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

Luanny Gabriele Cunha Ferreira ¹; Alexandre Kemenes ²

1 Mestranda em Recursos Hídricos. Universidade Federal do Pará. Luanny\_cunha@yahoo.com.

2 Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. Embrapa Meio Norte. Alexandre.kemenes@embrapa.br.

**RESUMO**

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. A regulação do volume de água dos reservatórios no Nordeste, apresenta como principal sistema de abastecimento, as chuvas, que são fenômenos de alta frequência, porém apresentam uma grande irregularidade temporal e espacial na região Nordestina.O objetivo deste trabalho é investigar a influência das anomalias de TSM sobre o regime pluviométrico no nordeste do Brasil. Foram avaliadas 21 estações meteorológicas de seis estados da região Nordeste Brasil (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia). Foram obtidos dados de médias mensais de precipitação das estações, de 1998 a 2015, no site 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 das regiões do Atlântico Norte (TNAI) e Atlântico Sul (TSAI) no Oceano Atlântico Tropical foram obtidas através do site da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). A correlação estatística de *Pearson* mostrou que as anomalias de temperatura da superfície do mar, influenciam diretamente o regime pluviométrico no nordeste Brasileiro, originado principalmente pelo resfriamento do Atlântico Sul.

**Palavras-chave: :** anormalidades de TSM. efeitos do clima. índice pluviométrico.

**Área de Interesse do Simpósio**: Avaliação de Impactos Ambientais

**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(MARENGO et al., 2016). As chuvas são fenômenos de alta frequência, porém apresentam uma grande irregularidade temporal e espacial 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.

1.1 **SUBTÍTULO: EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS VEM INFLUNCIANDO A REGULAÇÃO DO VOLUME DOS RESERAVTÓRIOS DO NORDESTE.**

**1.1.1 Intertítulo: Diminuição do volume dos reservatórios no Nordeste**

**2. MATERIAL E MÉTODOS**

* Área de estudo; Foram avaliadas 21 estações meteorológicas de seis estados da região Nordeste Brasil (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia), sendo selecionados cinco estações para cada um destes estados, exceto Bahia que possui somente uma estação estudada (Figura 1). Foram obtidos dados de médias mensais de precipitação das estações, de 1998 a 2015, no site do Instituto Nacional de Meteorologia- INMET (*www.inmet.gov.br*). 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 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 NOOA, as anomalias de temperatura no Oceano Pacífico, relacionadas com o El Niño, estão localizadas geograficamente, Niño 1+2 (0-10ºS; 90ºW-80ºW), Niño 3 (5ºN-5ºS; 150ºW-90ºW), Niño 3.4 (5ºN-5ºS; 170ºW-120ºW) e Niño 4 (5ºN-5ºS; 160ºE-150ºW).

**Figura 1 -** Distribuição espacialdas 21 estações meteorológicas em estudo na região Nordeste do Brasil.

****

Fonte: Elaborado pelo autor.

As anomalias de temperatura da superfície do mar (El niño 1+2, 3, 3.4 e 4; TNAI e TSAI) foram correlacionadoscom a precipitação por meio da Correlação de Pearson (ρ), buscando avaliar o grau de significância estatística entre esses parâmetros. Foi considerado ρ > 0,5 ou ρ < - 0,5 uma forte correlação; para - 0,5 < ρ < - 0,3 ou 0,5 > ρ > 0,3 correlação moderada; e ρ < 0,3 e ρ > - 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 (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). O valor que apresentou a maior correlação estatística foi o TSAI, onde a diminuição a temperatura do Atlântico Sul gerou diminuição na precipitação, em Arcoverde, Pernambuco.

**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**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Estações** | **Coeficiente de Pearson** |
| **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 | **0,50\*** |
| **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.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

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, corroborando com 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, contradizendo com resultados aqui encontrados, devido à restrição dos estudos em períodos extremos de chuva. Macedo et al. (2010), encontraram que as secas extremas e severas na cidade de Paraíba, estão ligadas ao El Niño na cidade de Paraíba, 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) é justificado pela influência do El Niño. Na localidade Niño 3.4, Bom Jesus, São Gonçalo, Campina Grande e Cabrobó apresentaram escassez hídrica originado pelo aquecimento do Oceano Pacífico, corroborando com os estudo de Macedo et al. (2011). No Piauí, a estação de Bom Jesus ainda sofreu influência do Niño 3, contradizendo com Medeiros et al., (2016), que não encontrou associação explicita entre a estação e El Niño, apresentando a mesma conclusão de Santos e Ramos (2017), diante da influência de outros sistemas locais. A região de Niño 1+2, não apresentou nenhuma correlação estatisticamente significativa com a precipitação (FERREIRA; KEMENES, 2017; TRENBERTH, 2016).

Em relação ao Oceano Atlântico, o aumento da temperatura do TNAI gerou baixa pluviosidade, representado por correlações estatisticamente negativas. As estações de Picos, Caldeirão, Guaramiranga, Jaguaruana, São Gonçalo, Patos, Apodi, Serido e Cruzeta apresentaram redução em seu regime pluviométrico devido ao aumento do Atlântico Norte, colaborando com os estudos já realizados por Santos e Ramos (2017), Costa e Silva (2017), Nobrega et al. (2014) e Santos e Brito (2007), respectivamente nos estados de Piauí, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte. Em relação ao Atlântico Sul, o seu resfriamento gerou diminuição do 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 apresentaram déficit hídrico, nos estados, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, colaborando com os estudos de Santos e Ramos (2017), Costa e Silva (2017), Menezes et al.(2008), Silva et al. (2017).

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 sofreram a influência de sistemas atmosféricos, como a Zona de Convergência Intertropical- ZCIT (MEDEIROS et al., 2016; REBOITA et al., 2010).

**4. CONCLUSÃO**

As anomalias de temperatura da superfície do mar, influenciam diretamente o regime pluviométrico no nordeste Brasileiro, originado principalmente pelo resfriamento do Atlântico Sul.

**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 Superficie do Mar sobre Reservatórios do Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Agrometereologia, 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.