

ISSN 0104-1347

Um estudo dos impactos das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) em macrorregiões, pluviométricamente homogêneas, no Estado do Ceará

A Study on the Impacts of the Sea Surface Temperatures (SST) on the Homogeneous Rainfall macro-Region in the Ceará State, Brazil

Flaviano Fernandes Ferreira¹, José Maria Brabo Alves² e Alexandre Araújo Costa³

Resumo - Neste estudo, calculou-se a correlação entre a precipitação pluvial nas macrorregiões do estado do Ceará, durante a estação chuvosa (janeiro a abril no Cariri e Sertão Central e Inhamuns e fevereiro a maio no restante do Estado) e a anomalia de TSM nos oceanos Pacífico equatorial (índices de El Niño) e Atlântico tropical (dipolo, isto é, bacia norte menos sul; bacia sul e bacia norte) para 41 anos de dados (1962 a 2002). A maior correlação encontrada foi entre a anomalia de TSM durante o mês de setembro, na bacia sul do Oceano Atlântico tropical, e a precipitação pluvial na macrorregião do Sertão Central e Inhamuns, com um valor de $r=0,56$. O índice de dipolo entre os meses de setembro e novembro apresentou altas correlações com a precipitação na maioria das macrorregiões, como, por exemplo, nas macrorregiões do litoral Norte e Jaguaribana, com um valor de $r=-0,53$. Os índices do Niño3 e Niño3.4 no mês de janeiro também apresentaram forte correlação, principalmente com as chuvas na macrorregião da Ibiapaba, com um valor de $-0,50$.

Palavras-chave: TSM, Oceanos Pacífico e Atlântico, precipitações Ceará

Abstract - In this study, the correlation between pluvial rainfall over different regions of the Ceará state during the rainy season (January to April at "Cariri" and "Sertão Central and Inhamuns" regions and February to May in the rest of the state) and the SST anomaly in the Equatorial Pacific (El Niño indexes) and the Tropical Atlantic (dipole index, i.e., north minus south; South Atlantic index and North Atlantic index) was calculated from 41 years of data (1962 to 2002). The greatest correlation was found between the SST anomaly in September and the pluvial rainfall over the region known as "Sertão Central and Inhamuns" (0.56). The dipole index between September and November was also strongly correlated with rainfall in most of the regions, for instance, over the Northern coast and the "Jaguaribana" region (-0.53). The January Niño3 and Niño3.4 indexes showed significant correlation with rainfall, especially for the Ibiapaba region (-0.50).

Key words: SST, Pacific and Atlantic Oceans, Ceará, Brazil rainfall

Introdução

Os fenômenos de interação oceano-atmosfera conhecidos como El Niño, La Niña e dipolo do Oceano Atlântico tropical são os grandes responsáveis pelas deficiências ou excessos de precipitação pluvial no Nordeste do Brasil (NEB) (MOURA & SUKLA, 1981; NOBRE, 1983; NOBRE & SUKLA, 1996; ARAGÃO, 1986; SERVAIN, 1991). Estas ca-

racterísticas, na distribuição das chuvas, também são válidas para o estado do Ceará, localizado entre as latitudes: 246' e 752' S e longitudes 37°14' e 41°24' W, com uma área total de 148.000 km² e que possui uma faixa litorânea banhada pelo Oceano Atlântico com extensão de cerca de 573 km.

Os oceanos tropicais trocam uma enorme quantidade de energia com a atmosfera, daí a dinâmica atmosférica de grande escala nos trópicos ser

¹ FUNCEME – Av. Rui Barbosa, 1246 – CEP: 60.115-221 – Fortaleza-CE – e-mail: flaviano@funceme.br

² FUNCEME – Av. Rui Barbosa, 1246 – CEP: 60.115-221 – Fortaleza-CE – e-mail: brabo@funceme.br

³ FUNCEME – Av. Rui Barbosa, 1246 – CEP: 60.115-221 – Fortaleza-CE – e-mail: acosta@uece.br

fortemente influenciada por padrões anômalos de TSM. O posicionamento médio da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico causador de chuva no estado do Ceará, com variações de posicionamento, mais ao norte ou ao sul do equador depende, diretamente, dessa interação oceano-atmosfera (HASTENRATH & HELLER, 1977). Segundo STRAMMA & SCHOTT (1999), as características da evolução sazonal da localização da ZCIT e da TSM dependem da dinâmica das correntes oceânicas e dos ventos alísios. As variações da circulação superficial respondem, sobretudo, às distribuições sazonais do cisalhamento eólico interfacial, afetando a migração da ZCIT. Com o movimento da ZCIT em direção ao norte, no período da primavera para o verão (Hemisfério Norte), observa-se, igualmente, o deslocamento em direção ao norte das correntes zonais Norte Equatorial e Sul Equatorial, alterando, em consequência, o transporte de calor na superfície do Oceano Atlântico equatorial.

ALVES (2002), utilizando dados de TSM obtidos do Comprehensive Atmospheric-Ocean Data Set (COADS), entre 1945 a 2000 e de 66 postos pluviométricos da Região Norte do NEB, mostrou que as áreas do Oceano Pacífico tropical e os setores norte e sul do Oceano Atlântico tropical explicam 64% e 50%, respectivamente, da variabilidade pluviométrica na região norte do NEB, durante o período de fevereiro a maio. MOURA *et al.* (2000), também observaram uma correlação entre a TSM do Oceano Atlântico tropical (áreas do dipolo) com as chuvas no setor leste do NEB. Foi verificado que, em anos de gradientes desfavoráveis (bacia norte mais quente que a bacia sul), as chuvas na região, principalmente, nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, decrescem significativamente (84% e 74% abaixo da média, respectivamente para estes dois estados). Em anos considerados de gradientes favoráveis, as chuvas tiveram os maiores incrementos, na região, nos estados de Alagoas, Sergipe e Bahia de 73%.

O dipolo do Oceano Atlântico tropical não tem similaridade com o El Niño Oscilação Sul (ENOS) e caracteriza-se pelo gradiente norte-sul da TSM (MOURA & SUKLA, 1981; SERVAIN, 1991; HUANG & SUKLA, 1997; ALVES, 2002). Esse modo envolve variações espaciais de TSM nos dois hemisférios entre as latitudes 5°N-20°N e 5°S-20°S com variabilidade nas escalas sazonal, interanual e interdecadal. Existe uma significativa correlação com defasagens de poucos meses entre o ENOS e o de-

envolvimento de anomalias positivas de TSM na bacia norte do Oceano Atlântico tropical (ENFIELD & MAYER, 1997; PENLAND & MATROSOVA, 1998). Estudos recentes têm mostrado uma influência do El Niño em áreas de TSM da bacia norte do Oceano Atlântico tropical (KLEIN *et al.*, 1999; HASTENRATH, 2000).

Durante a ocorrência do fenômeno El Niño, as interações oceano-atmosfera de grande escala que se processam na bacia do Pacífico Equatorial provocam modificações na circulação geral da atmosfera, principalmente, na Célula de Walker e, conseqüentemente, desencadeiam adversidades climáticas (secas, enchentes, temperaturas altas, etc.) em diversas regiões continentais ao redor do globo (BJERKNES, 1964).

O objetivo deste trabalho é investigar, mais detalhadamente, como padrões anômalos de TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico tropicais estão relacionadas, com meses de antecedência, às chuvas de fevereiro a maio nas macrorregiões, pluviometricamente homogêneas: Litoral Norte, Litoral do Pecém, Litoral de Fortaleza, Ibiapaba, Jaguaribana, Maciço de Baturité, Sertão Central e Inhamuns e Cariri do Estado do Ceará.

Material e Métodos

Os dados de precipitação pluvial, totais mensais, utilizados neste estudo foram obtidos de duas instituições: da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) - dados de 1962 a 1973 - e da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) - dados de 1974 a 2002, formando uma série híbrida. É importante salientar que foram respeitados os postos pluviométricos que tinham as mesmas latitudes e longitudes anteriormente, que antes, eram monitorados pela SUDENE e que, depois, foram transferidos para a gerência da FUNCEME. Maiores detalhes sobre a base de dados pluviométricos, podem ser obtidos em XAVIER (2001). Foram utilizadas 82 localidades representativas do Estado do Ceará, com a seguinte divisão: sete localidades na macrorregião do Litoral Norte, sete localidades no Litoral de Pecém, seis localidades no Litoral de Fortaleza, cinco localidades no Maciço de Baturité, 12 localidades na região da Ibiapaba, 10 localidades na Região Jaguaribana, 13 localidades no Cariri e 22 localidades no Sertão Central e Inhamuns. Os dados de TSM são

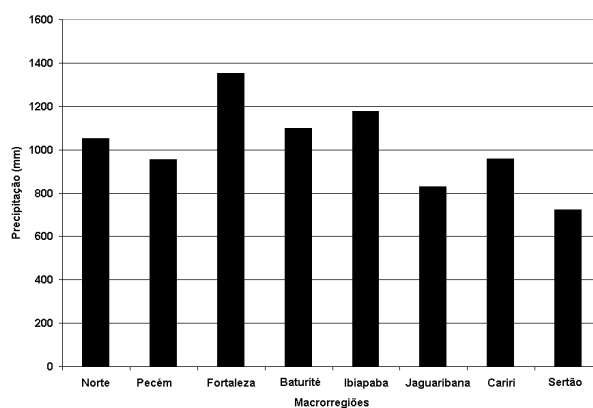
provenientes do National Weather Service e do Climate Prediction Center do National Centers for Environmental Prediction da National Oceanic and Atmospheric Administration (CPC/NCEP/NOAA). Para os dados, tanto de precipitação pluvial como de TSM, foram calculadas suas anomalias, de janeiro de 1962 até dezembro de 2002. Os dados quadrimestrais, trimestrais, bimestrais foram utilizados como a soma dos referidos meses e depois, as calculadas suas respectivas médias, anomalias, desvios padrões e desvios normalizados. A correlação foi calculada entre a precipitação pluvial durante a quadra chuvosa de cada macrorregião e os desvios de TSM, durante a própria quadra e também com uma antecedência de 1, 2, e 3 meses, nas áreas do Niño1+2, Niño3, Niño4, Niño3.4, dipolo (bacia norte menos a bacia sul do Oceano Atlântico tropical), e as bacias norte (5-20° N, 60-30° W) e sul (0-20° S, 30° W-10° E) do Oceano Atlântico tropical, separadamente.

Resultados e Discussões

As oito macrorregiões, pluviometricamente homogêneas, consideradas por XAVIER (2001), são mostradas na Figura 1. De acordo com a Figura 2, que apresenta os totais médios anuais de todas as oito macrorregiões, chove mais sobre a macrorregião do Litoral de Fortaleza com 1.353 mm e menos sobre o Sertão Central e Inhamuns com 724 mm. A Figura 3 mostra a distribuição mensal, para todo Estado, evidenciando que os meses em que mais chove são fevereiro (147 mm), março (244 mm), abril (230 mm) e



Figura 1. Macrorregiões pluviométricamente homogêneas do estado do Ceará.



Figuras 2. Totais médios anuais da precipitação pluvial nas macrorregiões do estado do Ceará (1962-2002).

maio (130 mm). Este período é chamado de estação chuvosa ou quadra chuvosa, representando 73,7% do total médio anual da precipitação pluvial observada no estado. Das oito macrorregiões, seis delas possuem o mesmo período da estação chuvosa referente ao estado e as outras duas possuem um período diferente de janeiro a abril (Cariri e Sertão Central e Inhamuns).

Na Figura 4, são observados os desvios normalizados da precipitação para as macrorregiões do Estado, como também para o próprio Ceará. Verifica-se que existe uma semelhança entre os desvios normalizados para todas as macrorregiões, ou seja, ocorrem períodos de desvios positivos ou negativos para todas elas ao mesmo tempo. Foram observados quatro picos significativos de desvios padrões positivos para todas as macrorregiões, com valores acima de 2,0. Houve, também, sete picos de valores negati-

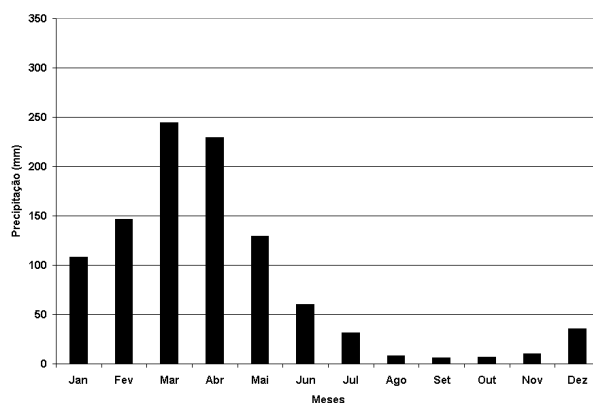


Figura 3. Médias mensais da precipitação pluvial no estado do Ceará (1962-2002).

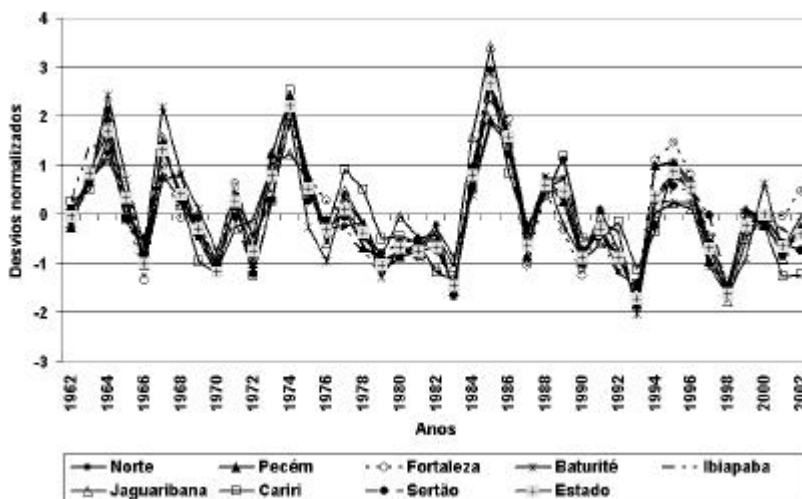


Figura 4. Desvios normalizados para as macrorregiões do estado do Ceará e para o Ceará.

vos menores que $-1,0$. O ano de 1985 foi o de maior pico positivo para o Estado do Ceará, mostrando que a região Jaguaribana atingiu o maior desvio, 3,44. O ano de 1993 foi o que menos choveu, deixando a macrorregião do Maciço de Baturité com o maior desvio negativo, $-2,02$. Observando os desvios normalizados do estado, dos 41 anos estudados, ocorreram 12 anos com desvios positivos {**63**(0,85), **64**(1,70), **67**(1,32), **73**(0,79), **74**(2,21), **75**(0,53), **84**(0,81), **85**(2,65), **86**(1,60), **88**(0,60), **95**(0,86) e **96**(0,54)}, 15 anos com desvios negativos {**66**(-1,00), **70**(-1,18), **72**(-0,74), **79**(-1,03), **80**(-0,67), **81**(-0,75), **82**(-0,67), **83**(-1,45), **87**(-0,63), **90**(-0,88), **92**(-0,86), **93**(-1,71), **97**(-0,68), **98**(-1,63) e **01**(-0,64)} e 14 anos normais {**62**(-0,04), **65**(0,34), **68**(0,42), **69**(-0,30), **71**(0,26), **76**(-0,31), **77**(0,11), **78**(-0,37), **89**(0,47), **91**(-0,29), **94**(0,38), **99**(-0,22), **00**(0,0) e **02**(-0,41)}. Os anos aqui neste trabalho considerados como normais foram aqueles que estiveram dentro da faixa de desvios entre $-0,5$ a $0,5$.

Na Tabela 1, são apresentadas as correlações lineares entre os desvios normalizados da precipitação pluvial, nas quadras chuvosas, no Estado do Ceará (fevereiro-maio) e suas respectivas macrorregiões (fevereiro-maio e janeiro-abril), com os desvios normalizados dos índices da TSM, nos oceanos tropicais: Pacífico (Niño1+2, Niño3, Niño4, Niño3.4) e Atlântico (dipolo, bacia sul e bacia norte) durante o período de 1962 a 2002. As TSMs foram divididas em quatro períodos: no próprio período da quadra chuvosa (fevereiro a maio e janeiro-abril) e,

com defasagem de janeiro até setembro, para períodos de um mês, dois meses e três meses.

No Estado do Ceará, as maiores correlações, como era de se esperar, ocorreram durante o período da quadra chuvosa, isto é, de fevereiro a maio, com valores de $-0,65$ na área do Niño3, $-0,63$ na área do dipolo e $-0,62$ na região do Niño3.4. Como o objetivo maior deste trabalho é procurar descobrir, com antecedência, um período para o qual a TSM tenha um sinal significativo sobre a precipitação durante a estação chuvosa do Estado do Ceará, também foram calculadas as correlações usando períodos anteriores de TSM. A maior correlação foi observada no

mês de setembro, com $-0,50$ na área do dipolo. Para o período bimestral, a maior correlação foi observada para os meses de setembro-outubro, de $-0,48$, também na área do dipolo. No período trimestral, os meses de setembro-outubro-novembro mostraram uma correlação de $-0,43$ para a bacia norte do Oceano Atlântico tropical. As correlações mais baixas, entre a área do dipolo e as macrorregiões se dão entre dezembro e janeiro. Com isso, podemos dizer que a TSM no mês de setembro, na área do dipolo, explica 24,73% da precipitação pluvial durante a estação chuvosa no Estado do Ceará. ALVES (2002) mostrou que as características térmicas associadas a anos chuvosos (secos) mais extremos no Setor Norte do Nordeste do Brasil (SNNEB), com desvios normalizados acima (abaixo) de 1,5 em magnitude, no Atlântico tropical controladoras da migração meridional da ZCIT (HASTENRATH & HELLER, 1977; MOURA & SHUKLA, 1981; WAGNER, 1996) têm um sinal ao longo da bacia pelo menos um quadrimestre antes da estação chuvosa no SNNEB.

A Figura 5 mostra a seqüência anual dos desvios normalizados da TSM na área do dipolo, durante o mês de setembro, com os valores dos desvios na estação chuvosa no Estado do Ceará. No mês de setembro, são observados seis anos com desvios negativos da TSM menores que $-1,0$ e, destes anos, tivemos quatro anos com desvios normalizados de chuvas classificados como acima do normal, durante a estação chuvosa no Estado do Ceará. Foram observados um ano (1987), com desvio de chuva abaixo do normal ($-0,63$) e um ano (1994), com desvio

Tabela 1. Correlação linear entre os desvios normalizados da precipitação pluvial na quadra chuvosa com os desvios normalizados da TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico. Valores do coeficiente de correlação acima de 0,3 em módulo são significativos a 95% segundo teste t Student.

Estado

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,63	-0,11	-0,19	-0,25	-0,39	-0,41	-0,46	-0,48	-0,40	-0,34	-0,46	-0,43	-0,50
A.S.	0,39	0,17	0,13	0,07	0,39	0,39	0,36	0,39	0,39	0,36	0,38	0,32	0,45
A.N.	-0,51	-0,36	-0,42	-0,43	-0,13	-0,09	-0,17	-0,19	-0,20	-0,06	-0,12	-0,21	-0,15
NINO1+2	-0,57	-0,28	-0,36	-0,38	-0,37	-0,32	-0,30	-0,25	-0,40	-0,33	-0,30	-0,29	-0,21
NINO3	-0,65	-0,24	-0,26	-0,28	-0,43	-0,40	-0,37	-0,34	-0,44	-0,42	-0,38	-0,36	-0,32
NINO4	-0,52	-0,17	-0,21	-0,25	-0,36	-0,32	-0,28	-0,26	-0,36	-0,35	-0,28	-0,27	-0,23
NINO3+4	-0,62	-0,18	-0,20	-0,23	-0,42	-0,39	-0,34	-0,31	-0,42	-0,41	-0,36	-0,32	-0,28

Litoral Norte

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,69	-0,18	-0,28	-0,36	-0,44	-0,44	-0,49	-0,51	-0,47	-0,37	-0,49	-0,47	-0,53
A.S.	0,44	0,11	0,04	0,04	0,40	0,38	0,36	0,40	0,42	0,35	0,38	0,33	0,45
A.N.	-0,55	-0,39	-0,43	-0,45	-0,19	-0,13	-0,20	-0,22	-0,27	-0,11	-0,15	-0,24	-0,19
NINO1+2	-0,59	-0,27	-0,35	-0,38	-0,38	-0,33	-0,30	-0,25	-0,40	-0,35	-0,30	-0,29	-0,21
NINO3	-0,67	-0,25	-0,27	-0,29	-0,46	-0,43	-0,40	-0,37	-0,47	-0,45	-0,41	-0,39	-0,34
NINO4	-0,57	-0,21	-0,24	-0,28	-0,42	-0,37	-0,34	-0,32	-0,41	-0,40	-0,34	-0,34	-0,29
NINO3+4	-0,66	-0,20	-0,22	-0,24	-0,46	-0,43	-0,39	-0,35	-0,47	-0,46	-0,41	-0,37	-0,32

Litoral do Pecém

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,64	-0,06	-0,16	-0,23	-0,40	-0,44	-0,48	-0,46	-0,41	-0,36	-0,50	-0,42	-0,48
A.S.	0,43	0,22	0,17	0,10	0,43	0,46	0,42	0,42	0,40	0,41	0,46	0,37	0,46
A.N.	-0,49	-0,35	-0,42	-0,45	-0,10	-0,04	-0,10	-0,13	-0,18	-0,02	-0,06	-0,14	-0,11
NINO1+2	-0,60	-0,31	-0,39	-0,41	-0,33	-0,28	-0,26	-0,21	-0,36	-0,29	-0,26	-0,25	-0,16
NINO3	-0,64	-0,27	-0,30	-0,32	-0,36	-0,33	-0,30	-0,28	-0,38	-0,34	-0,31	-0,29	-0,26
NINO4	-0,49	-0,23	-0,25	-0,30	-0,31	-0,26	-0,22	-0,21	-0,31	-0,29	-0,23	-0,22	-0,19
NINO3+4	-0,59	-0,21	-0,24	-0,27	-0,35	-0,32	-0,28	-0,25	-0,36	-0,34	-0,29	-0,26	-0,23

Litoral de Fortaleza

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,62	-0,04	-0,10	-0,14	-0,33	-0,40	-0,44	-0,44	-0,32	-0,31	-0,46	-0,40	-0,46
A.S.	0,42	0,19	0,16	0,11	0,35	0,39	0,37	0,38	0,33	0,34	0,41	0,32	0,42
A.N.	-0,47	-0,28	-0,33	-0,34	-0,09	-0,02	-0,13	-0,15	-0,14	-0,04	-0,09	-0,16	-0,13
NINO1+2	-0,49	-0,22	-0,30	-0,33	-0,37	-0,34	-0,33	-0,28	-0,38	-0,34	-0,34	-0,31	-0,24
NINO3	-0,59	-0,18	-0,19	-0,21	-0,43	-0,40	-0,37	-0,35	-0,43	-0,41	-0,37	-0,35	-0,34
NINO4	-0,44	-0,10	-0,13	-0,17	-0,32	-0,27	-0,23	-0,22	-0,31	-0,31	-0,23	-0,24	-0,19
NINO3+4	-0,57	-0,11	-0,13	-0,15	-0,41	-0,37	-0,33	-0,31	-0,41	-0,40	-0,33	-0,31	-0,29

Maciço de Baturité

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,45	-0,04	-0,07	-0,11	-0,29	-0,27	-0,30	-0,32	-0,33	-0,23	-0,29	-0,30	-0,32
A.S.	0,29	0,28	0,29	0,27	0,36	0,33	0,26	0,27	0,36	0,34	0,29	0,23	0,31
A.N.	-0,36	-0,39	-0,46	-0,49	-0,01	-0,04	-0,07	-0,11	-0,11	-0,08	0,00	-0,14	-0,07
NINO1+2	-0,51	-0,25	-0,32	-0,34	-0,31	-0,26	-0,25	-0,21	-0,34	-0,26	-0,26	-0,23	-0,19
NINO3	-0,54	-0,19	-0,22	-0,25	-0,31	-0,29	-0,27	-0,25	-0,32	-0,30	-0,28	-0,24	-0,24
NINO4	-0,39	-0,12	-0,14	-0,19	-0,22	-0,17	-0,11	-0,10	-0,23	-0,21	-0,13	-0,09	-0,11
NINO3+4	-0,48	-0,12	-0,14	-0,18	-0,27	-0,25	-0,19	-0,16	-0,27	-0,27	-0,22	-0,16	-0,16

Continua

Continuação da Tabela 1.

Ibiapaba

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,65	-0,11	-0,20	-0,28	-0,35	-0,38	-0,45	-0,48	-0,33	-0,29	-0,44	-0,43	-0,50
A.S.	0,43	0,10	0,04	0,03	0,35	0,36	0,35	0,40	0,35	0,32	0,37	0,32	0,46
A.N.	-0,50	-0,28	-0,32	-0,35	-0,13	-0,07	-0,16	-0,17	-0,21	-0,04	-0,11	-0,20	-0,13
NINO1+2	-0,55	-0,27	-0,35	-0,35	-0,41	-0,37	-0,34	-0,30	-0,42	-0,38	-0,35	-0,33	-0,26
NINO3	-0,65	-0,22	-0,24	-0,25	-0,50	-0,47	-0,44	-0,40	-0,50	-0,49	-0,45	-0,42	-0,37
NINO4	-0,57	-0,17	-0,19	-0,23	-0,44	-0,40	-0,36	-0,35	-0,45	-0,42	-0,36	-0,36	-0,32
NINO3+4	-0,65	-0,17	-0,18	-0,19	-0,49	-0,46	-0,42	-0,39	-0,50	-0,48	-0,43	-0,40	-0,36

Jaguaribana

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	F-M-A-M	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,55	-0,23	-0,31	-0,36	-0,39	-0,40	-0,46	-0,51	-0,40	-0,35	-0,43	-0,46	-0,53
A.S.	0,32	0,07	0,04	0,02	0,36	0,32	0,29	0,36	0,37	0,32	0,29	0,28	0,43
A.N.	-0,47	-0,42	-0,47	-0,47	-0,16	-0,17	-0,25	-0,26	-0,22	-0,12	-0,19	-0,29	-0,21
NINO1+2	-0,49	-0,20	-0,27	-0,30	-0,29	-0,24	-0,22	-0,17	-0,32	-0,25	-0,22	-0,21	-0,12
NINO3	-0,55	-0,18	-0,19	-0,21	-0,37	-0,35	-0,32	-0,27	-0,37	-0,37	-0,33	-0,30	-0,23
NINO4	-0,45	-0,11	-0,14	-0,17	-0,30	-0,26	-0,23	-0,20	-0,29	-0,29	-0,23	-0,22	-0,18
NINO3+4	-0,52	-0,13	-0,14	-0,15	-0,36	-0,34	-0,29	-0,24	-0,35	-0,36	-0,32	-0,27	-0,20

Cariri

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	J-F-M-A	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,42	-0,02	-0,09	-0,14	-0,29	-0,34	-0,38	-0,41	-0,28	-0,28	-0,37	-0,37	-0,43
A.S.	0,26	0,27	0,22	0,15	0,33	0,33	0,32	0,37	0,32	0,31	0,32	0,30	0,44
A.N.	-0,34	-0,36	-0,39	-0,39	-0,05	-0,05	-0,11	-0,11	-0,07	-0,03	-0,08	-0,14	-0,07
NINO1+2	-0,47	-0,31	-0,38	-0,40	-0,32	-0,24	-0,22	-0,20	-0,36	-0,27	-0,20	-0,23	-0,16
NINO3	-0,49	-0,30	-0,32	-0,33	-0,37	-0,34	-0,31	-0,29	-0,37	-0,35	-0,31	-0,31	-0,26
NINO4	-0,44	-0,22	-0,27	-0,33	-0,34	-0,29	-0,24	-0,20	-0,33	-0,33	-0,25	-0,22	-0,16
NINO3+4	-0,46	-0,25	-0,27	-0,30	-0,36	-0,34	-0,30	-0,25	-0,35	-0,36	-0,32	-0,27	-0,21

Sertão Central e Inhamuns

Correlação (r)	QUADRA	TRIMENSAL			BIMENSAL				MENSAL				
	J-F-M-A	N-D-J	O-N-D	S-O-N	D-J	N-D	O-N	S-O	JAN	DEZ	NOV	OUT	SET
DIPOLO	-0,42	-0,08	-0,15	-0,18	-0,29	-0,37	-0,48	-0,50	-0,27	-0,28	-0,46	-0,46	-0,50
A.S.	0,31	0,15	0,10	0,06	0,38	0,42	0,43	0,50	0,35	0,38	0,43	0,42	0,56
A.N.	-0,29	-0,30	-0,33	-0,32	0,00	0,00	-0,09	-0,08	-0,03	-0,05	-0,05	-0,13	-0,01
NINO1+2	-0,49	-0,27	-0,20	-0,29	-0,36	-0,30	-0,28	-0,23	-0,40	-0,31	-0,28	-0,28	-0,17
NINO3	-0,51	-0,18	-0,20	-0,20	-0,40	-0,36	-0,34	-0,30	-0,41	-0,38	-0,34	-0,33	-0,26
NINO4	-0,41	-0,15	-0,17	-0,21	-0,33	-0,30	-0,24	-0,20	-0,31	-0,33	-0,26	-0,23	-0,16
NINO3+4	-0,48	-0,14	-0,15	-0,17	-0,39	-0,36	-0,32	-0,26	-0,39	-0,38	-0,34	-0,29	-0,22

de precipitação considerado como normal (0,38). Com desvios de TSM acima de 1,0 positivo temos sete anos e destes anos, ocorreram dois anos (1970 e 1993), com desvios negativos, de chuva abaixo do normal. Apenas o ano de 1996, com um valor de 0,54 de desvio na precipitação, ficou acima do normal e quatro anos ficaram com valores de desvios próximos ao normal.

Para analisar a variação do comportamento anual das precipitações pluviiais, observadas durante

as estações chuvosas, nas macrorregiões em os períodos de TSM com melhores correlações, foram unidas todas as Figuras numa só, na Figura 6.

No Litoral Norte, chove em média 1.052 mm por ano. Os meses de maiores precipitações são os mesmos que representam a quadra chuvosa no Estado do Ceará, ou seja, fevereiro (159), março (277), abril (270) e maio (142). Isto representa 80,8% do total médio anual da precipitação na macrorregião. A maior

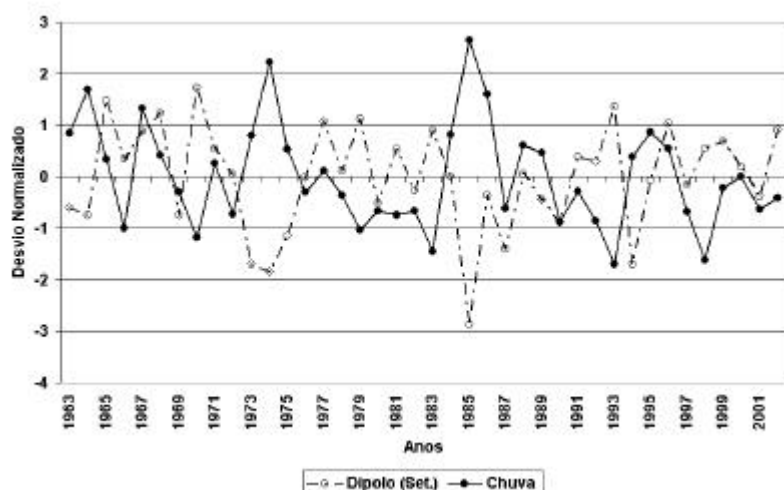


Figura 5. Desvio normalizado da TSM, na área do DIPOLO, durante o mês de setembro e desvio da precipitação pluvial, durante a quadra chuvosa, no Estado do Ceará.

correlação entre a precipitação, na quadra chuvosa e a TSM, foi observada na área do dipolo, durante o período quadrimestral da própria estação chuvosa, com -0,69. Observando a TSM com antecedência, o período mensal foi o que apresentou a maior correlação, na área do dipolo, no mês de setembro, com -0,53. A menor correlação, também na área do dipolo, ocorre para o mês de dezembro, com -0,37. A TSM na região do dipolo, no mês de setembro, explica 28,09% das chuvas que ocorrem durante a estação chuvosa desta região. Durante o período bimestral, os meses setembro-outubro são os que apresentaram a maior correlação, com um valor de -0,51. Para o período trimestral, os

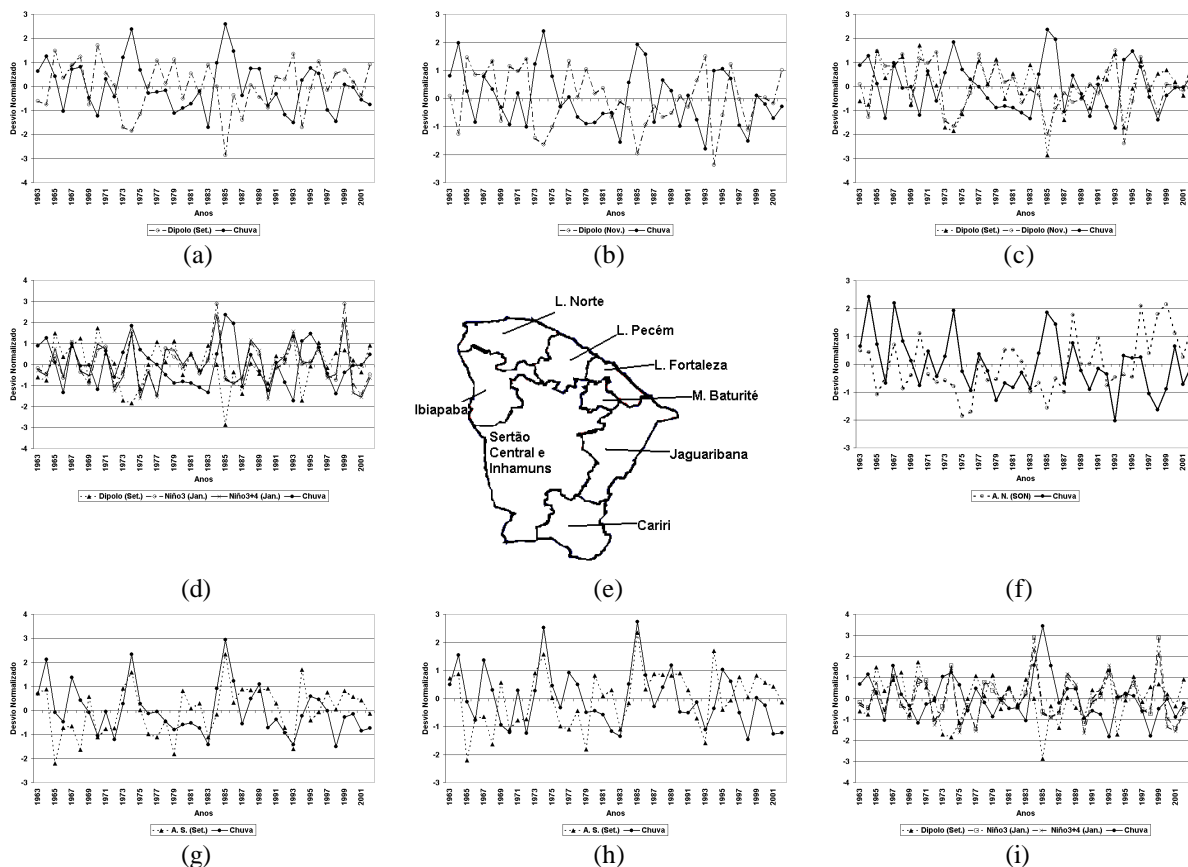


Figura 6. Desvios normalizados da precipitação pluvial e dos índices de TSM que ocorreram as maiores correlações nas macrorregiões do Estado do Ceará. Estado do Ceará, com suas macrorregiões (e), Litoral Norte (a), Litoral do Pecém (b), Litoral de Fortaleza (c), Ibiapaba (d), Maciço de Baturité (f), Sertão Central e Inhamuns (g), Cariri (h) e Jaguaribana (i).

meses de setembro-outubro-novembro, na bacia norte do Oceano Atlântico Tropical, são os que têm a maior correlação, com $-0,45$.

Na Figura 6a, é observada a configuração anual dos valores dos desvios normalizados da TSM, na área do dipolo, durante o mês de setembro, e os valores dos desvios na estação chuvosa na macrorregião do Litoral Norte. Como esta macrorregião possui uma correlação com o mesmo mês do Estado do Ceará, também se observam seis anos com um gradiente negativo (bacia norte menos a sul) abaixo de $-1,0$ e, dentre estes, ocorrem chuvas, com desvios positivos, acima do normal em quatro anos, para esta macrorregião. Apenas nos anos de 1987 e 1994 ocorreram chuvas na categoria normal. Foram observados sete anos com desvios de gradiente positivos acima de $1,0$ e, destes, três anos tiveram valores de desvios abaixo da normal, dois anos na categoria normal e dois anos na categoria acima do normal, com relação às chuvas, na estação chuvosa da macrorregião.

Na macrorregião do Litoral do Pecém, chove em média $954,6$ mm por ano. Os meses de maiores precipitações são os mesmos que representam a quadra chuvosa no Estado do Ceará, ou seja, fevereiro (132), março (234), abril (236) e maio (135). Isto representa $77,7\%$ do total médio anual da precipitação na macrorregião. A maior correlação foi observada nas áreas do dipolo e do Niño3, durante o quadrimestre que representa a estação chuvosa, na região, com um valor de $-0,64$. Já o período mensal, representou a melhor correlação com antecedência, durante o mês de novembro, na área do dipolo, com valor de desvio em magnitude de $-0,50$, explicando 25% das chuvas que ocorrem durante a quadra chuvosa da macrorregião. No período bimestral, os meses de outubro-novembro, no região do dipolo, são os que têm a maior correlação, com um valor de $-0,48$, explicando $23,04\%$ das chuvas que ocorrem na região, durante a quadra chuvosa. Para o período trimestral, a maior correlação é durante os meses de setembro-outubro-novembro, na bacia norte do Atlântico tropical, com $-0,45$.

Na Figura 6b, observa-se a curva dos desvios normalizados da TSM, na área do dipolo, durante o mês de novembro, com os valores dos desvios da precipitação, durante a estação chuvosa, na macrorregião no Litoral do Pecém. Nesta Figura, também são mostrados seis anos com um gradiente negativo (bacia norte menos a sul) abaixo de $-1,0$ de magnitude, durante o mês de novembro e, consequen-

temente, durante a estação chuvosa do ano seguinte, em todos estes anos ocorreram chuvas com desvios positivos acima do normal, para esta macrorregião. E analisando a situação contrária, ou seja, desvios positivos de TSM, acima de $1,0$ em magnitude, foram observados nove anos e, destes, apenas três anos tiveram valores com desvios negativos de chuvas abaixo do normal, mais quatro anos apresentaram-se com valores de desvios de precipitação na categoria próximo do normal e os outros dois anos com valores de desvios de chuvas acima do normal.

Na macrorregião do Litoral de Fortaleza, a média anual da precipitação é de $1.353,3$ mm, é a macrorregião com maior média anual no Estado do Ceará. E os meses que chovem mais são os de fevereiro (166), março (301), abril (309) e maio (195), representando $71,7\%$ do total médio anual das chuvas nesta macrorregião. A maior correlação foi observada, durante o período quadrimestral, na área do dipolo, com um valor de $-0,62$. Já observando a TSM com antecedência, o período de maior correlação é o mensal durante os meses de novembro e setembro, com um valor de desvio $-0,46$ para cada mês.

Na Figura 6c, são observadas as curvas dos desvios normalizados da TSM nos meses de setembro e novembro e os desvios da quadra chuvosa para a macrorregião do Litoral de Fortaleza. É observado que as linhas representativas das TSM, nos meses de setembro e novembro, são quase semelhantes, como mostram as suas correlações ($-0,64$). São observados sete anos, com desvios negativos, com valores abaixo de $-1,0$ na TSM, dos meses de setembro e novembro. Em 1964, o desvio da TSM, no mês de setembro, foi maior que o valor de $-1,0$ e o desvio da TSM do mês de novembro foi menor, e as chuvas ficaram com valores acima do normal e, no ano de 1987, ocorreu o contrário, com os desvios de TSM, só que as chuvas ficaram abaixo do normal. Nos outros cinco anos, os desvios de TSM, durante os dois meses mostraram-se próximos um do outro. Com relação às chuvas, nesta região, dos 41 anos, em 12 anos aconteceram desvios negativos abaixo do valor normal e, destes 12 anos, apenas dois anos, durante os meses de setembro e novembro, tiveram valores de desvio positivo acima de $1,0$. Em 1972, aconteceu de o mês de novembro ter um valor de desvio positivo maior que $1,0$ e o mês de setembro menor que $1,0$, e neste caso, o desvio normalizado da chuva foi negativo ($-0,6$). Foram observados 14 anos com desvios de precipitação próximos da categoria normal e os valores de desvios normalizados da TSM, durante os dois meses, variaram

entre positivos e negativos.

Na região do Maciço de Baturité, chove em média 1.101 mm/ano, e os meses de fevereiro (130), março (224), abril (221) e maio (171) são os que chovem mais, representando 67,7% das precipitações anuais nesta região. A maior correlação foi observada no quadrimestre da própria quadra chuvosa, na área do Niño3, com $-0,54$. Olhando a TSM, com antecedência, o período trimestral, durante os meses de setembro-outubro-novembro, na bacia norte do Oceano Atlântico tropical foi quem mostrou a maior correlação, com $-0,49$ de magnitude, explicando 24,01% das chuvas que ocorrem durante a estação chuvosa da macrorregião. Para o período bimestral, os meses de dezembro-janeiro, na bacia sul do oceano Atlântico tropical, foram os que apresentaram a maior correlação, com um valor de $0,36$ de magnitude. E para o período mensal o mês de janeiro foi o que apresentou a melhor correlação, com um valor de $0,36$ de magnitude, também na bacia sul do Oceano Atlântico Tropical.

A Figura 6f mostra a distribuição anual dos desvios normalizados da TSM na bacia norte do Oceano Atlântico Tropical, durante o período trimestral setembro-outubro-novembro, e os desvios normalizados da quadra chuvosa na macrorregião do Maciço de Baturité. Nesta Figura são observados cinco anos com desvios de TSM menores que $-1,0$, ou seja, abaixo do normal e, destes anos apenas os anos de 1965 ($0,72$) e 1985 ($1,86$) tiveram valores positivos de desvios, na precipitação, maiores que o valor normal. E nos outros três anos, os valores dos desvios observados na precipitação pluvial, foram dois anos com desvios negativos abaixo do normal e um ano próximo do normal. Também foram observados cinco anos com desvios positivos, acima de $1,0$, para a precipitação e, destes, três anos tiveram desvios negativos abaixo do normal na TSM, um ano (1964), com $0,44$ em magnitude, foi normal e outro ano (1967), com desvio de $0,70$ em magnitude, ficou acima do normal. Também ocorreram sete anos com desvios positivos, acima de $1,0$, na curva da TSM e, destes, sete anos, ocorrem três anos com desvios negativos abaixo da normal, dois anos com desvios normais e dois anos com desvios acima da normal, durante a precipitação pluvial da estação chuvosa da macrorregião do Maciço de Baturité.

Na macrorregião da Ibiapaba, chove em média 1.176 mm por ano. Os meses de maiores precipitações pluviais são os mesmos que representam a quadra chuvosa no Estado do Ceará, ou seja, feverei-

ro (178), março (296), abril (270) e maio (149). Isto representa 75,9% do total médio anual da precipitação pluvial na macrorregião. A maior correlação foi observada no quadrimestre da própria estação chuvosa, nas áreas do dipolo, Niño3 e Niño3.4 apresentando um valor de $-0,65$. O período mensal foi o que apresentou a melhor correlação defasada com a quadra chuvosa, durante os meses de janeiro (áreas do Niño3 e Niño3.4) e setembro (área do dipolo) com um valor de $-0,50$, respectivamente.

Na Figura 6d, são observados as curvas dos desvios normalizados da TSM na área do dipolo (setembro) e nas regiões do Niño3 e Niño3.4 em janeiro, e os valores dos desvios, na estação chuvosa, na macrorregião da Ibiapaba. Como já foi citado antes, em outras macrorregiões, o mês de setembro, na área do dipolo, possui seis anos com um gradiente negativo (bacia norte menos a sul) abaixo de $-1,0$ e, destes anos, ocorreram chuvas, com desvios positivos, acima do normal, em três anos. Apenas em 1987 ($-0,54$) ocorreu um valor de desvio abaixo da normal e os outros dois anos 1975 ($0,46$) e 1994 ($0,21$) tiveram desvios na categoria normal. Também foram observados seis anos com desvios negativos abaixo de $-1,0$ na região dos Niños e destes seis anos, dois anos, 1974 ($2,17$) e 1989 ($0,74$) tiveram desvios de chuva acima do normal e 4 anos ficaram desvios em torno da normal. As TSM, durante o mês de janeiro no Niño3 e Niño3.4 são bastante semelhantes. Também foram observados dois anos, 1983 e 1998 de desvios positivos acima do valor $2,0$ na TSM, nas regiões do Niño3 e Niño 3.4, durante o mês de janeiro, e com isso, tivemos desvios negativos de chuva, na categoria abaixo do normal, para os dois anos.

Na macrorregião Jaguaribana chove em média 829,0 mm por ano. Os meses de maiores precipitações pluviais são os mesmos que representam a quadra chuvosa no Estado do Ceará, ou seja, fevereiro (118,5), março (212,0), abril (189,7) e maio (108,4). Isto representa 75,8% do total médio anual da precipitação pluvial na macrorregião. A maior correlação foi observada no período quadrimestral, que representa a própria quadra chuvosa da macrorregião, nas áreas do dipolo e Niño3, com um valor de $-0,55$ de magnitude para cada fenômeno climatológico. Observando a TSM, com antecedência, o período mensal, o mês de setembro, na área do dipolo, foi o que mostrou a maior correlação, com um valor de $-0,53$ de magnitude, explicando 28,09% das precipitações que ocorrem nessa macrorregião durante o período da quadra chuvosa. Um valor de correlação próximo

a esse foi observado, no período bimestral, para região do dipolo, nos meses setembro-outubro (-0,51).

A Figura 6i, mostra as curvas dos desvios normalizados da TSM, durante o mês de setembro, na área do dipolo, e da quadra chuvosa na macrorregião Jaguaribana. Dos seis anos, com desvios de TSM abaixo do valor -1,0, ocorreram quatro anos com valores de desvios acima do normal e dois anos próximos da normal, nas curvas da quadra chuvosa. Também ocorreram sete anos com valores de desvios de TSM acima do valor 1,0 positivo e destes sete anos, verificaram-se dois anos com desvios negativos de chuva abaixo da normal e cinco anos com desvios de chuva próximos da normal. Dos 41 anos estudados, foram observados nove anos com desvios positivos, de precipitação pluvial. Destes nove anos, foram observados seis anos com desvios de TSM abaixo do normal, indicando que bacia norte estava mais fria do que a bacia sul do Oceano Atlântico Tropical.

Na macrorregião do Cariri chove, em média, 959 mm por ano. Os quatro meses de maiores precipitações, referentes à estação chuvosa ou quadra chuvosa, são diferentes das outras regiões e do estado do Ceará. Eles são: janeiro (146), fevereiro (177), março (224) e abril (179 mm). Isto representa 75,8% do total médio anual da precipitação pluvial na macrorregião. A maior correlação foi observada na área do Niño3, durante o período quadrimestral da própria quadra chuvosa, com um valor de -0,49 de magnitude. O período mensal foi o que apresentou maior correlação defasada entre o, mês de setembro, na bacia sul do oceano Atlântico Tropical e na região do dipolo, com as chuvas da estação do ano posterior, com valores de 0,44 e -0,43 de magnitude, respectivamente. Estas duas correlações explicam, 19,05% e 18,54% das chuvas, na quadra chuvosa na macrorregião do Cariri. No período bimestral, os meses de outubro-novembro, na área do dipolo, tiveram uma correlação de -0,38, apresentando a maior correlação, e os meses setembro-outubro e dezembro-janeiro, nas áreas da bacia sul do oceano Atlântico Tropical e Niño3, respectivamente, também tiveram uma alta correlação, com um valor de 0,37 e -0,37, respectivamente. Para o período trimestral a maior correlação é observada durante os meses de setembro-outubro-novembro, na região do Niño1+2, com um valor de -0,40 de magnitude.

De acordo com a Figura 6h, as curvas dos desvios normalizados da TSM, na área da bacia sul do Oceano Atlântico Tropical, durante o mês de se-

tembro, com os valores dos desvios da precipitação, na estação chuvosa na macrorregião no Litoral do Pecém, mostram uma pequena igualdade na variação, ou seja, quando um valor de TSM aumenta o valor de precipitação pluvial também aumenta, já que a correlação é positiva. Foram observados três anos com valores de desvios positivos de TSM, acima do valor 1,0 e, destes três anos, dois anos também tiveram valores de desvios positivos de chuva acima de 1,0, e o ano de 1994 (-0,1) ficou com um valor de desvio normal de precipitação. Também se observa que ocorreram 6 anos com desvios negativos de chuva com valores menores do que -1,0 de magnitude e destes seis anos, foram observados quatro anos de desvios negativos de TSM abaixo da normal e dois anos de desvios de TSM próximo da normal. Dos 41 anos estudados, 20 anos tiveram valores de desvios de chuva próximos da normal e destes, em apenas 7 anos foram observados valores de desvios de TSM também próximo da normal, seis anos com desvios negativos de TSM, abaixo da normal e sete anos de desvios positivos de TSM acima da normal.

Na macrorregião do Sertão Central e Inhamuns, chove, em média 724 mm por ano. É a macrorregião que tem a menor média anual pluviométrica do Estado do Ceará. Os quatro meses de maiores precipitações pluviais, referentes à estação chuvosa ou quadra chuvosa para a macrorregião, é igual à macrorregião do Cariri e diferente das outras regiões e do estado do Ceará. Eles são: janeiro (87), fevereiro (111), março (181) e abril (162). Isto representa 74,8% do total médio anual da precipitação pluvial na macrorregião. A maior correlação, para esta macrorregião, tem uma diferença com todas as outras que foram estudadas. É que nesta macrorregião, o período de maior correlação não está observado no quadrimestre da própria estação chuvosa, e sim, no período mensal, durante o mês de setembro, na bacia sul do Oceano Atlântico Tropical, com um valor de 0,56 de magnitude. Este valor representa uma explicação de 31,43% das chuvas que ocorrem durante a quadra chuvosa do ano subsequente nessa macrorregião.

A Figura 6g, mostra a distribuição anual dos desvios da TSM, na área da bacia sul do Oceano Atlântico tropical, durante o mês de setembro, e os desvios da chuva durante a quadra chuvosa da macrorregião. São observados três anos, com desvios de TSM, acima do valor 1,0 positivo e destes anos, dois anos também mostram desvios de chuva, acima do valor 1,0 e o ano 1994 (-0,1) com um desvio normal. São obser-

vados oito anos com desvios de TSM menores do que o valor $-1,0$ e, destes anos, apenas quatro anos dos desvios observados da chuva têm valores abaixo da normal e os outros quatro anos ficam na categoria próximo da normal.

A partir dos 41 anos estudados, podemos afirmar que o mês de setembro, na área do dipolo de TSM no Atlântico Tropical (bacia norte menos a bacia sul), apresentou alta correlação com as chuvas que ocorrem durante o período da quadra chuvosa do ano seguinte para o Estado do Ceará ($-0,50$) e em algumas macrorregiões como: Litoral Norte ($-0,53$), Litoral de Fortaleza ($-0,46$), Ibiapaba ($-0,50$) e Jaguaribana ($-0,53$). O mês de novembro, também na região do dipolo, apresentou alta correlação com as chuvas que ocorrem na quadra chuvosa das macrorregiões do Litoral do Pecém ($-0,50$) e Litoral de Fortaleza ($-0,46$). A única macrorregião que mostrou uma baixa correlação mensal defasada, com as chuvas que ocorrem na quadra chuvosa, foi a do Maciço de Baturité, na qual o período trimestral, meses de setembro-outubro-novembro, foi o que teve a maior correlação, com um valor de $-0,49$ de magnitude, na bacia norte do Oceano Atlântico Tropical. A macrorregião da Ibiapaba foi a única que teve altas correlações com os Niños 3 e 3.4, durante o mês de janeiro, com um valor de $-0,50$ de magnitude. As macrorregiões do Cariri e Sertão Central tiveram suas maiores correlações com a bacia sul do Oceano Atlântico Tropical, durante o mês de setembro, com os valores $0,44$ e $0,56$ respectivamente.

Em XAVIER (2001) são observadas correlações da TSM bimestral de janeiro-fevereiro, na área do dipolo do Oceano Atlântico, com a quadra chuvosa, nas regiões do Litoral, Ibiapaba, Sertão Central e Inhamuns e do Cariri, que foram de $0,71$, $0,61$, $0,57$ e $0,53$, respectivamente. E com a TSM no Oceano Pacífico, nas áreas dos Niños 1+2 e 3+4, foram de $-0,40$ e $-0,42$, respectivamente. Mostrando que a TSM, no Oceano Atlântico Tropical, tinha uma maior importância comparativa a TSM do Pacífico equatorial nas precipitações pluviais, durante a estação chuvosa no semi-árido do nordestino, em particular, no Ceará. Por outro lado, em anos de El Niño muito forte, como 82/83 e 97/98, o Oceano Pacífico modula de forma mais decisiva o Oceano Atlântico tropical, favorecendo com a diminuição das chuvas no semi-árido nordestino, como também no Ceará.

Os resultados mostraram que, a partir do mês de setembro, em função da configuração térmica

dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais, já se pode inferir, analogamente, como as chuvas poderão vir a ocorrer na quadra chuvosa na maioria das macrorregiões do estado do Ceará. Com isso, pode-se conjecturar que, em anos de chuva, em média, acima do normal, no Estado do Ceará, a bacia sul encontra-se mais aquecida do que a bacia norte do Oceano Atlântico Tropical, já entre os meses de setembro a novembro do ano que antecede a quadra chuvosa no Estado (FERREIRA & ALVES, 2003). Esses resultados concordam com estudos anteriores sobre a relação termodinâmica e a influência remota do Pacífico tropical na bacia do Oceano Atlântico tropical que se manifesta no período de março a maio, principalmente, mas que evolui desde o final da primavera-verão do Hemisfério Sul (UVO & BERNDTSSON, 1996; ENFIELD & MAYER, 1997; HARZALLAH et al., 1998; UVO et al., 1998; KLEIN et al., 1999; HASTENRAH, 2000; WANG 2002). A relação da manutenção dessa configuração térmica, observada com uma defasagem de cinco meses e sua permanência nos meses de fevereiro a maio, implícita nas correlações, fisicamente, ainda não encontra na literatura uma resposta conclusiva. Estudos mais específicos dessas trocas de calor e sua variabilidade sazonal no Atlântico Tropical, precisam ser investigadas com mais detalhes.

Referências Bibliográficas

- ALVES, J.M.B. Reanálise de índices de temperatura da superfície do mar no Atlântico e Pacífico tropicais potenciais indicadores da qualidade da estação chuvosa do setor norte do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 179-187. 2002.
- ARAGÃO, J.O.R. **A general circulation model investigation of the atmospheric response to El Niño**. Colorado: NCAR/CT – 100, , 1986. 144 p., Tese (Ph.D.), NCAR/CT – 100, Colorado, 1986.
- BJERKNES, J. Atlantic air-sea interaction. **Advances in Geo-Physics**, Londres, v. 10, p. 1-82. 1964.
- ENFIELD, D.B.; MAYER, D.A. Tropical Atlantic TSM variability and its relation to El Niño-Southern Oscillation. **Journal of Geophysical Research**, Washington. v. 102, p. 929-945. 1997
- FERREIRA, F.F.; ALVES J.M.B. Uma análise da evolução termodinâmica no Atlântico tropical em anos de contrastes climáticos. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 129-

140. 2003.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, Berkshire, v. 103, p. 77-92, 1977.
- HARZALLAH, A.; ARAGÃO, J.O.R. de; SADOURNY, R. Interannual rainfall variability in north-east Brazil: Observation and model simulation. **International Journal of Climatology**, Londres, v. 16, n. 8, p.7491-7509. 1998.
- HASTENRATH, S. In search of zonal circulation in the equatorial Atlantic sector from the NCEP-NCAR reanalysis. **International Journal of Climatology**, Londres, v. 21, p. 37-47, 2000.
- HUANG, B.; SHUKLA J. Characteristics of the interannual and decadal variability in a general circulation model of the tropical Atlantic Ocean. **Journal of Physical Oceanographic**, Boston, v. 27, p. 1693-1712, 1997.
- KLEIN, S.A.; SODEN, B.J.; LAU, N.C. Remote sea surface temperature variations during ENSO: Evidence for tropical atmospheric bridge. **Journal of Climate**, Boston, v. 12, n. 4, p. 917-932, 1999.
- MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal Atmospheric Science**, Boston, v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.
- MOURA, B.A.G. et al. Relação entre a precipitação no setor leste do Nordeste do Brasil e a temperatura da superfície nos oceanos Atlântico e Pacífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande - PB, v. 4, n. 2, p. 247 - 251, 2000.
- NOBRE, P. **On the genesis of anomalous TSM and rainfall patterns over the Tropical Atlantic Basin**. Maryland: University of Maryland at College Park, 1993, 151 p. Tese (Ph.D. in Meteorology), University of Maryland, 1993.
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, Boston, v. 10, n. 4, p. 2464-2479, 1996.
- PENLAND, C.; MATROSOVA, L. Prediction of tropical Atlantic sea surface temperatures using linear inverse modeling. **Journal of Climate**, Boston, v. 11, n. 3, p. 483-496, 1998.
- SERVAIN, J. Simple climate indices for the tropical Atlantic Ocean and some applications. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 96, p. 15137-15146, 1991.
- STRAMMA, L.; SCHOTT F. The mean flow field of the tropical Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research II**, v. 46, p. 279-303, 1999.
- WAGNER, R.G. Mechanisms controlling variability of the interhemispheric sea surface temperature gradient in the tropical Atlantic. **Journal of Climate**, Boston, v. 9, p. 2010-2019, 1996.
- WANG, C. Atlantic climate variability and its associated atmospheric circulation cells. **Journal of Climate**, Boston, v. 15, n. 13, p. 1516-1536, 2002.
- UVO, C.; BERNDTSSON, R. Regionalization and spatial properties of Ceará State rainfall in northeast Brazil. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 101, D2, p. 4221-4233, 1996.
- UVO, C.R.B. et al. The Influence of Tropical Pacific and Atlantic SST on Northeast Brazil Monthly Precipitation. **Journal of Climate**, Boston, v. 11, n. 4, p. 551-562, 1998.
- XAVIER, T. de M.B.S. **Tempo de Chuva – Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**. Fortaleza-CE: Editora ABC, 2001. 476 p.