-0,11	-0,25*	0,28*
9	0,01	0,00	-0,05	-0,05	-0,18*	0,25*
10	0,13	0,12	0,04	0,07	-0,09	0,15*
11	-0,05	-0,06	-0,06	-0,08	-0,14*	0,25*
12	0,02	-0,02	-0,01	-0,05	-0,17*	0,26*
13	-0,04	-0,14	-0,19*	-0,19*	-0,18*	0,22*
14	0,01	-0,07	-0,07	-0,09	-0,20*	0,23*
15	0,08	-0,12	-0,15*	-0,18*	-0,09	0,27*
16	0,01	0,04	0,04	0,03	-0,14	0,09
17	0,03	-0,12	-0,14	-0,18	-0,18	0,17
18	0,01	-0,18	-0,22*	-0,24*	-0,15	0,22*
19	0,20	0,17	0,07	0,10	-0,08	0,51*
20	0,04	0,08	0,04	0,05	-0,11	0,11
21	-0,09	-0,12	0,00	-0,09	0,07	0,06

* Valores em negrito são significativos ($p < 0.05$) com teste t de Student.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de *Pearson* entre os valores médios mensais das anomalias de TSM (TNAI, TSAI, Niño3, Niño 4 e Niño 3.4) e as médias mensais de precipitação, entre os anos de 1998 e 2015. As estações foram numeradas conforme a **Figura 1**.

Os gráficos de pluviosidade das estações meteorológicas avaliadas do interior do Nordeste do Brasil apresentam uma grande variabilidade climática e temporal ao longo dos anos em estudo (Figura 2). As anomalias do Pacífico em todas as localidades de Niño, apresentaram correlações estatisticamente negativas, indicando que o aumento da temperatura do Oceano gerou diminuição da precipitação no Nordeste do Brasil, corroborando com os resultados de Nóbrega et al. (2016). As estações de Bom Jesus do Piauí, São Gonçalo, Campina Grande e Cabrobó, foram associadas estatisticamente ao Niño 4. Santos e Ramos (2017) avaliaram os extremos de precipitação no Piauí e encontraram significância estatística positiva entre os dias consecutivos secos e a estação de Bom Jesus do Piauí justificada pela influência de sistemas meteorológicos locais, contrapondo os resultados encontrados. Macedo et al. (2010), encontraram que as secas extremas e severas do estado da Paraíba, estão ligadas ao El Niño, influenciando o déficit hídrico nas estações de São Gonçalo e Campina Grande. Em Pernambuco, Cabrobó apresentou déficit hídrico no período de 1991 a 2000, que segundo Oliveira et al. (2006) pode ser justificado pela influência do El Niño nessa região. Bom Jesus, São Gonçalo, Campina Grande e Cabrobó apresentaram escassez hídrica originada pelo aquecimento do Oceano Pacífico na localidade Niño 3.4, corroborando com os estudos de Macedo et al. (2011). No Piauí, a estação de Bom Jesus sofreu influência do Niño 3, contradizendo Medeiros et al., (2016) e Santos e Ramos (2017). A região de Niño 1+2, não apresentou nenhuma correlação estatisticamente significativa com a precipitação das estações avaliadas (FERREIRA; KEMENES, 2017; TRENBERTH, 2016).

Em relação ao Oceano Atlântico (TNAI), o aumento da temperatura da superfície do mar gerou a diminuição da pluviosidade, representada por correlações

estatisticamente negativas. As estações de Picos, Caldeirão, Guaramiranga, Jaguaruana, São Gonçalo, Patos, Apodi, Serido e Cruzeta apresentaram redução do regime pluviométrico, colaborando com os estudos de Santos e Ramos (2017), Costa e Silva (2017), Nobrega et al. (2014) e Santos e Brito (2007), respectivamente, no Piauí, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte. Em relação ao Atlântico Sul, o resfriamento da superfície do mar gerou diminuição no índice pluviométrico, representado por correlações estatisticamente positivas. As estações de Picos, Floriano, Caldeirão, Guaramiranga, Campos Sales, Barbalha, Jaguaruana, Apodi, Natal, Serido, Cruzeta, São Gonçalo, Patos, Capina Grande, Cabrobó e Arcoverde, respectivamente, nos estados, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, apresentaram déficit hídrico, colaborando com os estudos de Santos e Ramos (2017), Costa e Silva (2017), Menezes et al. (2008), Silva et al. (2017).

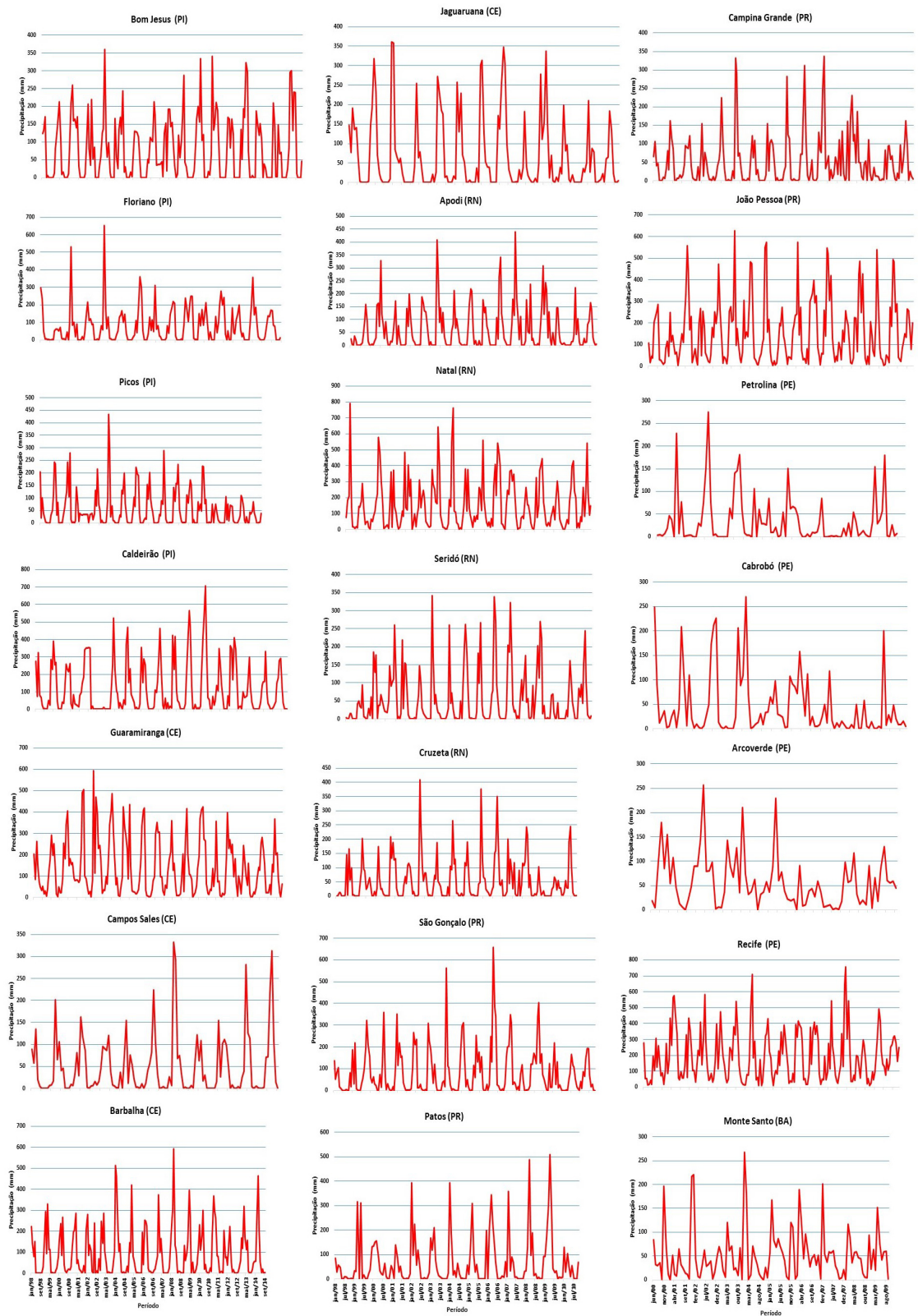


Figura 2. Variação pluviométrica das estações meteorológicas do nordeste Brasileiro no período de 1998 a 2015.

4 | CONCLUSÃO

A precipitação é influenciada por fenômenos de escala global, em quase todas as estações avaliadas, exceto Campos Sales, João Pessoa, Petrolina, Recife e Monte Santo que, provavelmente, sofreram influências de outros sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT. Em relação às anomalias de temperatura da superfície do mar, o aumento da temperatura do Atlântico Sul teve maior representatividade sobre o regime hídrico do interior do Nordeste brasileiro, gerando o aumento das chuvas em determinados períodos avaliados. Apesar dos resultados obtidos, é importante colocar que os resultados são preliminares, sendo necessários mais estudos para determinar as influências dos eventos climáticos extremos sobre o regime pluviométrico da região Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- COSTA, J. A.; SILVA, D. F. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n. 04, p. 1002-1013, 2017.
- FERREIRA, L.G.C.; KEMENES, A. Influência das Anomalias da Temperatura da Superfície do Mar sobre Reservatórios do Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 20., 2017, Juazeiro-BA. **Anais...** Juazeiro, 2017a, p. 412-416.
- MACEDO, H. et al. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 204-214, 2010.
- MACEDO, M. J. H.; GUEDES, R. V. de S.; SOUSA, F. A. S. Monitoramento e intensidade das secas e chuvas na cidade de Campina Grande/PB. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 8, n. 07, p. 105-117, 2011.
- MARENGO, J. A.; CUNHA, A.P.; ALVES, L.M.A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista INPA**, p.49 54, 2016.
- MEDEIROS, R.M. et al. El Niño/La Niña e sua influência no número de dias com chuva em Bom Jesus – Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v. 11, n. 2, p. 16-23, 2016.
- MENEZES, H. E. A. et al. A relação entre a Temperatura da Superfície dos Oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 2, p. 152-161, 2008.
- NÓBREGA, R. S. Tendência do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, v. 63, p. 9-26, 2016.
- NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, A. C. F. Tendência de Temperatura na Superfície do Mar nos Oceanos Atlântico e Pacífico e Variabilidade de Precipitação em Pernambuco. **Revista Mercator**, Fortaleza-CE, v. 13, n. 1, p. 107-118, jan-abr, 2014.
- OLIVEIRA, F. M.; LIRA, V. V.; DANTAS, R. T.; SOUZA, W. M. DE. Variabilidade temporal da precipitação em municípios localizados em diferentes sub-regiões do estado de Pernambuco. **Caminhos de Geografia**, v. 6, n. 19, p. 175-184, 2006.
- REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul. **Revista Brasileira de**

Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. 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. 3, p. 303-312, 2007.

SANTOS, C. A. dos.; RAMOS, A. R. D. Avaliação dos eventos extremos de precipitação no estado do Piauí. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.25, n.1, p.47-57, ago, 2017.

SILVA, R.O.B.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; SOUZA, W.M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Eng. Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 579- 589, 2017.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**, San Francisco, p. 573-1973, 1973.

TRENBERTH, K. The Climate Data Guide: Nino SST Indices (Nino 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI. **Cimate**, p. 1697-1701, 2016.