

A INFLUÊNCIA DOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS SOBRE RESERVATÓRIOS DO NORDESTE

FERREIRA, Luanny Gabriele Cunha – luanny_cunha@yahoo.com
Universidade Federal do Pará / UFPA

KEMENES, Alexandre – alexandre.kemenes@embrapa.br
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio Norte / EMBRAPA MEIO NORTE

RESUMO: Os eventos climáticos extremos, resultado das interações de acoplamento oceano-atmosfera, vêm se apresentando a cada ano mais intensos. Essa intensificação se deve, dentre outros fatores, ao incremento do processo de aquecimento global. Esses eventos podem alterar a normalidade das estações climáticas do continente americano e consequentemente seu regime pluviométrico. O objetivo principal desse estudo é ampliar a atual compreensão em relação à influência dos fenômenos climáticos extremos sobre a disponibilidade de água no interior do Nordeste do Brasil. Foram avaliados 26 reservatórios, distribuídos em seis estados (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia). Os volumes de água desses reservatórios foram obtidos no site do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), as anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM), no Oceano Pacífico Equatorial (El Niño 1+2, 3, 3.4 e 4) e no Oceano Atlântico Tropical [TNAI (Índice do Atlântico Norte Tropical) e TSAI (Índice do Atlântico Sul Tropical)], foram adquiridas no site da NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) e os dados de precipitação e evaporação no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e de outras instituições. Foi utilizado a correlação simples de Pearson para avaliar a influência das anomalias de TSM (regiões de El Niño 1+2, 3, 3.4 e 4, no Oceano Pacífico Equatorial, e TNAI e TSAI no Oceano Atlântico Tropical), evaporação e precipitação sobre o volume de água acumulada nos reservatórios. A evaporação apresentou o maior número de correlações significativas, seguido pelas anomalias de temperatura da superfície do oceano Atlântico. Os baixos índices de correlação encontrados, podem estar mostrando que existem outros mecanismos que regem o volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste, como fatores antrópicos e outros eventos climáticos, que podem ser melhor examinados.

Palavras-chave: Anomalias do clima, precipitação, evaporação, mudanças climáticas, parâmetros hidrológicos

THE INFLUENCE OF EXTREME CLIMATE EVENTS ON NORTHEAST RESERVOIRS

ABSTRACT: The extreme climatic events, as a result of the ocean-atmosphere coupling interactions, are becoming more intense each year. This intensification is due, among other factors, to the increase in the global warming process. These events alter the normality of the seasons of the American continent and consequently their pluviometric regime. The main objective of the study is to expand the current understanding regarding the influence of extreme climatic phenomena on the availability of water in the northeastern sertão. We evaluated 26 reservoirs, distributed in six states (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte and Bahia). The water volumes of these reservoirs were obtained from the DNOCS website, sea surface temperature anomalies (SST), in the Equatorial Pacific Ocean (El Niño 1 + 2, 3, 3.4 and 4) and the Tropical Atlantic Ocean (TNAI) and TSAI (Tropical South Atlantic Index) were obtained from the National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) website and precipitation and evaporation data from the INMET website (National Institute of Meteorology) and other institutions. Pearson's simple correlation was used to evaluate the influence of SST anomalies (El Niño 1 + 2, 3, 3.4, and 4 regions in the Equatorial Pacific Ocean, and TNAI and TSAI in the Tropical Atlantic Ocean), evaporation and precipitation over the volume

of water from the reservoirs. From the regional parameters, the evaporation parameter had the highest number of significant correlations, followed by the surface temperature anomalies of the Atlantic Ocean. The low correlation index found among the covariables evaluated may be showing that there are other mechanisms that control the water volume of the reservoirs of the interior of the Northeast, such as anthropic factors and other climatic events, which can be better examined.

Keywords: Extreme climatic events, precipitation, environmental effects of climate changes, hydrological parameters

LA INFLUENCIA DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS SOBRE RESERVATORIOS DEL NORDESTE

RESUMEN: Los eventos climáticos extremos, resultado de las interacciones de acoplamiento océano-atmósfera, se vienen presentando cada año más intensos. Esta intensificación se debe, entre otros factores, al incremento del proceso de calentamiento global. Estos eventos alteran la normalidad de las estaciones climáticas del continente americano y consecuentemente su régimen pluviométrico. El objetivo principal del estudio es ampliar la actual comprensión en relación a la influencia de los fenómenos climáticos extremos sobre la disponibilidad de agua en el sertão nordestino. Se evaluaron 26 depósitos, distribuidos en seis estados (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte y Bahía). Los volúmenes de agua de estos reservorios fueron obtenidos en el sitio del DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra las Secas), las anomalías de la temperatura de la superficie del mar (TSM), en el Océano Pacífico Ecuatorial (El Niño 1 + 2, 3, 3.4 y 4 y en el Océano Atlántico Tropical (TNAI) y TSAI (Índice del Atlántico Sur Tropical), se adquirieron en el sitio de la NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) y los datos de precipitación y evaporación en el sitio del INMET (Instituto Nacional de Meteorología) y de otras instituciones. Se utilizó la correlación simple de Pearson para evaluar la influencia de las anomalías de TSM (regiones de El Niño 1 + 2, 3, 3.4 y 4, en el Océano Pacífico Ecuatorial, y TNAI y TSAI en el Océano Atlántico Tropical), evaporación y precipitación sobre el agua volumen de agua de los depósitos. De los parámetros regionales, el parámetro evaporación presentó el mayor número de correlaciones significativas, seguido de las anomalías de temperatura de la superficie del océano Atlántico. El bajo índice de correlación encontrado, entre las covariables evaluadas, puede estar mostrando que existen otros mecanismos que controlan el volumen de agua de los depósitos del interior del Nordeste, como factores antrópicos y otros eventos climáticos, que pueden ser mejor examinados.

Palabras Clave: Eventos climáticos extremos, precipitación, efectos ambientales de los cambios de clima, parámetros hidrológicos

L'INFLUENCE DES ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES SUR LES RÉSERVOIRS DU NORD-EST

RÉSUMÉ: Les événements climatiques extrêmes, résultant des interactions de couplage océan-atmosphère, deviennent de plus en plus intenses chaque année. Cette intensification est due, entre autres facteurs, à l'augmentation du réchauffement climatique. Ces événements modifient la normalité des saisons du continent américain et par conséquent leur régime pluviométrique. L'objectif principal de l'étude est d'élargir la compréhension actuelle de l'influence des phénomènes climatiques extrêmes sur la disponibilité de l'eau dans le sertão du nord-est. Nous avons évalué 26 réservoirs répartis dans six états (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte et Bahia). Les volumes d'eau de ces réservoirs ont été obtenus dans le site DNOCS (National ministère des Travaux contre la sécheresse), les anomalies de la température de la surface de la mer (SST) dans la zone équatoriale du Pacifique (El Niño 1 + 2, 3, 3,4 et 4) et l'océan Atlantique tropical [TNAI (Tropical Index de l'Atlantique Nord) TSAI (Indice Atlantique tropical du Sud)], ont été acquis sur le site de la NOAA (administration nationale océanique et atmosphérique) et les données de précipitations et de l'évaporation dans le site INMET (Institut national de météorologie) et d'autres institutions. simple, coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour évaluer l'influence des anomalies de SST

(régions d'El Nino 1 + 2, 3, 3,4 et 4, dans l'océan Pacifique équatorial et TNAI et TSAI dans l'Atlantique tropical), l'évaporation et la précipitation du volume d'eau des réservoirs. À partir des paramètres régionaux, le paramètre d'évaporation présentait le plus grand nombre de corrélations significatives, suivi par les anomalies de température de surface de l'océan Atlantique. Le faible coefficient de corrélation constatée entre les covariables, peut montrer qu'il existe d'autres mécanismes qui contrôlent le volume d'eau à l'intérieur des réservoirs du Nord-Est, tels que les facteurs anthropiques et autres phénomènes météorologiques, qui peuvent être mieux examinées.

Mots-Clés: Événements climatiques extrêmes, précipitation, effets environnementaux des changements climatiques, paramètres hydrologiques

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vêm aumentando a frequência e intensidade de secas e enchentes em todo o mundo, demonstrando que os eventos interanuais e decadais que ocorrem em escala sinótica, acoplados às mudanças climáticas, vêm se tornando mais frequentes. O Nordeste brasileiro enfrenta o fenômeno da seca, com a escassez de água há anos. Esse impacto ambiental vem trazendo grandes prejuízos para a sociedade brasileira, milhares de municípios do interior nordestino já foram afetados pelo êxodo rural e atraso no desenvolvimento agrário (MARENGO et al., 2016). Diversos estudos vêm sendo realizados, no Nordeste do Brasil, buscando examinar esses acontecimentos. Silva et al. (2017) encontraram uma diminuição no regime pluviométrico, de 2009 a 2016 em Petrolina-PE, justificada pelo aquecimento e resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico. Marengo (2014) afirmou que as secas ocorridas no Nordeste são indícios da elevada variabilidade climática da região. Nesses locais, as pessoas sobrevivem à escassez hídrica, necessitando de auxílio para melhorar as condições de vida (ARTAXO, 2014). A confirmação que os eventos climáticos extremos podem estar repercutindo sobre os ecossistemas e a vida das pessoas podem auxiliar a trazer mais recursos necessários para melhorar a qualidade de vida e auxiliar o desenvolvimento humano na região (ARTAXO, 2014; KARL; TRENBERTH, 2003; GULDBERG; BRUNO, 2010).

A construção dos reservatórios vem sendo realizada pelo homem desde tempos remotos, com o barramento dos rios, cuja principal função é o abastecimento de água (ANDRADE e MARQUES, 2017; LAURENTIS et al., 2008). A construção dos reservatórios ameniza o problema de seca, aumentando a segurança hídrica e alimentar regional. Entretanto, os eventos climáticos extremos podem afetar o abastecimento de água nos reservatórios. Alguns pesquisadores atribuem a intensidade desses eventos à variação interanual do aquecimento das águas superficiais dos oceanos Atlântico e Pacífico. Avaliam também como indícios do incremento do processo de aquecimento global (SANTOS e MANZI, 2011), o que traz a perspectiva da ocorrência cada vez mais frequente desses impactos. As chuvas são fenômenos de alta frequência, porém com forte irregularidade temporal e espacial na região nordestina, dificultando a conservação do volume dos reservatórios, não atendendo a demanda energética-alimentar da sociedade (KEMENES et al., 2015; SILVA et al., 2017). A área alagada pelos reservatórios do Nordeste chegaram, em 2015, a níveis alarmantes, principalmente no estado do Ceará, considerada a maior seca desde 1910 (INMET, 2016). A grande variabilidade climática, do regime pluviométrico no Nordeste brasileiro, pode estar sendo influenciada pelas anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) (FERREIRA e KEMENES, 2017a; SALGUEIRO et al., 2016; SILVA et al., 2011).

Segundo Kemenes et al. (2012, 2015) e Lucena et al. (2011), os eventos climáticos extremos, caracterizados pelas anormalidades da TSM, influenciam diretamente no regime pluviométrico na região nordestina. Os reservatórios recebem água proveniente da precipitação de diversas regiões adjacentes, algumas vezes de mais de uma bacia hidrográfica, auxiliando a fornecer a avaliação regional da influência desses eventos (VALE et al., 2016). A variabilidade climática da região está diretamente ligada às anomalias de TSM como o El Niño, La Niña, índice de temperatura do Atlântico Norte (TNAI) e índice de temperatura do Atlântico Sul (TSAI), mas, também à circulação atmosférica regional e outros fenômenos de escala sinótica (SANTOS e BRITO, 2007). Todos esses eventos influenciam o regime pluviométrico e o volume de água acumulada nos reservatórios do interior nordestino, afetando os ecossistemas naturais, e a distribuição de água para diversas práticas produtivas (NOBREGA e SANTIAGO, 2014). Esse estudo tem como objetivo principal ampliar a atual compreensão das influências dos fenômenos climáticos extremos sobre a disponibilidade de água no interior do Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

Foram avaliados 26 reservatórios pertencentes a seis estados da região Nordeste do Brasil (Ceará, Piauí, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia) (Fig. 1). Foram utilizadas informações de 21 estações meteorológicas (Fig. 2), agrupadas pela sua proximidade com os reservatórios (Tabela 1). As regiões do El Niño foram classificadas como Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4, de acordo com sua distância do litoral da América do Sul; e os índices de temperatura superficial do Atlântico Norte e Sul (TNAI e TSAI) em relação a sua posição diante da linha do equador (Fig. 3) (SILVA; SILVA, 2015).

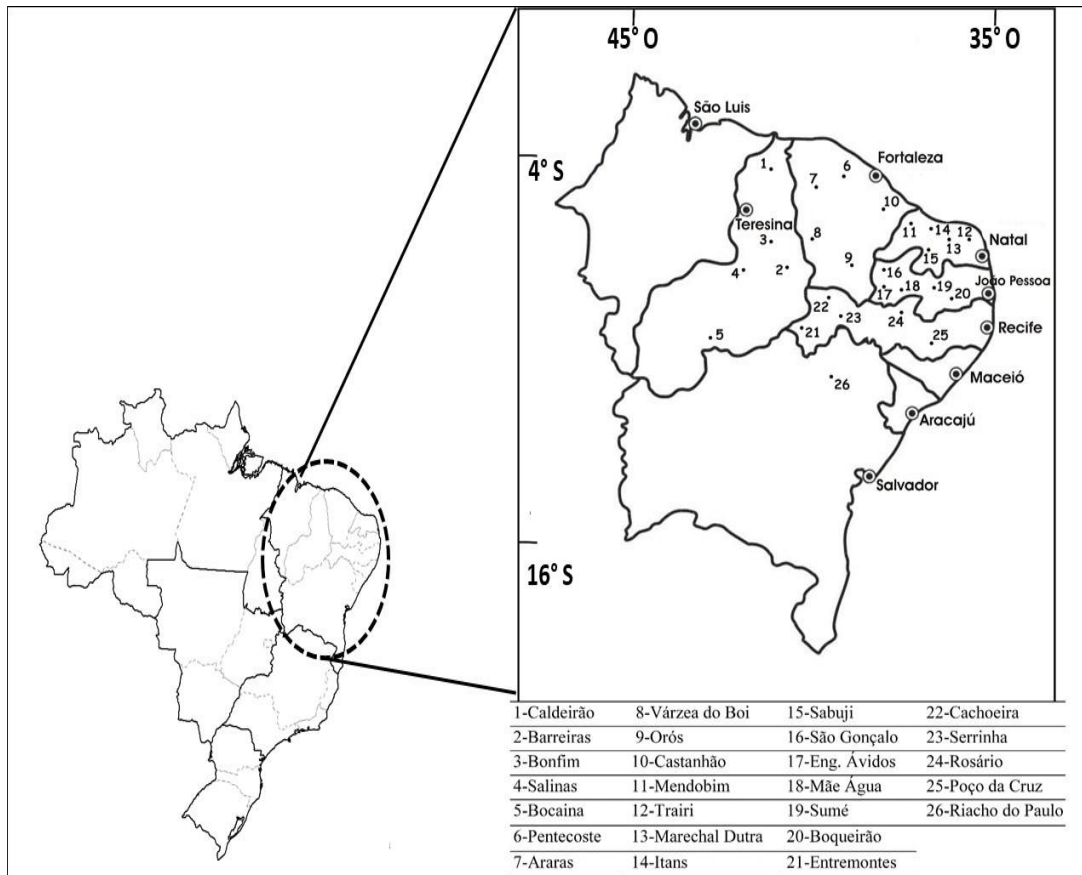


Figura 1 - Distribuição espacial dos 26 reservatórios em estudo na região Nordeste do Brasil.

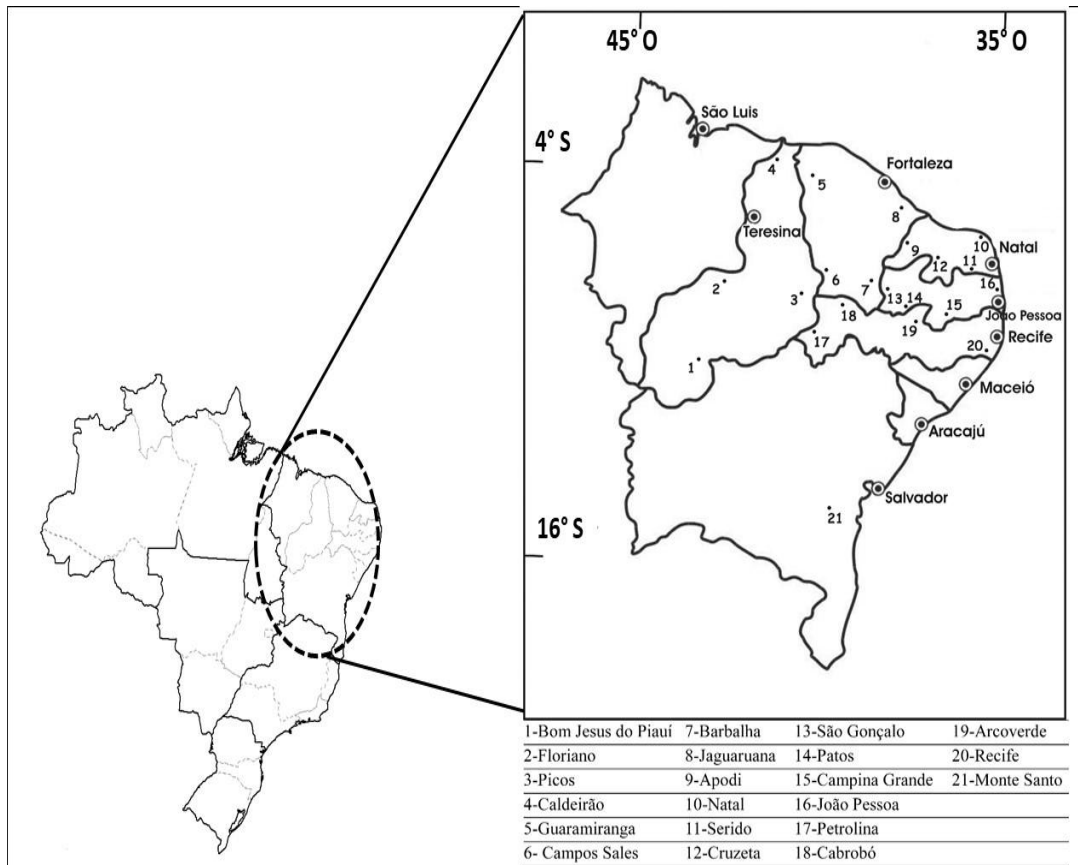


Figura 2 - Distribuição espacial das 21 estações meteorológicas em estudo na região Nordeste do Brasil.

Tabela 1 - Associação dos reservatórios com as estações meteorológicas, de acordo com suas proximidades geográficas.

Reservatório	Estação Meteorológica
Caldeirão (PI)	Caldeirão (PI)
Barreiras (PI)	Picos (PI)
Bonfim (PI)	Picos (PI)
Salinas (PI)	Floriano (PI)
Bocaina (PI)	Bom Jesus do Piauí (PI)
Pentecoste (CE)	Guaramiranga (CE)
Araras (CE)	Guaramiranga (CE)
Várzea Boi (CE)	Campos Sales (CE)
Orós (CE)	Barbalha (CE)
Castanhão (CE)	Jaguaruana (CE)
Mendobim (RN)	Apodi (RN)
Trairi (RN)	Natal (RN)
Marechal Dutra (RN)	Serido (RN)
Itans (RN)	Natal (RN)
Sabuji (RN)	Cruzeta (RN)
São Gonçalo (PR)	São Gonçalo (PR)
Eng. Ávidos (PR)	Patos (PR)
Mãe Água (PR)	Patos (PR)
Sumé (PR)	Campina Grande (PR)
Boqueirão	João Pessoa (PR)
Entremontes (PE)	Petrolina (PE)

Cachoeira (PE)	Petrolina (PE)
Serrinha (PE)	Cabrobó (PE)
Rosário (PE)	Arcoverde (PE)
Poço da Cruz (PE)	Recife (PE)
Riacho do Paulo (BA)	Monte Santos (PE)

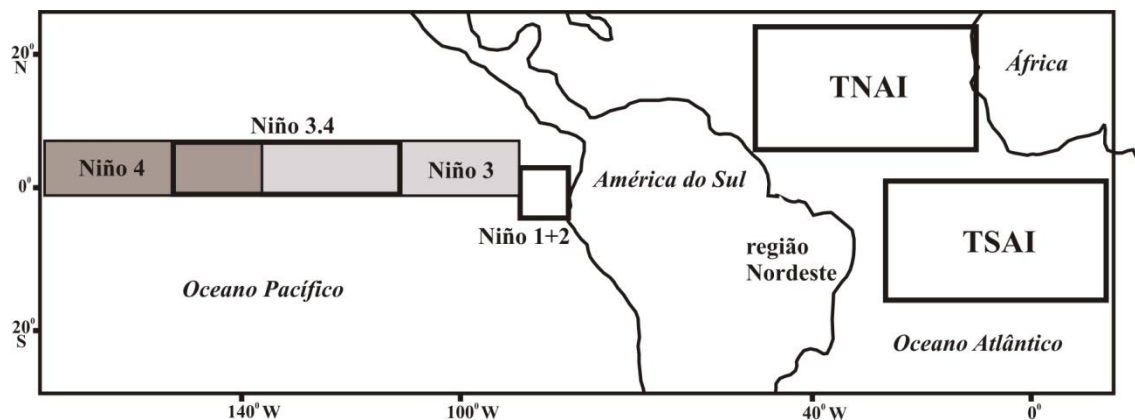


Figura 3 - Localização geográfica da origem das anomalias de temperatura da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico (imagem adaptada de NOAA, 2005; MENEZES et al., 2008).

OBTENÇÃO DOS DADOS

Foram obtidas informações referentes às médias mensais do volume total de água acumulada em 26 reservatórios do interior do Nordeste, durante o período de 1998 a 2015, através do site do DNOCS (www.dnocs.gov.br). As médias mensais das anomalias de TSM, para as regiões de El Niño (1+2, 3, 3.4 e 4) no Oceano Pacífico Equatorial, pelos índices TNAI (Atlântico Norte) e TSAI (Atlântico Sul) no Oceano Atlântico Tropical foram obtidas através do site da NOAA (www.noaa.gov), para o mesmo período. Os valores médios mensais acumulados de precipitação e evaporação foram adquiridos pelo site do INMET (www.inmet.gov.br), através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), da FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (<http://www.funceme.br>), AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>), APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima (<http://www.apac.pe.gov.br/>) e EMPARN - Empresa de Pesquisa e Agropecuária do Rio Grande do Norte (<http://187.61.173.26/index.php>), também para esse período.

RELAÇÃO ESTATÍSTICA

As anomalias de TSM avaliadas (TNAI, TSAI, El Niño 1+2, 3, 3.4 e 4), dados de precipitação e evaporação foram correlacionados ao volume de água dos reservatórios através do índice de correlação simples de Pearson, buscando relacionar esses fenômenos à disponibilidade hídrica desses reservatórios. O coeficiente de Pearson, ρ , assume valores entre -1 e +1; $\rho = 1$ como uma correlação positiva perfeita entre as duas variáveis. Quando $\rho = -1$, existe uma correlação negativa perfeita, ou seja, quando uma aumenta a outra diminui. Se

$\rho = 0$ ou muito pequeno, significa que as duas variáveis não dependem linearmente. Valores de $\rho > 0,5$ ou $\rho < -0,5$ indicam uma forte correlação; para $-0,5 < \rho < -0,3$ ou $0,5 > \rho > 0,3$ a correlação é moderada; e $\rho < 0,3$ e $\rho > -0,3$ a correlação é fraca ou nula. Buscando avaliar se as correlações são significativas, ao nível de 5% ($p < 0,05$), foram realizados teste-t para as variáveis avaliadas. Foram confeccionados os gráficos das correlações moderadas e fortes. Realizadas análises de regressão simples buscando determinar os modelos matemáticos das correlações moderadas e fortes (SNEATH e SOKAL, 1973). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos programas Excel e Statistica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS CLIMÁTICOS GLOBAIS

Para avaliar a influência dos parâmetros climáticos globais sobre os reservatórios do interior do Nordeste do Brasil foram realizadas análises estatísticas como a correlação simples de Pearson, das médias mensais das anomalias de TSM, para as regiões de Niño 1+2, 3, 3.4 e 4, no Oceano Pacífico equatorial, e TNAI e TSAI, no Oceano Atlântico, sobre o volume mensal dos reservatórios, para o período entre 1998 e 2015 (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficiente de correlação simples de Pearson entre os valores médios mensais das anomalias de TSM (TNAI, TSAI, Niño 3, Niño 4 e Niño 3.4) e as médias mensais do volume dos reservatórios (Res.) em estudo, entre os anos de 1998 e 2015. Foram estimados os volumes máximos e mínimos dos reservatórios (Res.) numerados conforme a Figura 1.

Res.	Volume mínimo (.10 ⁶ m ³)	Volume máximo (.10 ⁶ m ³)	Coeficiente de Pearson					
			El Niño (°C)				Temperatura Atlântico (°C)	
			1+2	3	4	3.4	TNAI	TSAI
1	25,6	54,4	0,03	0,07	0,01	0,03	-0,14	0,19
2	3,25	39,3	-0,03	0,09	0,16	0,14	0,36*	0,00
3	0,33	3,86	0,12	0,02	-0,22	-0,10	0,13	0,18
4	15,1	386,0	0,16	0,14	0,21	0,19	0,28	0,15
5	16,6	95,6	0,04	0,14	0,13	0,18	0,24	0,17
6	32,7	395,0	0,18	0,38*	0,49*	0,44*	0,19	0,17
7	81,6	548,0	-0,06	0,00	0,07	0,04	-0,02	0,05
8	0,75	51,8	-0,01	0,13	0,22	0,18	0,54*	-0,11
9	857,0	1413,0	0,05	0,03	-0,08	0,00	0,33*	0,07
10	235,0	6330,0	-0,12	-0,19	-0,38*	-0,26	0,28	0,06
11	944,0	76,3	0,02	0,14	0,09	0,14	0,28	-0,04
12	2,34	35,2	-0,03	0,02	-0,11	-0,01	0,08	0,08
13	0,83	44,6	0,10	0,12	-0,03	0,07	0,24	0,09
14	6,21	81,4	0,12	0,16	0,02	0,11	0,28	0,12
15	1,12	65,3	0,11	0,20	0,16	0,20	0,24	0,09
16	4,25	44,6	-0,14	-0,12	-0,16	-0,12	0,10	0,14
17	43,8	216,0	0,11	0,27	0,24	0,27	0,26	0,08
18	314,0	1360,0	0,06	0,24	0,32*	0,25	0,30*	0,00
19	0,27	44,8	0,11	0,09	-0,02	0,05	0,40*	0,16
20	75,6	433,0	-0,05	0,03	0,05	0,07	0,41*	0,00
21	13,4	229,0	0,03	-0,01	-0,08	-0,04	-0,02	0,37*
22	1,26	21,5	0,28	0,16	-0,02	0,07	0,00	0,34*

23	42,2	402,0	0,01	-0,08	-0,26	-0,13	0,14	0,25
24	1,39	35,1	0,17	0,01	-0,29	-0,10	0,11	0,38*
25	15,0	510,0	0,07	0,19	0,19	0,22	0,42*	0,14
26	1,18	24,7	-0,14	-0,04	0,05	0,00	-0,07	-0,37*

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

Foram encontradas 16 correlações significativas. A correlação que apresentou o melhor resultado estatístico foi o TNAI sobre o volume de água acumulada no reservatório Várzea do Boi, indicando que o aumento de temperatura do Atlântico Norte exerceu uma influência direta e significativa sobre esse reservatório. Entretanto, quando as águas do Atlântico Norte (TNAI) estão mais quentes e o clima mais úmido, e as águas do Atlântico Sul (TSAI) mais frias e o clima mais seco, ocorrem movimentos descendentes das massas de ar, com menor temperatura para a região setentrional, central e sertão do Nordeste, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a ocorrência de precipitação, condições que podem trazer períodos estiagem no Nordeste do Brasil (NÓBREGA e SANTIAGO, 2014). Esse resultado não está de acordo aos resultados encontrados nos reservatórios de Orós, Boqueirão, Barreiras, Várzea Boi, Sumé, Mãe Água e Poço da Cruz, que foram positivamente correlacionados, e de forma significativa, às anomalias de TNAI (Fig. 4). Já Santos e Brito (2007) analisaram os índices extremos climáticos em relação às anomalias da temperatura do mar (TSM) da Paraíba, de 1935 a 2000, e identificaram que os dias consecutivos secos foram influenciados positivamente pelas anomalias de temperatura do Atlântico Norte. Isso corroborou com parte dos resultados encontrados, principalmente no volume de água acumulada nos reservatórios Boqueirão, Sumé e Mãe Água, esse aumento anômalo de temperatura gerou eventos de seca nessas regiões.

Os índices de TSAI influenciaram positivamente o volume de água acumulada nos reservatórios de Entremontes, Rosário e Cachoeira II e negativamente em Riacho do Paulo (Fig. 5). O aumento do volume de água nos reservatórios de Pernambuco, está de acordo aos estudos realizados por Silva et al. (2011). Estes autores analisaram os parâmetros numa escala anual, de 1963 a 1992, confirmando que o aumento de temperatura superficial do oceano Atlântico Sul gerou um aumento significativo no regime de chuvas da costa leste pernambucana. Posteriormente, Nobrega e Santiago (2014) e Nobrega et al. (2016), determinaram que o aumento da precipitação de quatro municípios de Pernambuco, respectivamente, Recife, Serra Talhada, Caruaru e Palmares recebeu influência significativa das anomalias de temperatura da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico, durante 1950 a 2009. Dourado et al. (2013), investigaram áreas homogêneas de precipitação na Bahia e encontraram o maior índice pluviométrico do Semiárido Baiano, localizado dentro da região do reservatório de Riacho do Paulo, sendo também determinado que os índices de temperatura do Atlântico foram inibidos diante da influência dos Sistemas Frontais (CAVALCANTI et al., 2016). As anomalias de TSM Atlântico incrementaram a precipitação em regiões do litoral leste do Nordeste do Brasil, sendo essa influência mais significativa que as anomalias do Pacífico, corroborando os resultados encontrados por Moura et al. (2009).

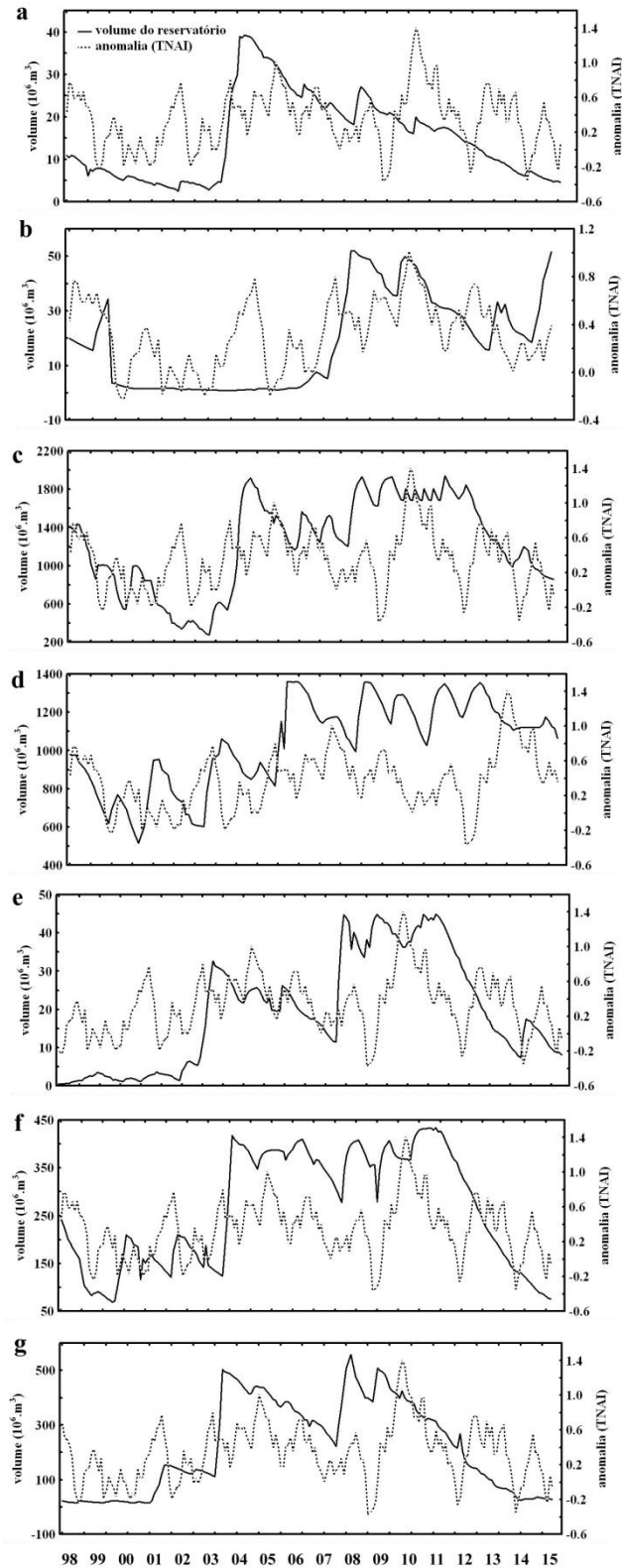


Figura 4 - Influência das anomalias de temperatura do Atlântico Norte (TNAI) sobre reservatórios do interior do Nordeste. a, Barreiras; b, Várzea Boi; c, Orós; d, Mãe d'água; e, Sumé; f, Boqueirão; g, Poço da Cruz.

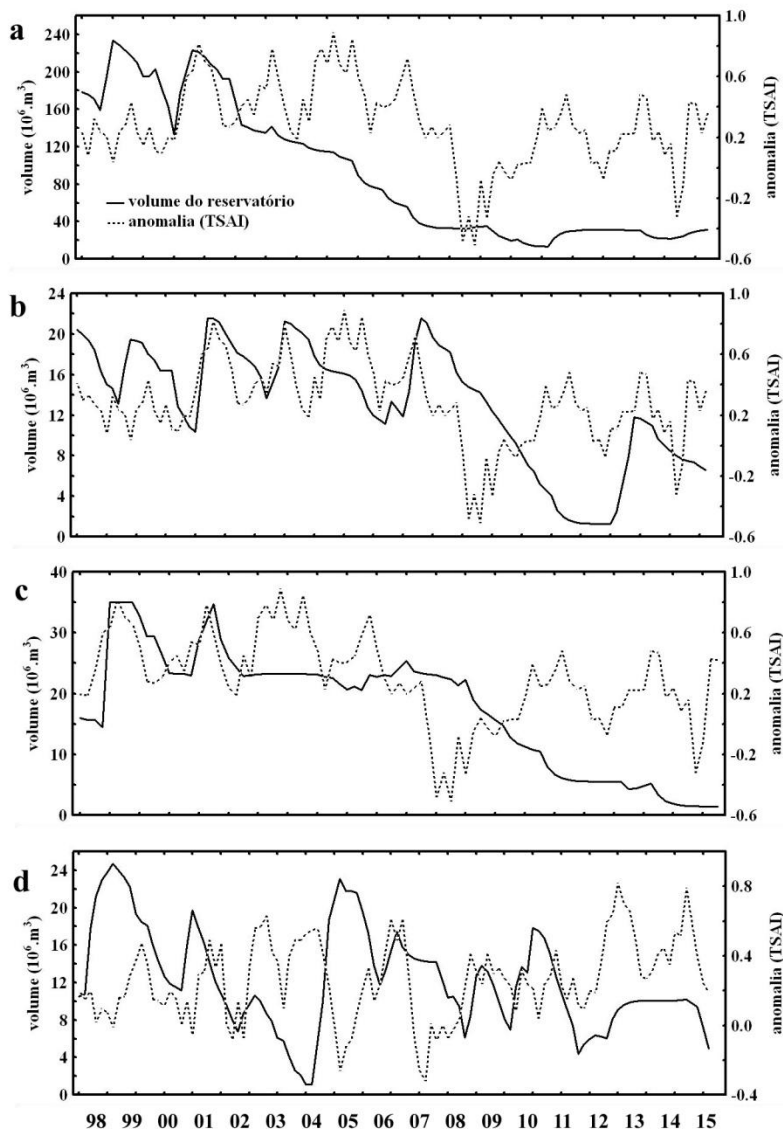


Figura 5 - Influência das anomalias de temperatura do Atlântico Sul (TSAI) sobre reservatórios do interior do Nordeste. a, Entremontes; b, Cachoeira; c, Rosário; d, Riacho do Paulo.

As anomalias de Niño 4, apresentaram correlações positivas em Pentecoste e Mãe Água e negativas no Castanhão (Fig. 6). Silva e Silva (2015), avaliaram a influência da TSM do Pacífico, para o Niño 4, em relação a precipitação na América do Sul, foi encontrado um déficit hídrico para o Nordeste Brasileiro. Já Santos et al. (2009), estudaram as microrregiões do Ceará e encontraram, na estação de Viçosa, um aumento dos dias consecutivos úmidos e com precipitação, de 1935 a 2006, corroborando com os resultados encontrados para o reservatório de Pentecoste. Esse reservatório foi influenciado positivamente por três regiões do oceano Pacífico Sul (Niño 3, 3.4 e 4, Fig. 7).

Uma relação inversa entre as alterações de temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico e o volume de água acumulada nos reservatórios Castanhão e Riacho do Paulo, demonstrou que o aumento da temperatura do Atlântico Sul e Pacífico Sul resultaram numa diminuição da precipitação nessa região (MORAES et al., 2007; SANTOS e MANZI, 2011; SILVA et al., 2011). A relação negativa entre os índices de TSM e volume do reservatório pode ser considerado um resultado confiável, de acordo com as teorias atuais dos efeitos dos eventos extremos, na região Nordeste do Brasil (KEMENES et al., 2015). Entretanto, foi encontrado um número bem mais significativo de correlações positivas, indicando que o aumento da TSM pode ter gerado um aumento no volume de água nos reservatórios. A diversidade de sistemas atmosféricos atuantes no Nordeste, a exemplo da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e outros, podem estar mascarando a real influência das anomalias de TSM, e dificultando a compreensão sobre a distribuição das chuvas na região (KEMENES et al., 2015). Segundo Moscati e Gan (2007), a ocorrência da precipitação no Nordeste pode estar ligada, simultaneamente, a dois ou mais eventos climáticos. Os reservatórios de Pentecoste (Niño 3; 3.4; 4) e Mãe Água (El Niño 4 e TNAI) foram influenciados ambos por diversos eventos extremos, Niño 3, 3.4 e 4; e Niño 4, TNAI, respectivamente. Santos et al. (2009), investigaram as mudanças climáticas em Canindé-CE, onde está o reservatório de Pentecoste e encontraram que os dias consecutivos chuvosos são influenciados pela ação conjunta das variações climáticas locais e globais. Já Santos e Brito (2007), analisaram as microrregiões de Pernambuco, onde fica o reservatório de Mãe Água, encontrando uma influência direta do El Niño 1+2, 3 e TNAI. A ação conjunta desses eventos influencia de forma mais significativa do que quando atuam isoladamente (NOBREGA et al., 2014; COSTA e SILVA, 2017).

Os volumes dos reservatórios, do Rio Grande do Norte, não apresentaram correlações estatisticamente significativas com as anomalias de TSM, podendo estar recebendo influência dos eventos de caráter regional em escala sinótica como as frentes frias e a ZCIT. Nenhum dos reservatórios estudados mostrou correlações significativas com a região do Niño 1+2, talvez, por estar localizada bem próxima à costa da América do Sul, tenha menor representatividade junto ao volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste do Brasil (TRENBERTH, 2016). Esses dados corroboram os de Silva et al. (2011), que analisaram as temperaturas dos eventos de anomalias de TSM e encontraram as menores variações de temperaturas no El Niño 1+2, podendo ser uma explicação para a baixa influência dessa região nas chuvas que atingem o interior do Nordeste do Brasil.

As anomalias do Oceano Atlântico apresentaram maior influência sobre o regime pluviométrico do Nordeste do Brasil, que o Oceano Pacífico, isso também foi constatado por outros autores (MOURA et al., 2009; SALGUEIRO et al., 2016; SILVA et al., 2011). No presente estudo, o reservatório Mãe Água, foi correlacionado positivamente, tanto pelo Atlântico Norte quanto pelo Pacífico (Niño 4). Já Salinas, Mendobim e Marechal Dutra não apresentaram correlações estatisticamente significativas com nenhum dos parâmetros analisados. Provavelmente, outros eventos podem estar influenciando esses reservatórios (CAVALCANTI et al., 2016). O aumento no volume de água na maioria dos reservatórios estudados pode ser justificado pelo aumento da intensidade e frequência dos eventos de escala sinótica que resultam num aumento da precipitação sobre essa região. O principal desses é a ZCIT, o sistema que mais

influencia a precipitação do interior do Nordeste, quando está situada mais ao sul, durante o primeiro semestre do ano, gera um aumento no transporte de umidade para o continente (REBOITA et al., 2010; MARENGO et al., 2011; BEZERRA e CAVALCANTI, 2008). Essa circulação penetra na bacia do rio Amazonas, liberando grande quantidade de calor latente e gerando intensa precipitação no Norte e Nordeste do Brasil (REBOITA et al., 2016).

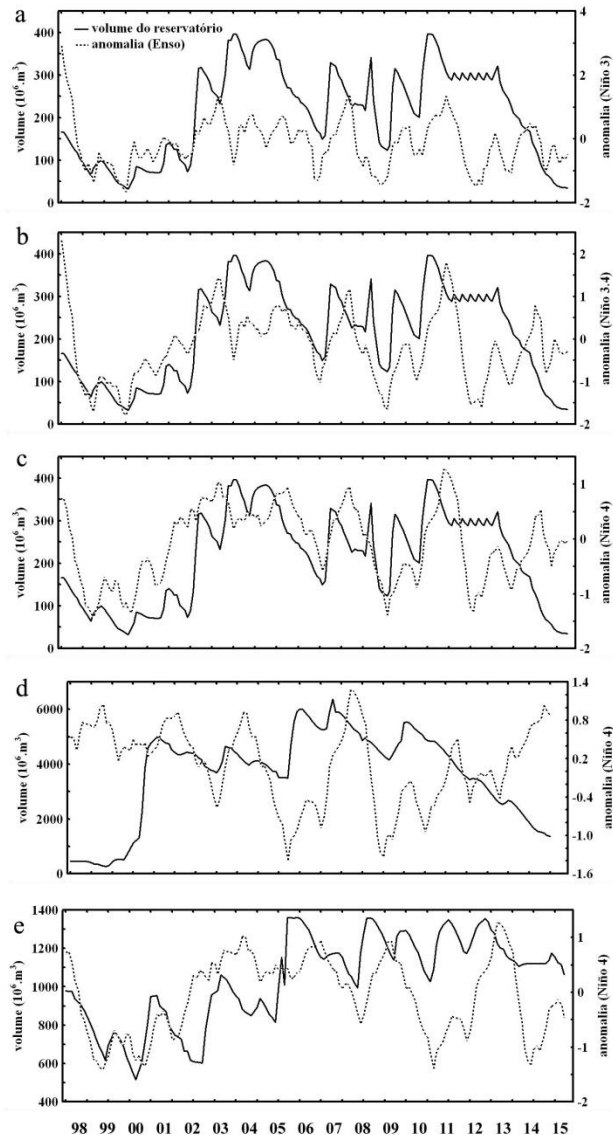


Figura 6 - Influência das anomalias de temperatura do Pacífico (Niño 3, 3.4, 4). a,b,c Pentecoste; d, Castanhão; e, Mãe D'Água.

As correlações significativas, da influência das anomalias de TSM sobre a variação histórica do volume de água nos reservatórios, foram analisadas por regressão simples (Tabela 3). Sendo que os modelos matemáticos dessas

correlações podem auxiliar a estimar o volume dos reservatórios, em períodos pré-determinados, e avaliar as influências das anomalias dos eventos climáticos extremos sobre o interior do Nordeste brasileiro.

Tabela 3 - Equação de regressão linear para estimar o volume dos reservatórios de acordo com os valores das anomalias de TSM.

Equação de regressão	r	p
Volume Barreiras = 11,24 + 10,82*TNAI	0,36	<0,05
Volume Várzea Boi = 7,92 + 32,14*TNAI	0,54	<0,05
Volume Orós = 1076,1 + 465,3*TNAI	0,32	<0,05
Volume Mãe Água = 952,3 + 211*TNAI	0,30	<0,05
Volume Mãe Agua = 1037 + 108,2*Niño 4	0,32	<0,05
Volume Sumé = 13,67 + 17,31*TNAI	0,40	<0,05
Volume Boqueirão = 214,17 + 146,22*TNAI	0,41	<0,05
Volume Poço da Cruz = 150,6 + 211,6*TNAI	0,41	<0,05
Volume Entremontes = 63,92 + 96,78*TSAI	0,37	<0,05
Volume Cachoeira = 10,9 + 7,48*TSAI	0,34	<0,05
Volume Rosário = 13,86 + 12,6*TSAI	0,37	<0,05
Volume Riacho do Paulo = 14,66 - 8,83*TSAI	-0,37	<0,05
Volume Pentecoste = 220,24 + 53,26*Niño 3.4	0,37	<0,05
Volume Pentecoste = 223,7 + 59,5*Niño 4	0,44	<0,05
Volume Pentecoste = 219,6 + 78,44*Niño 3	0,49	<0,05
Volume Castanhão = 3765 - 1021*Niño 4	-0,37	<0,05

PARÂMETROS CLIMÁTICOS REGIONAIS

O volume de água acumulada nos reservatórios estão sendo influenciados não só pelas variações globais do clima, mas também, por fatores locais (SOUZA e AZEVEDO, 2012). Para avaliar melhor essa afirmação é necessário realizar análises estatísticas, sendo assim, foram realizadas análises de correlação simples de Pearson para avaliar a influência dos parâmetros regionais (precipitação e evaporação, acumulados do mês) sobre o volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste do Brasil (Tabela 4).

Tabela 4 - Coeficiente de correlação de Pearson entre o volume dos reservatórios e a precipitação e evaporação, acumuladas do mês, entre os anos de 1998 e 2015. Os reservatórios estão numerados conforme a Figura 1.

Reservatório	Parâmetros Regionais	
	Evaporação de Piche (mm)	Precipitação Total (mm)
1	-0,24	0,17
2	0,03	0,06
3	-0,15	0,18
4	0,08	0,08
5	-0,16	-0,06
6	-0,18	0,15
7	-0,16	0,20
8	0,02	0,06
9	-0,22	0,00
10	0,08	0,01

11	0,07	0,13
12	-0,22	0,19
13	-0,11	0,09
14	-0,34*	0,17
15	-0,16	0,20
16	-0,50*	0,31*
17	-0,56*	0,10
18	-0,50*	0,12
19	-0,33*	0,14
20	-0,40*	0,12
21	-0,18	0,17
22	-0,33*	0,00
23	-0,56*	0,18
24	-0,15	0,20
25	-0,31*	0,08
26	0,03	0,06

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

A análise dos resultados mostraram que a evaporação apresentou uma influência mais significativa que a precipitação. Os reservatórios passaram, durante boa parte do período em estudo, por perdas significativas em seu volume de água, com influências significativas sobre o fenômeno de evaporação (Fig. 7). O aumento da dissipação do calor para atmosfera, através da evaporação, fez com que ocorresse uma diminuição significativa no volume de água dos reservatórios (BEZERRA e BEZERRA, 2016; PEREIRA et al., 2009). Sendo que as perdas, do volume de água, podem ser estimadas por análises estatísticas, com o uso de equações de regressão (Tabela 5).

Para todos os valores encontrados, os que apresentaram os melhores índices de correlação foi entre os reservatórios de Engenheiro Ávidos e Serrinha e as estações de Patos e Cabrobó, respectivamente (Tabela 4). O estado da Paraíba apresentou um déficit hídrico na estação de São Gonçalo, que gerou perda de grande volume de água no reservatório São Gonçalo. Menezes et al. (2008), registraram que os veranicos, ou seja, períodos secos em plena época chuvosa, da mesorregião do alto sertão, são influenciados pelo VCAN, gerando déficit hídrico na região de São Gonçalo. Os estados do Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, apresentaram correlações estatísticas moderadas e fracas, pela provável influência dos eventos de larga escala na regulação da distribuição de água nos reservatórios nesses estados, que corrobora os resultados encontrados por Ferreira e Kemenes (2017b). Santos e Ramos (2017), classificaram o Norte do Piauí como sendo uma região de baixo relevo, o que favorece a ocorrência de eventos de grande escala como a ZCIT e VCAN. Entretanto, boa parte central e sul do estado foi caracterizada pela forte influência dos fenômenos locais.

Em Pernambuco, foi constatada uma intensa diminuição no volume dos reservatórios de Cachoeira, Serrinha e Poço da Cruz no período em estudo. Moura et al., (2007) avaliaram a estação de Petrolina, localizada próxima ao reservatório Cachoeira, e encontraram taxas anuais elevadas de evaporação, entre 2.500 e 3.000 mm, contribuindo para o intenso déficit hídrico local, principalmente entre setembro e novembro. Em Rio Grande do Norte, o reservatório de Itans sofreu uma forte diminuição no volume de água acumulado, influenciado pela evaporação local (SILVA et al. 2011), isso gerou um incremento significativo na concentração de sais nesse reservatório. As estações da Paraíba sofreram fortes influências do aumento da evaporação, com

correlações negativas e significativas em Sumé, São Gonçalo, Eng. Ávidos, Mãe Água e Boqueirão. Azevedo et al. (2016), encontraram elevada concentração de fósforo e nitrogênio dissolvidos na água, resultante da intensa evaporação, no reservatório de Sumé. Já os reservatórios avaliados no Ceará, Bahia e Piauí, não apresentaram correlações significativas com suas respectivas estações, ou seja, a alteração no volume destes reservatórios, provavelmente, têm outras causas, que podem ser melhor investigadas, como foi afirmado nos estudos de Costa e Campos (2012).

O período de 2012 a 2015 foi marcado pela redução no volume de água da maioria dos reservatórios estudados, sendo justificada pela diminuição do regime pluviométrico, bem abaixo das taxas de calor dissipado. Esse resultado corroborou Bezerra e Bezerra (2016), que evidenciaram que 463 reservatórios, do Nordeste Setentrional, tiveram seu volume reduzido nesse período, dentre esses, São Gonçalo e Engenheiro Ávidos.

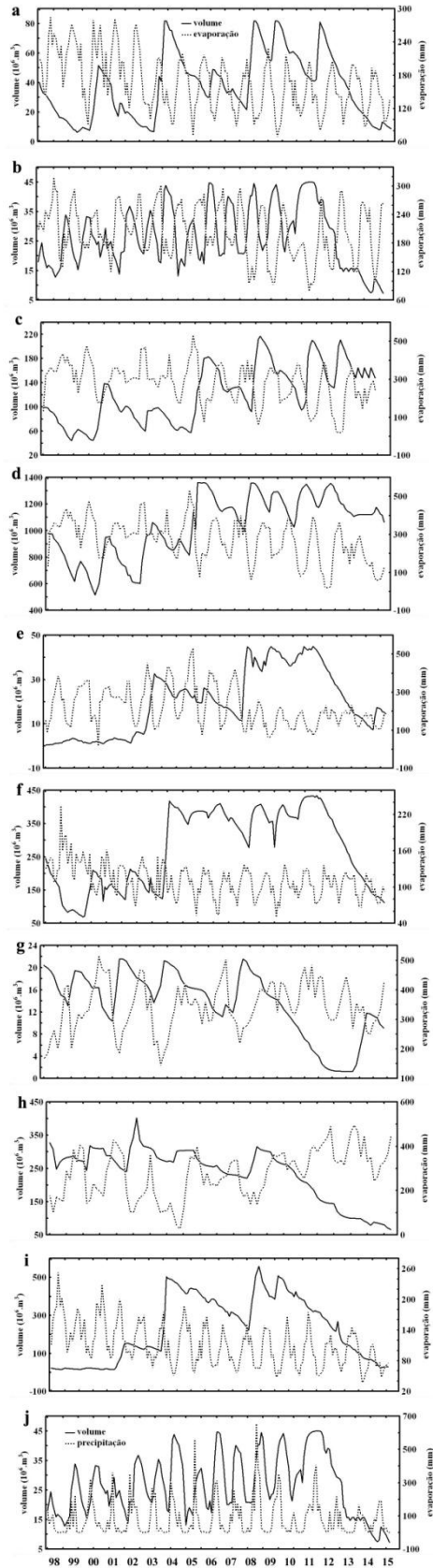


Figura 7 - Influência da evaporação e precipitação total mensal sobre o volume de água acumulada nos reservatórios a, Itans; b, São Gonçalo; c. Eng. Ávidos; d. Mãe Água; e. Sumé; f. Boqueirão; g. Cachoeira; h. Serrinha; i. Poço da Cruz; j. São Gonçalo.

Tabela 5 - Análise de regressão linear simples entre o volume dos reservatórios e parâmetros regionais (precipitação ou evaporação).

Equação de regressão	r	p
Volume Itans= 62,05 - 0,14 * evaporação	-0,34	<0,05
Volume São Gonçalo = 45,23 - 0,09 *evaporação	-0,49	<0,05
Volume São Gonçalo = 24,39 + 0,02 *precipitação	0,28	<0,05
Volume Eng. Ávidos = 192,91 - 0,25 *evaporação	-0,56	<0,05
Volume Mãe Água = 1321 - 1,05 *evaporação	-0,5	<0,05
Volume Sumé = 30,35 - 0,047 *evaporação	-0,33	<0,05
Volume Boqueirão = 466,06 - 1,74 *evaporação	-0,39	<0,05
Volume Cachoeira = 21,46 - 0,02 *evaporação	-0,33	<0,05
Volume Serrinha = 346,58 - 0,39 *evaporação	-0,55	<0,05
Volume Poço da Cruz = 372,11 - 1,28 *evaporação	-0,31	<0,05

CONCLUSÕES

Os parâmetros utilizados nesse estudo, tanto os globais quanto regionais, apresentaram representatividade sobre o volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste do Brasil, entretanto, os parâmetros globais foram mais significativos. Para as anomalias de temperatura da superfície do mar, o índice do Atlântico Norte (TNAI) mostrou um maior número de correlações significativas em relação às anomalias TSM do Pacífico. Entretanto, essas correlações foram diretamente proporcionais indicando que o aumento da temperatura do Atlântico Norte (TNAI) gerou o aumento da precipitação e no volume dos reservatórios investigados. Já o TSAI (índice do Atlântico Sul) apresentou um menor número de correlações significativas, mostrando um baixo número de reservatórios com influência no acúmulo de água. O fenômeno Enso mostrou algumas correlações negativas nos reservatórios, confirmando o déficit hídrico durante o período de seca. Quanto aos parâmetros regionais, a evaporação apresentou o maior número de correlações significativas negativas, que influenciaram na perda hídrica dos reservatórios. A ação conjunta dos parâmetros globais e regionais podem potencializar os efeitos. Existem reservatórios que apresentaram influências tanto dos parâmetros globais quanto regionais, principalmente na redução do volume. Isso foi observado em Mãe Água, Sumé, Boqueirão, Cachoeira e Poço da Cruz. A Bahia, representada pelo reservatório de São Gonçalo não apresentou correlação significativa com nenhum dos parâmetros avaliados. Já os reservatórios localizados no Ceará e Piauí, não apresentaram correlações significativas com os parâmetros regionais.

Apesar dos reservatórios avaliados nos oferecerem importantes informações das influências dos eventos climáticos extremos na disposição de água superficial, no interior do Nordeste do Brasil, é importante buscar outras explicações, que aprofundem ainda mais as atuais compreensões num tema tão complexo e controverso. A influência dos parâmetros climáticos globais, como os eventos extremos, sobre o volume de água de rios regionais permanentes pode nos oferecer uma outra forma de avaliação. Os rios mais importantes da

região Nordeste percorrem centenas e até milhares de quilômetros, antes de desaguar no mar, passando por diversos estados. Alguns rios, que abastecem o interior do Nordeste, podem ser selecionados pela sua importância sócio-econômica e distribuição espacial como Jaguaribe (Ceará), Parnaíba (Piauí), Una (Pernambuco), São Francisco (Bahia) e Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte). Entretanto, boa parte desses rios envolvem diversos outros estados como o rio Parnaíba que nasce no sul do Piauí, na serra da Tabatinga, passando pelo estado do Maranhão, e o rio São Francisco que nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais e passa pelos estados de Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas. Com isso, esses resultados poderão oferecer uma visão mais ampla das influências dos eventos climáticos extremos sobre o Nordeste do Brasil. Também, examinando melhor as figuras, foi concluído que existem períodos temporais, de meses e até anos, que apresentam maiores ou menores influências dos parâmetros globais e/ou regionais. Sendo assim, é importante realizar análises, avaliando com atenção cada um desses períodos. Sendo assim, serão detalhadas as influências dos eventos climáticos extremos em reservatórios e rios em estudo. A realização desses estudos poderão nos trazer a compreensão mais clara e detalhada das reais influências dos eventos climáticos extremos sobre o interior da região Nordeste do Brasil. É importante destacar que a elevada diversidade de sistemas atmosféricos atuantes, na região Nordeste do Brasil, pode estar dificultando a interpretação correta dos resultados encontrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. M. B. A.; CAMPOS, J. N. B.; NASCIMENTO, L. S. V. Sensibilidade Intrazonal de um downscaling dinâmico de precipitação (1971-2000): uma Análise na Bacia Hidrográfica do Açude Castanhão-CE. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 23, n. 1, p. 73-87, 2008.
- ANDRADE, C. M.; MARQUES, L. S. Semiárido brasileiro: alguns desafios. *Diversitas Journal*, v. 2, n. 2, p. 279-288, 2017.
- ARAÚJO, W. S.; BRITO, J. I. B. Índices de tendências de mudanças climáticas para os estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários e sua relação com TSM do Pacífico e Atlântico. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 4, p. 541 - 554, 2011.
- ARTAXO, P. Mudanças climáticas e o Brasil. *Revista USP*, n. 103, p. 8-12, 2014.
- AZEVEDO, D. J. D.; AZEVEDO, E. L.; GOMES, W. I. A qualidade de água em reservatórios no semiárido durante seca prolongada: uma discussão para avaliação dos efeitos de mudanças climáticas. In: Congresso Baiano de Engenharia Sanitária Ambiental, 4., 2016, Bahia. *Anais... Bahia*, 2017. p. 1-7.
- BEZERRA, A. C. N.; CAVALCANTI, E. P. Energia Estática, sobre o Norte e Nordeste do Brasil relacionada com a Temperatura da Superfície do mar. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 23, n. 2, p. 239-263, 2008.
- BEZERRA, M. B.; BEZERRA, A. P. P. S. A crise hídrica como reflexo da seca: o Nordeste Setentrional em alerta. *Revista do Regne*, v. 2, n. esp., p. 623- 632, 2016.
- CAVALCANTI, I. F. A. et al. *Tempo e clima no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2016, p. 464- 470.

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. 4, p. 1002-1013, 2017.

COSTA, A. C. C.; CAMPOS, J. N. B. Participação dos usuários na alocação da água dos reservatórios no Ceará: os casos do Jaguaribe e Banabuiú em 2002. In: *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 12., 2012, Curitiba-PR. *Anais... Curitiba*, 2012, p. 1-17.

DOURADO, C. S.; OLIVEIRA, S. R. M.; AVILA, A. M. H. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no estado da Bahia. *Agrometeorologia*, Campinas-SP, v. 72, n. 2, p. 192-198, 2013.

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.

_____. Impactos dos Eventos Extremos sobre os Reservatórios do Nordeste. In: *Congresso Brasil Norte de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 1., 2017, Belém-PA. *Anais... Belém*, 2017b, p. 4-8.

GULDBERG, O.H.; BRUNO, J. F. The Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. *Science*, v. 328, p. 1523-1528, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Previsão Climática para Primavera. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=noticia/visualizarNoticia&id=89>> . Acesso em: 15 jan. 2017.

KARL, T. R.; TRENBERTH, K. E. Modern Global Climate Change. *Science*, v. 302, p. 1719-1723, 2003.

KEMENES, A.; SANTOS, C. A. C. dos; SATYAMURTY, P. A Influência de Eventos Climáticos Extremos na Atividade de Hidrelétricas Amazônicas. *Ciência Hoje*, v. 50, p. 36-41, 2012.

KEMENES, A.; PEREIRA, L. A.; SANTOS, C. A. C. A Influência de Eventos Climáticos Extremos na Atividade de Hidrelétricas Amazônicas. In: *Simpósio de Mudanças Globais e Desertificação no Semiárido Brasileiro*, 4., 2015, Petrolina-PE 2015. *Anais... Petrolina*, 2015, p. 1-9.

LAURENTIS, D. G.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Simulação da Qualidade de Água em Grandes Bacias: Rio Taquari-Antas, RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 3, p. 5-22, 2008.

LUCENA, D. B.; FILHO, M. F. G.; SERVAIN, J. Avaliação do impacto de Eventos Climáticos Extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a Estação Chuvosa no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 2, p. 297-312, 2011.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A.P.; ALVES, L.M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. *Climanálise*, v.3, n. esp., p. 49-54, 2016.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. *Revista USP*, n. 103, p. 25-32, 2014.

MARENGO, J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, p. 410- 450, 2011.

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.

MORAES, N. M.; BARBOSA, M. P.; DE ARAÚJO, A. E. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do Semi-árido Paraibano. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 1, p. 61-66, 2007.

MOSCATI, M. C. L.; GAN, M. A. Rainfall variability in the rainy season of semiarid zone of Northeast Brazil (NEB) and its relation to wind regime. International Journal of Climatology, v. 27, n. 4, p. 493-512, 2007.

MOURA, G. B. A. et al. Relação entre a precipitação do leste do Nordeste do Brasil e a temperatura dos Oceanos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 4, p. 462-469, 2009.

MOURA, M. S. B. et al. Clima e Água no Semiárido. 2.ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 59 p.

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, v. 13, n. 1, p. 107-118, 2014.

NÓBREGA, R. S. et al. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos Tropicais. Revista Brasileira de Meteorologia, v.29, n.2, p. 197-208, 2014.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; SOARES, D. B. Tendências do controle Climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Climatologia, v. 18, p. 276-292, 2016.

PEREIRA, S. B. et al. Evaporação líquida no lago de Sobradinho e impactos no escoamento devido à construção do reservatório. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.3, p. 346-352, 2009.

REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REBOITA, M. S. Causas da Semiariadez do Sertão Nordestino. Revista Brasileira de Climatologia, v. 19, n.19, p. 254-277, 2016.

SALGUEIRO, J. H. P. B. et al. Influence of oceanic-atmospheric interactions on extreme events of daily rainfall in the Sub-basin 39 located in Northeastern Brazil. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, n. 4, p. 685-693, 2016.

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.; 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. C.; MANZI, A. O. Eventos Extremos de Precipitação no Estado do Ceará e suas relações com a Temperatura dos Oceanos Tropicais. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 1, p. 157 - 165, 2011.

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

SILVA, A. P. N. et al. Correlação entre as Temperaturas da Superfície do Mar e a Quantidade da Precipitação na Estação Chuvosa no Nordeste do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 1, p. 149-156, 2011.

SILVA, E. R. L. D. G.; SILVA, M. E. S. Memória de eventos Enos na precipitação da América do Sul. *Revista do Departamento de Geografia- USP*, v. 30, p. 34-55, 2015.

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.

SILVA, A. R. S. et al. Variações no índice de anomalia de chuva no semiárido. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 4, p. 377-384, 2017.

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

SOUZA, W. M; AZEVEDO, P. V. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-Pe. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, n.1, p. 143-159, 2012.

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

VALE, R. S. et al. Hydroclimatic variables associated with El Niño and La Nina events at the Curuá-Una hydroelectric reservoir, Central Amazonia. *Acta Amazonica*, v.46, p. 303-308, 2016.