ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

INFLUÊNCIA HISTÓRICA (1998-2016) DOS PARÂMETROS GLOBAIS E REGIONAIS SOBRE OS RESERVATÓRIOS DO INTERIOR 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 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. Os eventos podem alterar a normalidade das estações climáticas do continente americano, influenciando na quantidade de água precipita no interior, afetando os ecossistemas locais e refletindo sobre diversas atividades produtivas. O objetivo principal do estudo foi investigar influência dos parâmetros climáticos, globais e regionais, sobre o volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste, dentro de um período de 18 anos, 1998 a 2016. Foram avaliados 26 reservatórios, distribuídos em seis estados da região Nordeste do Brasil (Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia). Os volumes de água dos reservatórios foram obtidos no site do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), as anomalias de 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 pelo site da NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) e os dados de precipitação e evaporação no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e com instituições parceiras. Foi utilizada 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 média sobre o volume de água dos reservatórios do Nordeste. Os reservatórios receberam fortes influências tanto dos processos climatológicos regionais quanto das anomalias globais de temperatura da superfície do oceano Atlântico e Pacífico. Entretanto, existe uma intensa convergência entre diversos fenômenos climáticos atuantes nessa região, que podem estar mascarando a real influência dos eventos climáticos extremos e que pode ser melhor compreendida.

Palavras-chave: Eventos climáticos extremos, reservatórios do Nordeste, efeitos ambientais das mudanças climáticas, parâmetros hidrológicos

HISTORIC INFLUENCE (1998-2016) OF GLOBAL AND REGIONAL PARAMETERS ON NORTHEAST INTERNAL 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 weather events, Northeast Reservoirs, environmental effects of climate change, hydrological parameters

INFLUENCIA HISTÓRICA (1998-2016) DE PARÁMETROS GLOBALES Y REGIONALES EN RESERVAS INTERNAS DEL NORESTE

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, embalses del Noreste, efectos ambientales del cambio climático, parámetros hidrológicos

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vêm aumentando a frequência de secas e enchentes, em todo mundo, demonstrando que o planeta está passando por um período de intensas mudanças climáticas (KARL e TRENBERTH, 2003; GULDBERG e BRUNO, 2010). Diversos estudos vêm sendo realizados buscando avaliar estes acontecimentos. Entretanto, ainda existem poucos estudos realizados na região Nordeste do Brasil. Nesse ambiente as pessoas sobrevivem em clima semiárido, necessitando de auxílio para melhorar suas condições de vida (ARTAXO, 2014). A confirmação que os eventos climáticos extremos podem estar repercutindo sobre estes ecossistemas e na vida das pessoas pode auxiliar a trazer recursos tão necessários para melhorar a qualidade de vida, e compreender melhor como

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

esses fenômenos afetam o desenvolvimento humano da região (MARENGO; CUNHA; ALVES; 2016; SILVA et al., 2017).

Os desafios enfrentados diante da realidade nordestina, fizeram com que o homem do sertão criasse mecanismos para aumentar a segurança hídrica e alimentar, um desses é a construção de grandes reservatórios, buscando garantir o abastecimento de água para uma população crescente (ANDRADE e MARQUES, 2017; LAURENTIS; COLLISCHONN; TUCCI, 2008). Foram construídos, por iniciativas federais, estaduais, municipais e particulares, milhares de grandes reservatórios superficiais, fazendo a região nordestina ter a maior capacidade de água acumulada artificialmente no planeta. Durante mais de 100 anos, foi construído um enorme patrimônio hídrico para a captação da água das chuvas. Entretanto, os eventos climáticos em escala global podem afetar o regime pluviométrico e consequentemente influir na quantidade de água acumulada nos reservatórios (SALGUEIRO et al., 2016; SILVA et al., 2011).

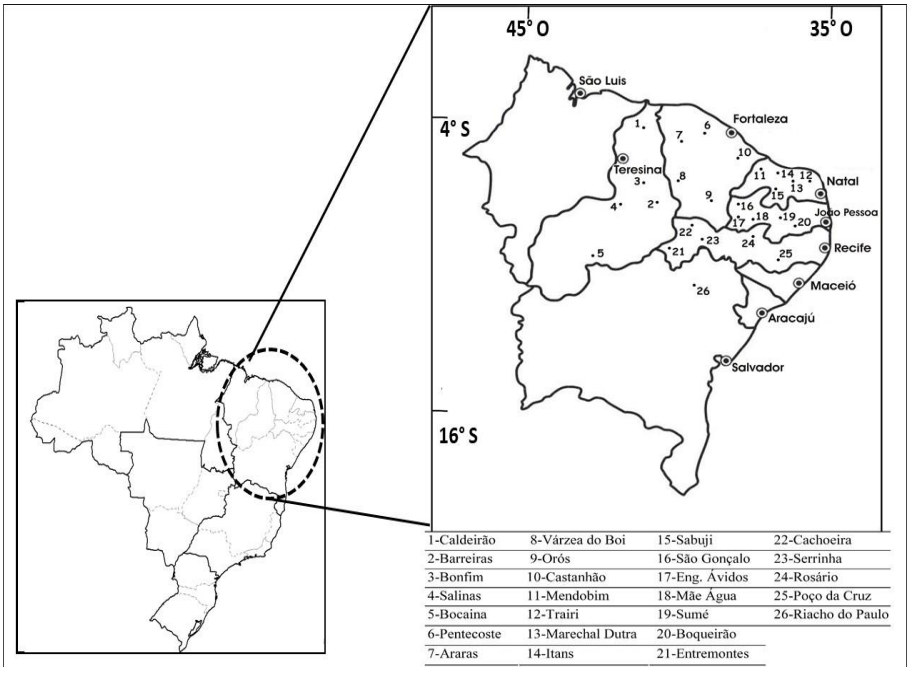
Alguns pesquisadores atribuem a intensidade da variação climática interanual aos eventos extremos globais como o aquecimento anômalo das águas superficiais dos oceanos Atlântico e Pacífico, fenômenos El Niño, La Niña, TNAI (índice de temperatura do Atlântico Norte) e TSAI (índice de temperatura do Atlântico Sul). Entretanto, os parâmetros ambientais locais, resultantes da circulação atmosférica regional e outros mecanismos climáticos de escala sinótica, também são importantes (SANTOS e BRITO, 2007). Os reservatórios recebem água proveniente da precipitação de ambientes adjacentes, algumas vezes de mais de uma bacia hidrográfica, auxiliando a influenciar esses eventos (VALE et al., 2016). O objetivo desse estudo foi investigar influência dos parâmetros climáticos, de escala global e regional, sobre o volume de água acumulada por grandes reservatórios do interior do Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

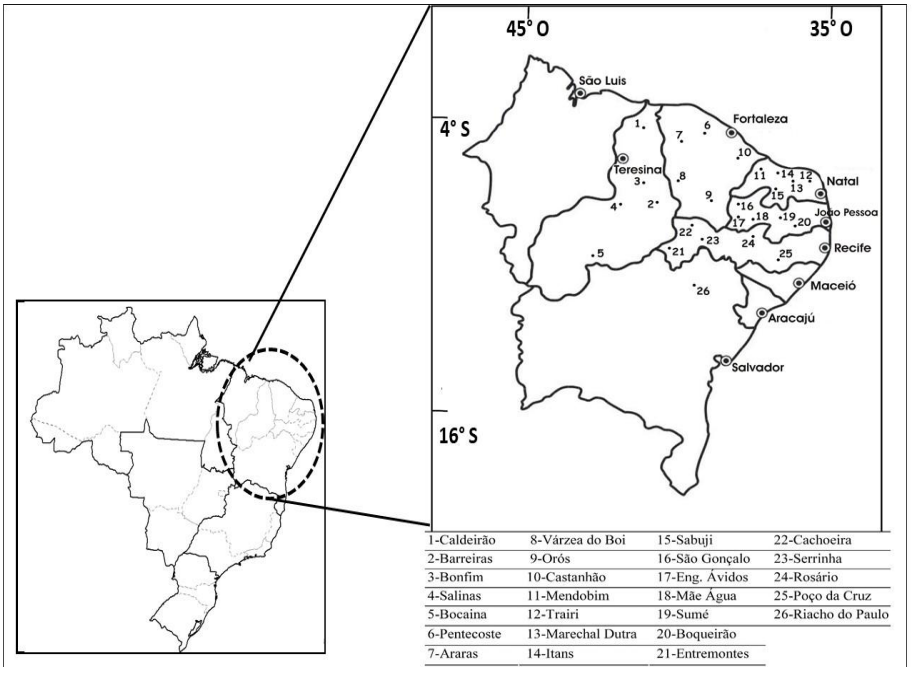
Foram avaliados 26 reservatórios de água pertencentes ao interior de seis estados da região Nordeste do Brasil (Ceará, Piauí, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia) (Fig. 1). A seleção desses reservatórios foi baseada na disponibilidade de informações e em sua distribuição espacial, buscando avaliar a influência dos parâmetros globais (El Niño, TSAI, TNAI) e regionais (precipitação e evaporação) na região. 21 estações meteorológicas (Fig.2) foram selecionadas pela disponibilidade de dados e proximidade dos reservatórios em estudo (Tabela 1). As regiões de origem do fenômeno El Niño podem ser divididas em 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 (Fig. 3) (SILVA e SILVA, 2015).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)



1-Caldeirão	8-Várzea do Boi	15-Sabuji	22-Cachoeira
2-Barreiras	9-Orós	16-São Gonçalo	23-Serrinha
3-Bonfim	10-Castanhão	17-Eng. Ávidos	24-Rosário
4-Salinas	11-Mendobim	18-Mãe Água	25-Poço da Cruz
5-Bocaina	12-Trairi	19-Sumé	26-Riacho do Paulo
6-Pentecoste	13-Marechal Dutra	20-Boqueirão	
7-Araras	14-Itans	21-Entremontes	

Figura 1 - Localização geográfica dos 26 reservatórios em estudo na região Nordeste do Brasil.



1-Caldeirão	8-Várzea do Boi	15-Sabuji	22-Cachoeira
2-Barreiras	9-Orós	16-São Gonçalo	23-Serrinha
3-Bonfim	10-Castanhão	17-Eng. Ávidos	24-Rosário
4-Salinas	11-Mendobim	18-Mãe Água	25-Poço da Cruz
5-Bocaina	12-Trairi	19-Sumé	26-Riacho do Paulo
6-Pentecoste	13-Marechal Dutra	20-Boqueirão	
7-Araras	14-Itans	21-Entremontes	

Figura 2 - Localização geográfica das 21 estações meteorológicas em estudo na região Nordeste do Brasil.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

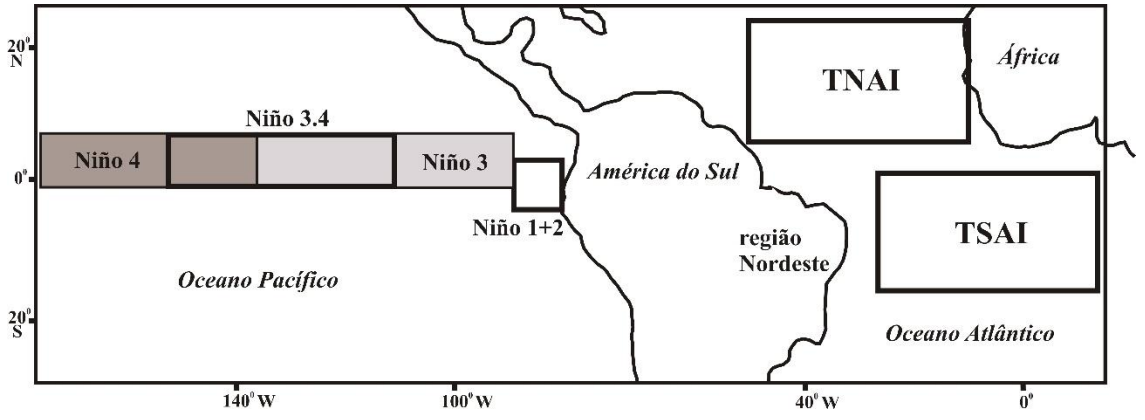


Figura 3 - Localização geográfica das anomalias de TSM, localidades de origem do El Niño (Niño 1+2, 3, 3.4, 4) e dos índices do Atlântico (Norte: TNAI e Sul: TSAI)(fonte: adaptada de NOOA, 2005; Menezes et al., 2008).

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)	Seridó (RN)
Itans (RN)	Natal (RN)
Sabuji (RN)	Cruzeta (RN)
São Gonçalo (PB)	São Gonçalo (PB)
Eng. Ávidos (PB)	Patos (PB)
Mãe Água (PB)	Patos (PB)
Sumé (PB)	Campina Grande (PB)
Boqueirão (PB)	João Pessoa (PB)
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 (BA)

OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS

Foram obtidos dados referentes às médias mensais do volume dos 26 reservatórios, 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, e os índices TNAI (Atlântico Norte) e TSAI (Atlântico Sul) no Oceano Atlântico Tropical foram obtidas através do site

da NOAA (www.noaa.gov). Os valores médios mensais de precipitação e evaporação foram adquiridas no site do INMET (www.inmet.gov.br), 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).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os parâmetros globais e regionais foram correlacionados com o volume dos reservatórios apresentados na Figura 1, por meio do índice de correlação de Pearson, buscando quantificar a relação entre os fenômenos e a disponibilidade hídrica dos reservatórios. O coeficiente de Pearson, ρ, assume valores entre -1 e +1; ρ = 1 e significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis e ρ = − 1 significa uma correlação negativa perfeita, ou seja, se uma aumenta, a outra diminui. Se ρ = 0 ou muito pequeno, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. Onde ρ > 0,5 ou ρ < - 0,5 indica uma forte correlação; para - 0,5 < ρ < - 0,3 ou 0,5 > ρ > 0,3 a correlação é moderada; e ρ < 0,3 e ρ > - 0,3 a correlação é fraca ou nula. Buscando avaliar se as correlações são estatisticamente significativas ao nível de 5% ($p < 0.05$) foi realizado o teste-t. Foram realizadas análises de regressão simples buscando determinar os modelos matemáticos das correlações significativas. Os reservatórios foram analisados através de análise de agrupamento, buscando investigar as proximidades estatísticas (SNEATH e SOKAL, 1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS GLOBAIS

Foi utilizada a correlação simples de Pearson para avaliar a influência dos parâmetros climáticos globais, médias mensais das anomalias de TSM (regiões de Niño 1+2, 3, 3.4 e 4, no Oceano Pacífico; TNAI e TSAI, no Oceano Atlântico), sobre o volume mensal de água acumulada pelos reservatórios do interior do Nordeste, durante todo período em estudo, 1998-2016 (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficiente de correlação 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.), entre 1998 e 2016. Volumes máximos e mínimos dos reservatórios, numerados conforme a Figura 1.

Res.	Volume mínimo (m³)	Volume máximo (m³)	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

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

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, sendo a maioria da influência das anomalias do Atlântico sobre os reservatórios do interior do Nordeste (Tabela 3). As anomalias de temperatura do oceano Atlântico incrementaram a precipitação de boa parte do litoral Leste da região Nordeste, sendo essa influência mais representativa que as anomalias do Pacífico (MOURA et al., 2009). Teoricamente, 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 de massas de ar descendentes para a região Setentrional e Central do sertão, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a ocorrência da precipitação local, condições que podem anteceder os longos períodos de estiagem no Nordeste (NÓBREGA e SANTIAGO, 2014). Santos e Brito (2007), na Paraíba, de 1935 a 2000, identificaram que dias consecutivos secos receberam influências do aumento da temperatura superficial do Atlântico Norte. Entretanto, o aumento da TSAI resultou no aumento do volume de água dos reservatórios de Várzea do boi, Barreiras, Boqueirão, Mãe-água, Orós, Poço da Cruz e Sumé (Fig. 4).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

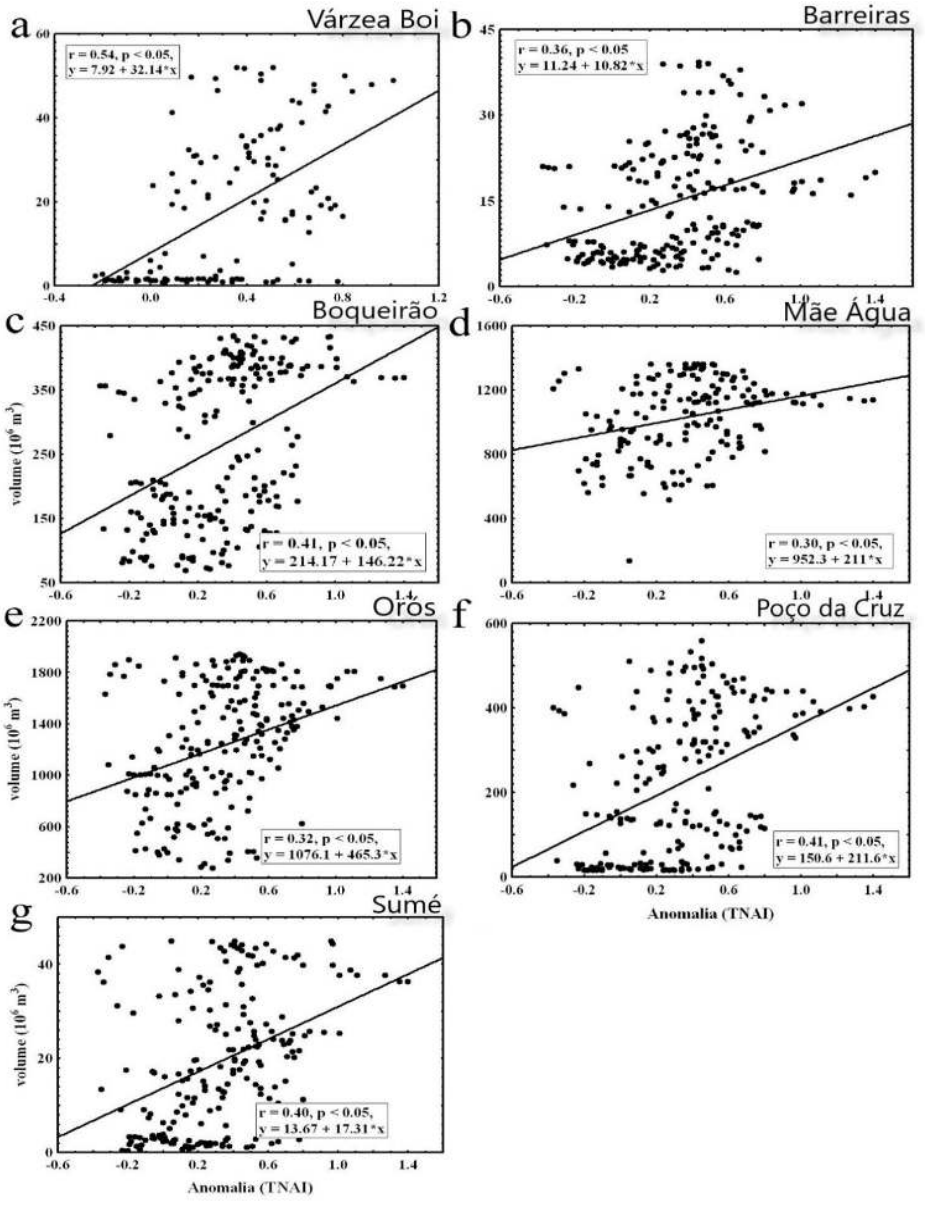


Figura 4 - Influência das anomalias de temperatura do Atlântico Norte (TNAI) sobre os reservatórios do interior do Nordeste.

Os índices TSAI influenciaram diretamente o volume de água acumulada nos reservatórios da Paraíba, como Cachoeira, Entremontes e Rosário e inversamente em Riacho do Paulo, na Bahia (Fig. 5). O aumento do volume de água acumulada nos reservatórios de Pernambuco, estão de acordo com os estudos realizados por Silva et al. (2011), numa escala anual, de 1963 a 1992, confirmando que o aumento da temperatura superficial do oceano Atlântico Sul influencia diretamente as chuvas em toda costa Leste pernambucana. Da mesma forma, Nóbrega, Santiago e Soares (2016) determinaram que a diminuição da precipitação, em quatro municípios de Pernambuco, Recife, Serra Talhada, Caruaru e Palmares, de 1950 a 2009, recebeu influência direta da TSM (temperatura da superfície do mar) Atlântico Sul. Dourado, Oliveira e Avila, (2013), investigaram áreas homogêneas de precipitação no estado da Bahia e

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

encontraram que o maior índice pluviométrico do semiárido baiano está localizado na localidade de Riacho do Paulo, onde, segundo Cavalcanti et al. (2016), está sob a principal influência dos sistemas frontais.

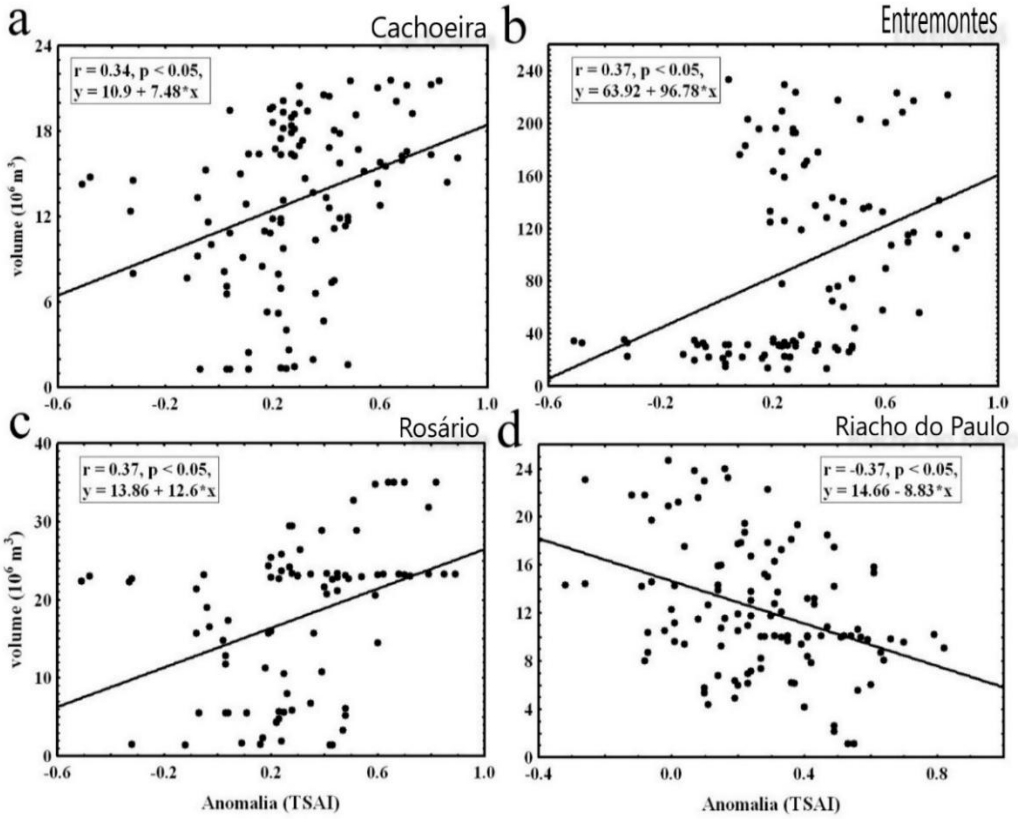


Figura 5 - Influência das anomalias de temperatura do Atlântico Sul (TSAI) sobre os reservatórios.

No período em estudo, a localidade Niño 4 determinou uma influência direta sobre os reservatórios de Pentecoste e Mãe-Água e inversa para o Castanhão (Fig. 6). Silva e Silva (2015), avaliaram as anomalias de temperatura da superfície do Pacífico, em diversas localidades, encontrando que a mais forte influência foi do Niño 4 sobre o déficit hídrico do Nordeste Brasileiro, tendo destaque para o reservatório do Castanhão, no Ceará. Santos et al. (2009) estudaram, de 1935 a 2006, microrregiões do Ceará e encontraram, na estação de Viçosa, um aumento de dias consecutivos úmidos correlacionados ao aumento do volume de água acumulada no reservatório de Pentecoste, influenciado positivamente por três localidades de anomalias no Pacífico, Niño 3, 3.4 e 4 (Fig. 7).

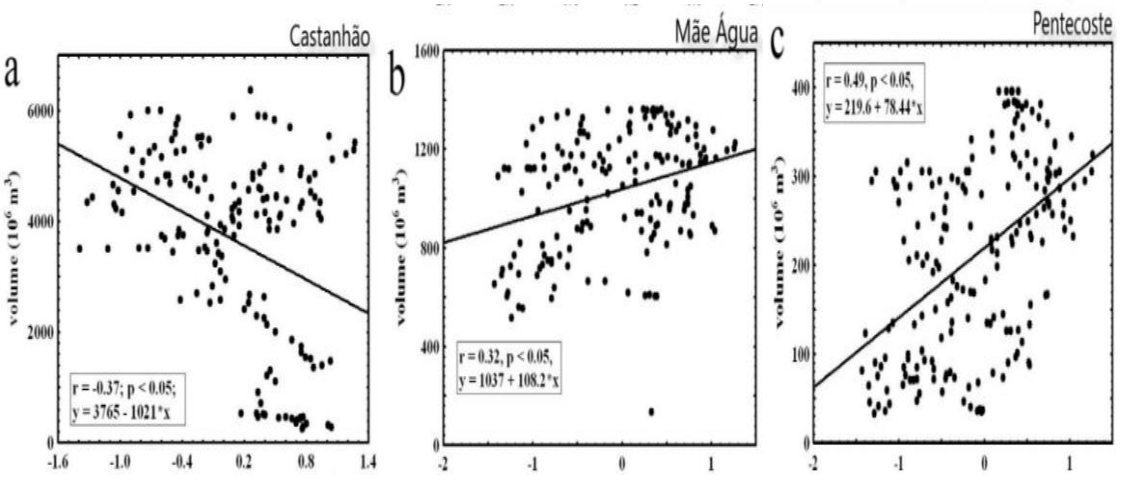


Figura 6 - Influência das anomalias de temperatura do Atlântico Sul (TSAI) sobre os reservatórios do interior do Nordeste.

Quando as águas da superfície do oceano Pacífico estão mais quentes, os ventos alísios enfraquecem e inibem a formação de nuvens, diminuindo a ocorrência da precipitação no continente, trazendo os períodos estiagem para o Nordeste do Brasil (ALVES; SILVA; RICKES, 2017). Sendo que a relação inversa entre os índices de TSM do Pacífico Sul e o volume de água acumulada nos reservatórios é considerado resultado confiável, de acordo com as teorias atuais dos efeitos dos eventos extremos sobre a região Nordeste do Brasil (ALVES, 2012; SOPPA; PEZZI; SOUZA, 2011). Entretanto, as correlações positivas são também resultados possíveis. É importante destacar que a diversidade de sistemas atmosféricos atuantes na região Nordeste, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e outros eventos, podem estar mascarando as reais influências das anomalias de TSM, e dificultando a compreensão da distribuição das chuvas sobre a região Nordeste do Brasil (KEMENES; PEREIRA; SANTOS, 2015). Segundo Moscati e Gan (2007), a ocorrência da precipitação pode estar ligada, simultaneamente, a dois ou mais eventos climáticos extremos. Os reservatórios de Pentecoste no Ceará e Mãe D'água na Paraíba foram influenciados pelos eventos, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4; e Niño 4 e TNAI, respectivamente (Tabela 3). Santos et al. (2009) investigaram as mudanças climáticas em Canindé no Ceará, onde fica o reservatório de Pentecoste, e encontraram que dias consecutivos chuvosos são influenciados por uma ação conjunta entre parâmetros climáticos locais e globais. Santos e Brito (2007) analisaram microrregiões na Paraíba, onde fica o reservatório de Mãe-Água, encontrando uma influência direta das localidades Niño 1+2, Niño 3 e TSAI. A ação conjunta, dos eventos climáticos extremos, influencia mais do que isoladamente (COSTA e SILVA, 2017; NOBREGA e SANTIAGO, 2014).

Os volumes dos reservatórios do Rio Grande do Norte não apresentaram correlações com as anomalias de TSM, podem estar recebendo a influência dos eventos regionais de escala sinótica como a ZCIT. Nenhum dos reservatórios estudados mostrou correlações significativas com a região do Niño 1+2, talvez, pela proximidade da costa da América do Sul. De acordo com Trenberth (2016), a região Niño 1+2 é considerada a menor, mais oriental e mais próxima região Niño do continente americano, mostrando baixa representatividade em relação à classificação climática do Nordeste brasileiro. Esses dados corroboram os

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

estudos de Silva et al. (2011), que analisaram as variações das anomalias de TSM e encontraram as menores variações para a localidade Niño 1+2, o que pode indicar sua baixa influência junto ao interior do Nordeste (Tabela 3). As anomalias do Oceano Atlântico apresentaram maior influência que as do Pacífico, para o regime pluviométrico do Nordeste, isso também foi constatado por outros autores (MOURA et al., 2009; SALGUEIRO et al., 2016; SILVA et al., 2011). Reservatórios como Salinas, Mendobim e Marechal Dutra não apresentaram correlações estatisticamente significativas com os parâmetros climáticos globais analisados. Talvez, outros fenômenos estejam influenciando no acúmulo de água desses reservatórios. O principal mecanismo regulador de clima do interior do Nordeste é a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), quando está situada mais ao sul, durante o primeiro semestre do ano, gera um aumento no transporte de umidade para o continente (BEZERRA e CAVALCANTI, 2008; MARENGO et al., 2011; REBOITA et al., 2010). Essa circulação penetra na bacia do rio Amazonas, liberando grande quantidade de calor latente e gerando intensa precipitação no Nordeste do Brasil (REBOITA et al., 2016).

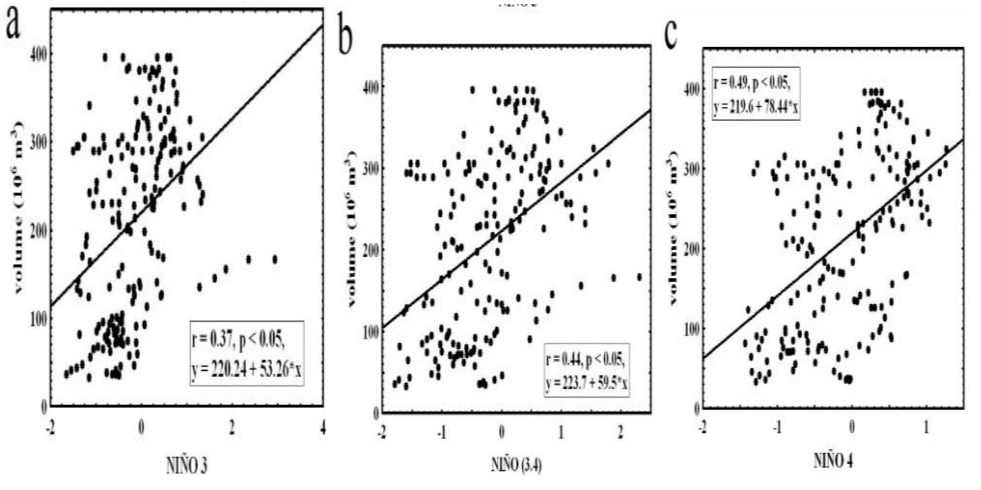


Figura 7 - Influência das anomalias de temperatura do Pacífico (Nino 3.4, 4, 3) sobre o reservatório de Pentecoste.

PARÂMETROS REGIONAIS

O volume de água acumulada nos reservatórios está sendo influenciado não só pelos eventos globais, mas, também regionais (SOUZA e AZEVEDO, 2012). Foram realizadas análises de correlação simples de Pearson, para avaliar a influência dos parâmetros climáticos regionais (precipitação e evaporação, total mensal) sobre o volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste (Tabela 4).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 4 - Coeficiente de correlação de Pearson entre os valores médios mensais do volume dos reservatórios e as médias mensais de precipitação e evaporação, anos de 1998 e 2015. Os reservatórios foram numerados conforme a Figura 1.

Reservatório	Parâmetros Regionais	
	Evaporação do 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 e asterisco são significativos ($p < 0.05$), com teste t de Student.

Foram encontradas dez correlações significativas, mostrando que a evaporação apresentou um maior número de correlações com coeficiente maior, em comparação a precipitação, resultando no acúmulo de água nos reservatórios. Os reservatórios passaram, durante boa parte do período seco, por perdas significativas de volume de água correlacionadas à evaporação superficial (Tabela 5). A melhor correlação estatística foi encontrada entre os parâmetros ambientais das estações de Patos e Cabrobó para os reservatórios de Engenheiro Ávidos e Serrinha, respectivamente (Fig.10). A estação de Bom Jesus do Piauí, mostrou um forte déficit hídrico, reduzindo o volume de água acumulada pelo reservatório de Bocaina (Fig.9). De acordo com Medeiros et al. (2016) o aumento da precipitação e no número de dias com chuvas ocorre no primeiro semestre do ano, já no quarto trimestre ocorre uma diminuição expressiva das chuvas no meio norte da região Nordeste. Na estação Caldeirão, foi encontrada uma correlação direta da precipitação com o aumento do volume de água acumulada pelo reservatório Caldeirão (Fig.8). A evaporação registrada pela estação de Guaramiranga foi correlacionada à perda do volume de água dos reservatórios de Pentecoste e Araras, sendo que Araras apresentou seu volume em capacidade máxima no período chuvoso de 2003, confirmado junto aos registros de Meireles, Frischkorn e Andrade (2007). No Rio Grande do Norte,

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

a diminuição do regime pluviométrico das estações de Natal e Cruzeta refletiram na redução do volume de água em Trairi e Sabuji (Fig.8). Segundo Shimidt (2014), o Rio Grande do Norte passou por uma intensa crise hídrica, de 1963 a 2007, onde cerca de 82 % de suas estações não registraram volumes pluviométricos anuais acima de 900 mm. Já na Paraíba, a perda do volume de água acumulada pelos reservatórios São Gonçalo e Sumé pode ter sido um reflexo do alto déficit hídrico observado pelas as estações de São Gonçalo e Campina Grande (Fig.8). Menezes et al. (2008), registraram que o período chuvoso se estende de Janeiro a Abril nas microrregiões de Alto Sertão e Cariri, respectivamente, estações de São Gonçalo e Campina Grande. Em relação aos estados de Pernambuco e Bahia, a precipitação não apresentou correlações estatisticamente significativas com o volume de água acumulada nos reservatórios, provavelmente, pela maior influência do Atlântico na distribuição pluviométrica desses estados, de acordo com os resultados de Ferreira e Kemenes (2017).

A evaporação apresentou correlações inversamente proporcionais para quase todas as estações meteorológicas estudadas, ou seja, o aumento da dissipação do calor na atmosfera fez com que ocorresse uma diminuição do volume de água acumulada nos reservatórios (Fig. 9 e 10), concordando com outros estudos (BEZERRA e BEZERRA, 2016; PEREIRA et al., 2009). No Ceará, esse mesmo fenômeno foi encontrado nos reservatórios de Pentecoste, Araras e Orós. Palácio et al. (2011) encontraram elevada salinidade na água do reservatório Pentecoste, que pode estar ligada à alta taxa de evaporação, além de outras condições naturais de clima e solo. Silva et al. (2016) confirmam que Orós passou por uma grande estiagem de 2000 a 2010, pela elevada taxa de evaporação local. Moura et al. (2007) avaliaram a estação de Petrolina, próximo ao reservatório Cachoeira, e encontraram taxas elevadas de evaporação, entre 2.500 a 3.000 mm, contribuindo para deficiência hídrica nos meses de setembro, outubro e novembro. Silva et al. (2011), no Rio Grande do Norte, observaram elevados níveis de nutrientes que podem estar sendo originados pela alta evaporação da água nos reservatórios de Trairi, Itans e Sabuji. Na Paraíba, todas as estações avaliadas apresentaram correlações inversamente proporcionais entre a evaporação e o volume de água acumulada, gerando seca nos reservatórios de Sumé, São Gonçalo, Eng. Ávidos, Mãe Água e Boqueirão (Fig.9 e 10). Azevedo, Azevedo e Gomes (2016) investigaram Sumé e encontraram uma diminuição no volume de água correlacionada à elevada taxa de evaporação, e alta concentração de fósforo e nitrogênio na água.

Cerca de 65 % dos reservatórios apresentaram perda em seu volume por evaporação, contradizendo Meireles, Frischkorn e Andrade (2007) onde 40 % da água acumulada em reservatórios foi perdida por evaporação. O nível baixo dos reservatórios, de 2012 a 2015, são provenientes de baixos índices pluviométricos dos últimos anos, além das elevadas taxas de calor dissipado, 463 reservatórios do Nordeste Setentrional tiveram seu volume de água reduzido (BEZERRA e BEZERRA, 2016), dentre esses, Araras, São Gonçalo e Engenheiro Ávidos, corroborando com Meireles, Frischkorn e Andrade (2007), que investigaram o déficit hídrico destes reservatórios. Os parâmetros regionais avaliados são, na maioria das vezes, grandezas inversamente proporcionais ao volume de água dos reservatórios (DANTAS e SALES, 2015; PEREIRA et al., 2009). Mas em outros estudos, não ocorreu esse mesmo padrão, como em Pentecoste no período chuvoso de Janeiro/2005 a Maio/2005, quando ocorreu uma diminuição do volume associada a diminuição da evaporação. Esse mesmo

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

padrão foi evidenciado em Trairi entre Julho/2013 e Junho/2005 9 (Fig. 11). Nesse estudo não foi avaliada o efeito da tomada da bacia hidrográfica à montante, entretanto, esta influência deve ser levada em consideração diante da sua forte influência na regulação do volume dos reservatórios (COSTA e CAMPOS, 2012).

Os parâmetros globais tiveram menor representatividade para o regime de chuvas, devido a influência direta da diversidade de sistemas atmosféricos no Nordeste que mascararam a influência dos eventos climáticos extremos (FERREIRA; KEMENES, 2017). A ação conjunta dos parâmetros globais e regionais potencializam o acúmulo de água de reservatórios (ARAUJO e BRITO, 2011; COSTA e SILVA, 2017), isso foi observado, neste estudo, em Pentecoste, Orós, Mãe Água, Sumé, Boqueirão, Cachoeira e Poço da Cruz. Em relação as anomalias de TSM, o Oceano Atlântico apresentou maior influência no regime pluviométrico do que o Oceano Pacífico, e 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 Oceano Atlântico (TNAI) quanto pelo Oceano Pacífico (Niño 4). Já Salinas, Mendobim e Marechal Dutra, não apresentaram correlações estatisticamente significativas com nenhum dos parâmetros analisados, provavelmente, outros eventos de escala sinótica podem ter influenciado tais reservatórios como a ZCIT.

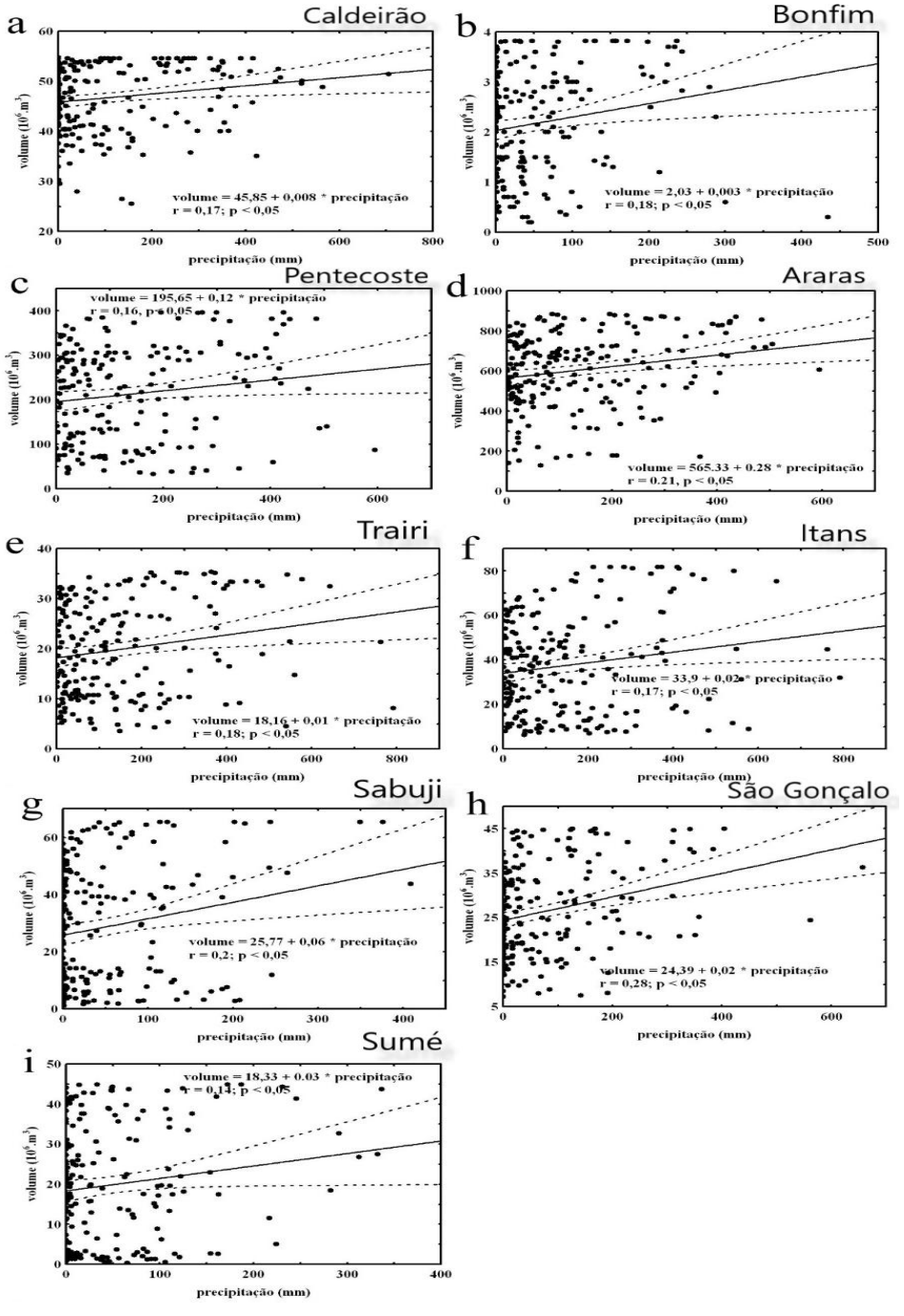


Figura 8 - Influência da precipitação sobre o volume dos reservatórios.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

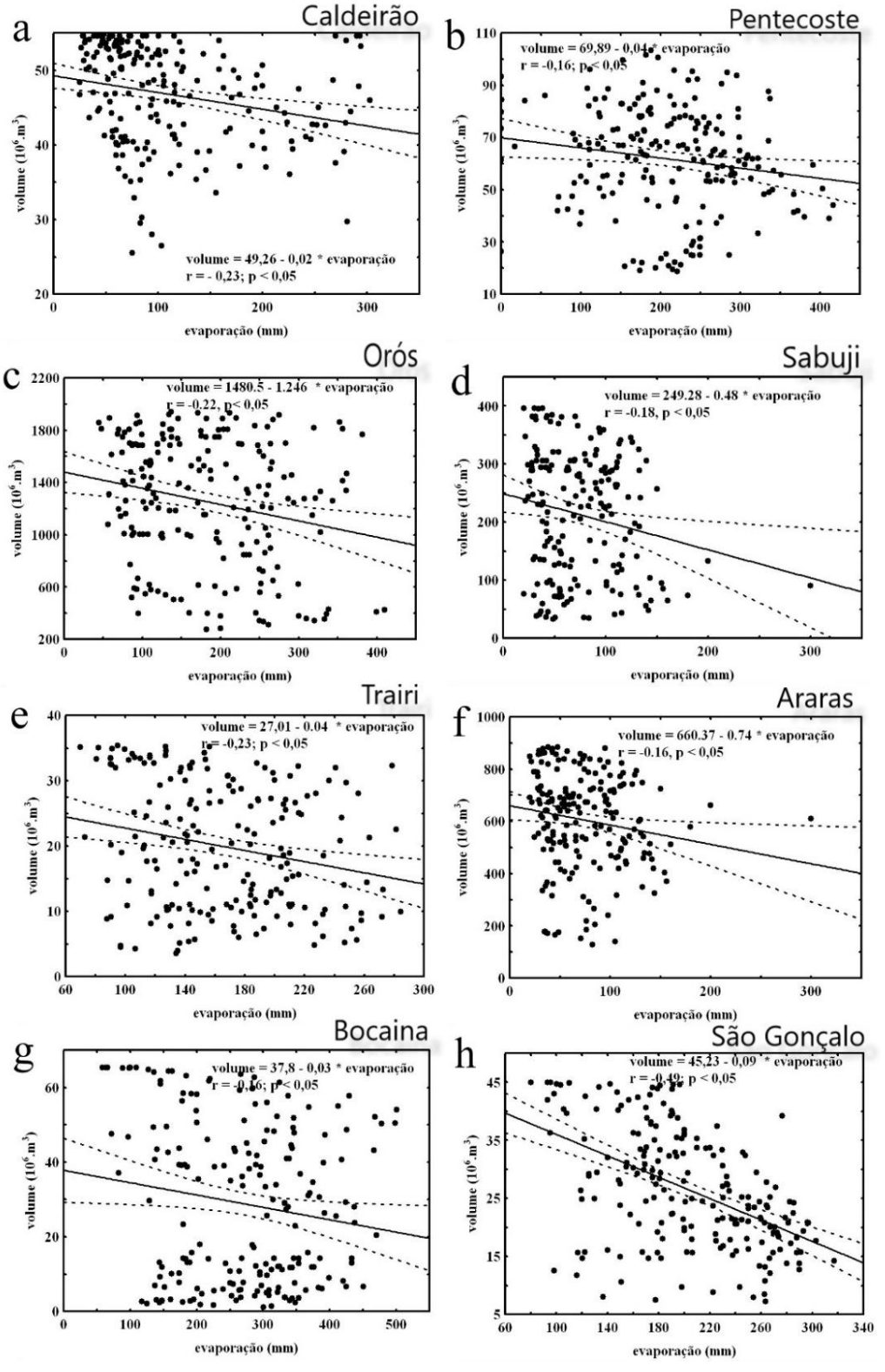


Figura 9 - Influência da evaporação sobre o volume dos reservatórios.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

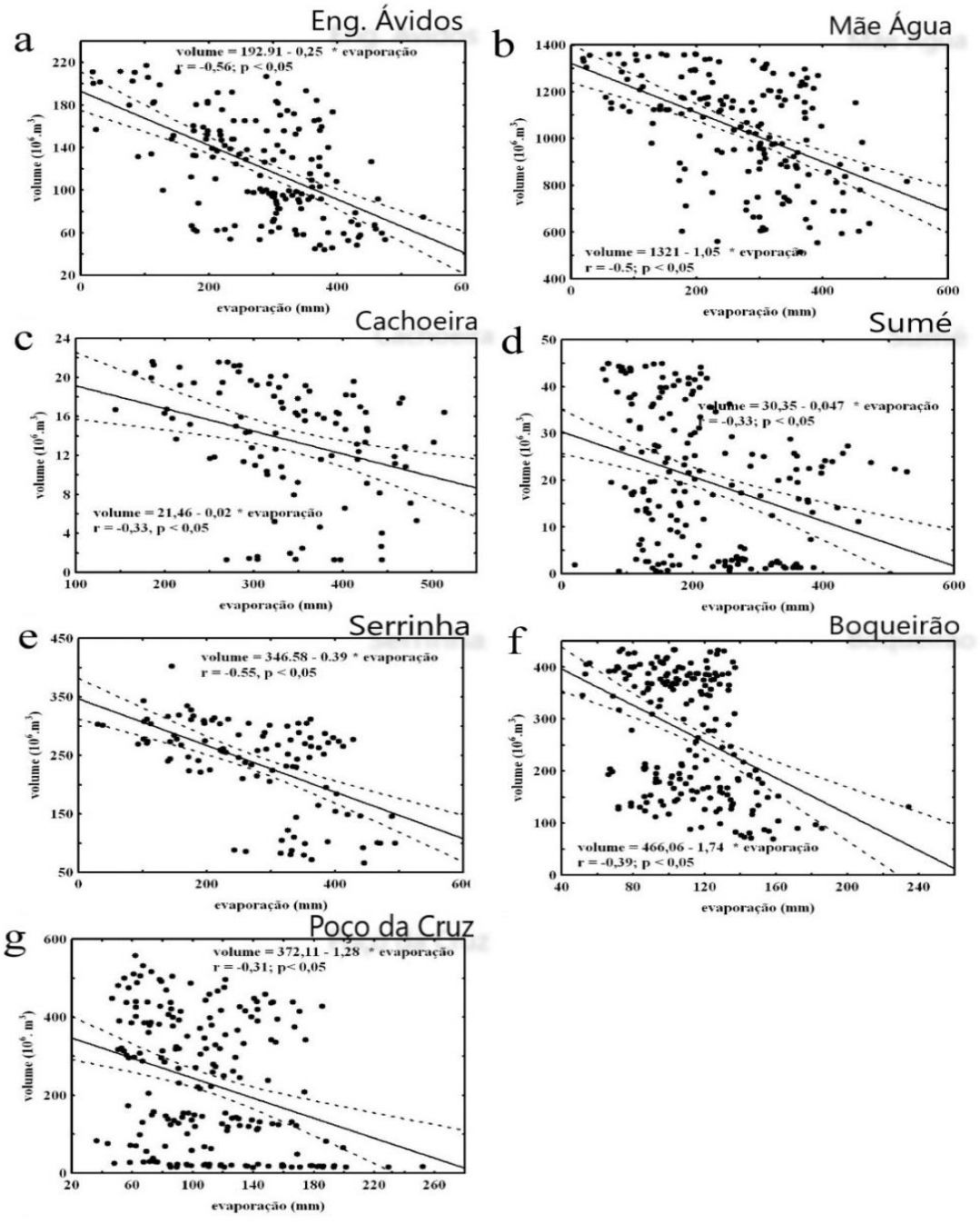


Figura 10 - Influência da evaporação sobre o volume dos reservatórios.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

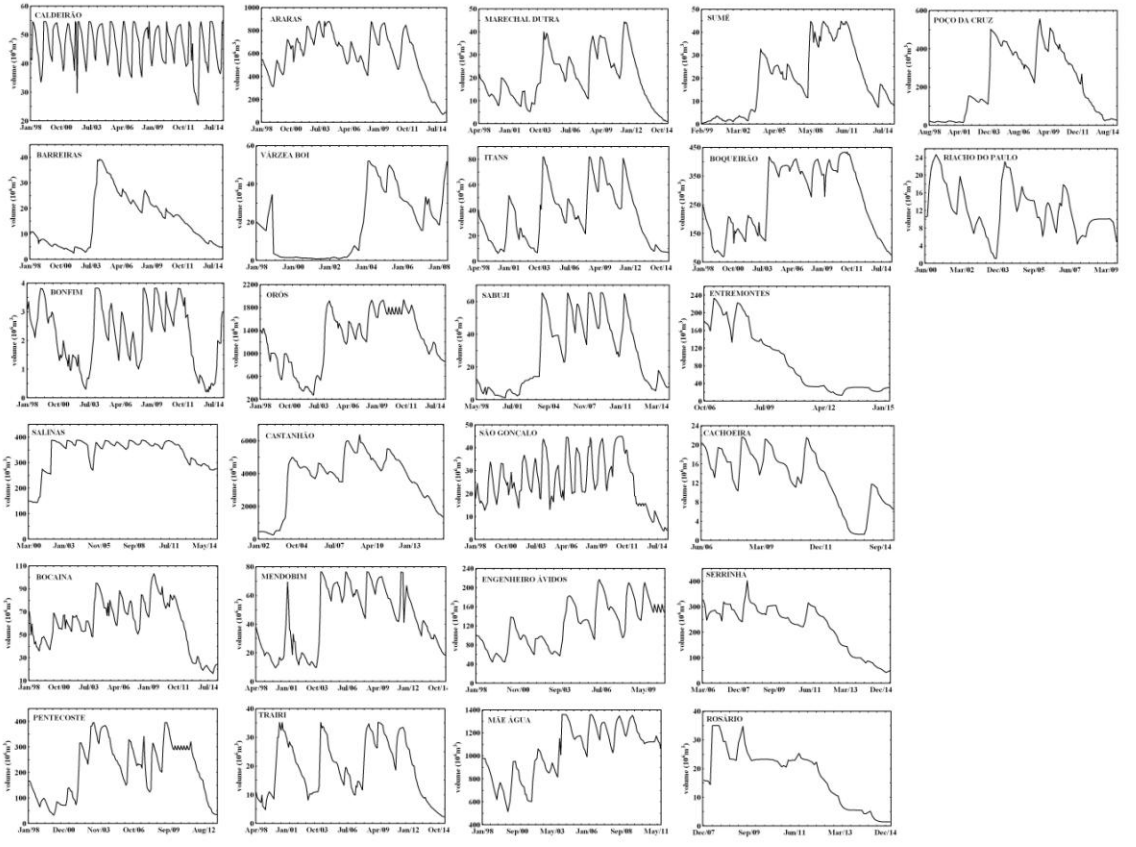


Figura 11 - Variação histórica do volume de água acumulado em 26 reservatórios do interior do Nordeste do Brasil, de 1998 e 2016.

CONCLUSÕES

Os parâmetros utilizados, tanto globais quanto regionais, apresentaram boa representatividade sobre o volume de água acumulada nos reservatórios do interior do Nordeste do Brasil. Entretanto, os parâmetros regionais foram mais significativos. Das anomalias de temperatura da superfície do mar, o TNAI apresentou um bom número de correlações significativas, entretanto, diretamente proporcionais. O TSAI apresentou correlações diretas conforme o esperado. As localidades de origem do fenômeno El Niño trouxeram diversas correlações indiretas, confirmando o déficit hídrico local em períodos de seca. Quanto aos parâmetros regionais, a evaporação apresentou um maior número de correlações, influenciando as perdas hídricas nesses reservatórios. É importante relembrar da elevada diversidade de sistemas atmosféricos atuantes, no interior da região Nordeste do Brasil, o que pode estar dificultando a compreensão e correta interpretação dos resultados encontrados por esse estudo. A influência direta da diversidade dos sistemas atmosféricos presentes no Nordeste pode estar mascarando a real influência das anomalias de temperaturas vindas dos eventos climáticos extremos. Entretanto, a ação conjunta de parâmetros globais e regionais pode estar potencializando o acúmulo ou a perda de água nesses reservatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M da.; RICKES, C. P. Downscaling dinâmico de precipitação e veranicos no estado do Ceará. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 02, n. 04, p. 385-393, 2017.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B de.; COSTA, A. A.; MARTINS, E. S. P. R.; SILVA, E. M da. Sobre o sinal de um Downscaling dinâmico as oscilações Intrass-azonais de precipitação no setor Norte do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 27, n. 2, p. 219-228, 2012.

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, p.1-7, 2016.

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.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J da.; DIAS, M. A. F da. S. Tempo e clima no Brasil. 2. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2016, p. 464- 470.

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.

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.

DANTAS, S. P.; SALES, M. C. L. A influência do açude Castanhão no clima local de Jaguaretama – Ceará - Brasil: Uma análise no campo térmico e higrométrico. Revista Equador, v. 4, n. 2, p. 2-17, 2015.

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 Superficie do Mar sobre Reservatórios do Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Agrometereologia, 20., 2017, Juazeiro- BA. Anais... Juazeiro, 2017a, p. 412-416.

GULDBERG, O. H.; BRUNO, J. F. The Impacto f Climate change on the world's Marine Ecosystems. Science, v. 328, p. 1523-1528, 2010.

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.

MARENGO, J. A.; ALVES, L.; BEZERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos Hídricos em regiões Áridas e Semiáridas. Campina Grande, p. 410- 450, 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.

MEDEIROS, R. M.; BRITO, J. I. B de.; SILVA, V. M de. A.; MELO, V da. S.; COSTA NETO, F de.; ASSIS da. C. 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, v. 11, n. 2, p. 16-23, 2016.

MEIRELES, A. C. M.; FRISCHKORN, H.; ANDRADE, E. M. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semi-Árido Cearense. Revista Ciência Agronômica, v. 38, n.1, p. 25-31, 2007.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B de.; SANTOS, C. A. C dos.; SILVA, L. L da. 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.

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.; ARAGAO, J. O. R de.; MELO, J. S. P de.; SILVA, A. P. N da.; GIONGO, P. R.; LACERDA, F. F. 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.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T de L.; SOUZA, L. S. B de.; SA, I. I. S.; SILVA, T. G. F da. Clima e Água no Semiárido. 2.ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 59 p.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, A. C. F. 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, 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.; 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.

PALÁCIO, H. A. Q.; ARAUJO NETO, J. R.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; SANTOS, J. C. N.; CHAVES, L. C. G. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v. 15, n.4, p. 395–402, 2011.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D da.; RAMOS, M. M. 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.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P da.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M; ARMANDO, R. P.; FREITAS, C.; MARTINS, D.; MILLER, G. Causas da Semiariadez do Sertão Nordestino. Revista Brasileira de Climatologia, v. 19, n.19, p. 254-277, 2016.

SALGUEIRO, J. H. P. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; PINTO, E. J de. A.; SILVA, B. B da.; SOUZA, W. M de.; OLIVEIRA, L. M. M de. 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.

SALGUEIRO, J. H. P. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; PINTO, E. J de. A.; SILVA, B. B da.; SOUZA, W. M de.; OLIVEIRA, L. M. M de. 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.; 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.; BRITO, J. I. B de.; RAO, T. V. R.; MENEZES, H. E. A. Tendências dos índices de precipitação no estado do Ceará. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 24, n. 1, p. 39-47, 2009.

SCHMIDT, D. M. Dinâmica das configurações de formação e inibição das chuvas no Rio Grande do Norte: caracterização hidroclimática do estado. 2014. 136 f. Dissertacão (Doutorado em Ciências Climáticas)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2014.

SILVA, A. P. N.; MOURA, G. B de. A.; GIONGO, P. R.; MEDEIROS, S. R. R. 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, A. R. S.; SANTOS, T. S dos.; QUEIROZ, D. E de.; GUSMÃO, M. O.; SILVA, T. G. F da. Variações no índice de anomalia de chuva no semiárido. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 2, n. 4, p. 377-384, 2017.

SILVA, E. B. S.; MACEDO, K. G de.; FEITOSA, A. K.; ARAUJO NETO, J. R de. Variação espacial da precipitação das cidades do centro do Sul do estado do Ceará, Brasil. Perspectivas online, Campos dos Goytacazes-RJ, v. 16, n. 6, p. 27-33, 2016.

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.

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

SOPPA, M. A.; SOUZA, R. B de.; PEZZI, L. P. Variabilidade das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar no Oceano Atlântico Sudoeste e sua relação com o fenômeno El Niño-Oscilação Sul. Revista Brasileira Meteorologia, v. 26, n. 3, p. 375-391, 2011.

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.; SANTANA, R. A. S de.; TOTA, J.; MILLER, S. D.; SOUSA, R. A. F de. Hydroclimatic variables associated with El Niño and La Nina events at the Curuá-Una hydroelectric reservoir, Central Amazonia. Acta Amazonica, v. 46, n. 3, p. 303–308, 2016.