



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Análise do Comportamento Atmosférico em Situação de Seca: Uma Abordagem Operacional para Pernambuco

Thiago Luiz do Vale Silva¹ e Roni Valter de Souza Guedes¹

¹Mestre em meteorologia; Agência Pernambucana de Águas e Clima; thiago.vale@apac.pe.gov.br, roni.guedes@apac.pe.gov.br

Artigo recebido em 15/10/2012 e aceito em 19/10/2012

RESUMO

Devido à recorrência natural da seca no semiárido nordestino e suas consequências sociais e econômicas, torna-se necessário estudos e metodologias para avaliação do comportamento atmosférico durante estes tipos de eventos. Assim, análise operacional sobre a evolução da seca no estado de Pernambuco foi realizado utilizando dados de chuvas da Agência Pernambucana de Águas e Clima, com abordagem da influência dinâmica e termodinâmica da atmosfera. Os resultados foram avaliados mensalmente durante o período chuvoso do Sertão Pernambucano, e indicou que o principal fator que condicionou a ausência de chuva sobre todo o Estado foi as anomalias negativas de TSM no oceano Atlântico Sul, seguido pela presença de um anticiclone sobre o nordeste nos meses mais chuvosos do semiárido. Constatou-se que, apesar da ocorrência do fenômeno La Niña, seu efeito foi inibido pela configuração dinâmica moldada pelo Atlântico Sul e pelo gradiente meridional da TSM.

Palavras-chave: Déficit hídrico, variabilidade climática, APAC.

Analysis of Atmospheric Behavior Under Drought Condition: An Operational Approach to Pernambuco

ABSTRACT

Because of the natural drought recurrence in the Northeastern Semi-arid and its social and economic consequences, there is a need for studies and methodologies in assessing atmospheric behavior during these kinds of events. Thus, an operational analysis on drought evolution in the state of Pernambuco was carried by using rainfall data from the state's Water and Climate Agency (APAC), with an approach to atmospheric dynamics and thermodynamics. Results were evaluated on a monthly basis for the rainy season of the state's semi-arid region, known as Sertão Pernambuco, and indicated that the main conditioning factor in rain scarcity throughout the state was the negative SST anomalies in the South Atlantic Ocean, followed by the presence of an anticyclone over the Northeast of Brazil during the semi-arid rainy season. It was observed that, despite the occurrence of a La Niña event, its effects were inhibited by the dynamic configuration molded by the South Atlantic and north-south SST anomalies.

Keywords: Water deficit, climate variability, APAC.

1. Introdução

Já é bastante conhecido que o Nordeste Brasileiro (NEB) é uma região com alta variabilidade espacial e temporal da precipitação, fato este, impulsiona ocorrência de déficit hídrico durante o período de

estiagem e condiciona as características climáticas e as variáveis meteorológicas (Molion e Bernardo, 2000).

A identificação de mesorregiões homogêneas em Pernambuco mostra que os totais pluviométricos anuais médios variam em torno de 560 mm no sertão e 1500 mm na faixa litorânea. São verificados também,

* E-mail para correspondência: Thiago.vale@apac.pe.gov.br (Silva, T. L. V.).

valores intermediários próximo a 670 mm na transição entre sertão e agreste, assim como média de 825 mm entre agreste e litoral (Santos, 2011). A quadra chuvosa do sertão vai de janeiro a abril (representando 60 a 70% do total anual), e da faixa litorânea entre abril e julho (correspondendo a aproximadamente 75 a 80% do total anual).

A seca é uma característica natural do clima e sua recorrência é inevitável. Sua categoria pode ser aferida a partir do período de tempo em que o déficit de precipitação permanece. Caso o evento tenha uma duração longa, atinge níveis hidrológicos que comprometem a agricultura, abastecimento e a situação sócio-econômica de uma região (Guedes, 2011). De acordo com Obasi (1994) entre 1967 e 1992 as secas afetaram 1,4 bilhões de pessoas, das quais 1,3 milhões de vidas humanas foram perdidas por impactos diretos e indiretos.

A seca depende da qualidade das chuvas ocasionadas pelos sistemas meteorológicos que atuam na região e de fenômenos climáticos de grande escala que influenciam as variáveis que definem o comportamento e a circulação atmosférica. As secas em Pernambuco são influenciadas pela ausência dos fenômenos atmosféricos, tais como: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Sistemas Frontais, os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), e as Brisas Marítimas (Molion e Bernardo, 2000). Em muitos casos os totais de precipitação

produzidos por estes sistemas de tempo são modelados por variabilidades intrasazonais, como as oscilações de 30-60 dias, e interanuais, como o El Niño/Oscilação Sul (ENOS) e anomalia de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical (aquecimento/esfriamento do Atlântico Norte/Sul) (Guedes, 2011). Uma descrição sobre a atuação dos sistemas e seus efeitos encontra-se em Santos, 2011.

A Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) responsável pelo monitoramento e previsão do tempo e clima em Pernambuco, diagnosticou e categorizou a ocorrência do evento de seca de 2012, através do método dos quantis encontrando a categoria muito seca para diferentes mesorregiões do semiárido do Estado. Havendo também uma comparação com eventos anteriores ocorridos desde 1936.

O estudo pretende contribuir para o conhecimento da ocorrência de eventos extremos no âmbito do Nordeste do Brasil e subsidiar a tomada de decisão para gestão dos seus recursos hídricos. As informações adquiridas aqui, somadas as já existentes, servirão para melhorar a detecção dos mecanismos que induzem eventos climáticos e também a reformulação e redistribuição dos projetos existentes, bem como a implantação de novos projetos.

Assim, o objetivo é analisar os principais efeitos atmosféricos globais que influenciaram a situação de seca e quantificar a disponibilidade hídrica para cada

mesorregião homogênea do Estado, identificando os principais fatores que possam prever condições de seca que apoiem a identificação por órgãos operacionais, semelhante ao processo efetuado na APAC.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

Pernambuco está situado no Nordeste

do Brasil e possui uma extensão de 98.311,616 km², contando com 185 municípios, em que 122 deles estão contidos no semiárido, ou seja, 65,95% dos municípios, que correspondem a uma área de 86.710,000 km², num total de 88,20% de sua área. A Figura 1 mostra as regiões homogêneas no estado de Pernambuco (Pereira Júnior, 2007).

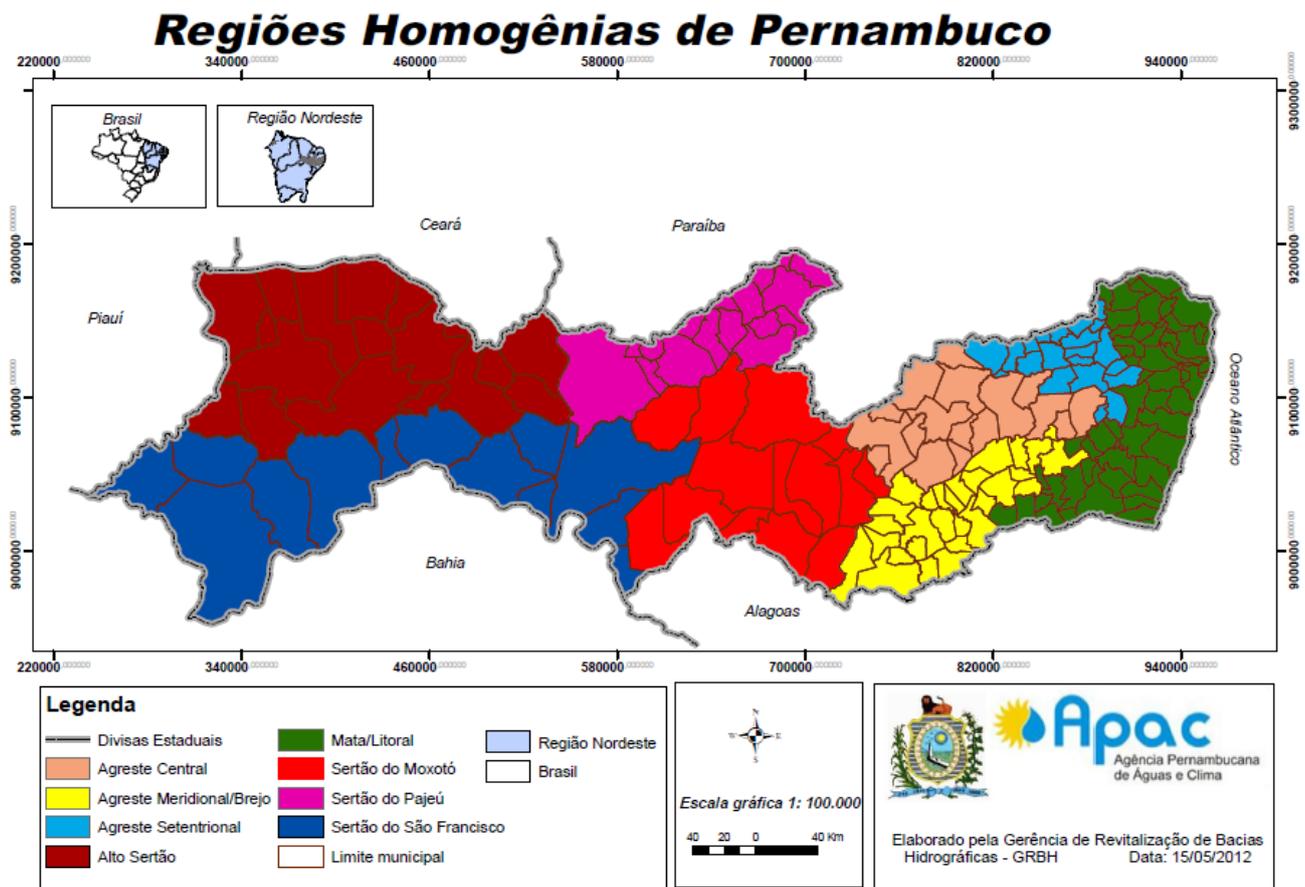


Figura 1. Regiões homogêneas do estado de Pernambuco.

A área de estudo compreende a Região Metropolitana do Recife e Zona da Mata (em verde) que são as regiões mais próximas ao Oceano Atlântico e registram as maiores precipitações acumuladas durante o ano em média de 1400 mm. O Agreste setentrional (azul claro), Agreste Central (Salmão),

Agreste Meridional (Amarelo) em que se referem a zona de transição entre a mata Pernambucana e litoral com o sertão, possui clima de transição, em que a região mais a leste possuem acumulados maiores entre 850 mm do que a região mais ocidental com 500 mm. E, por fim, os Sertões do Moxotó

(Vermelho), Sertão do Pajeú (Roxo), Sertão Pernambucano (Vinho) o São Francisco (Azul escuro) que possuem baixos acúmulos de chuvas de 300 a 600 mm anuais.

2.2 Climatologia

O estudo possui uma climatologia de dados de 1936 a 2012 entre os meses de outubro a maio que compreende os períodos de maior acúmulo no Semiárido Pernambucano, para analisar os efeitos da estiagem do ano de 2012. Os dados coletados provêm da rede pluviométrica e automática do Estado de Pernambuco, que são monitoradas e geridas pela Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC.

2.3 Análises Pluviométricas

Foram coletados dados diários da Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, do mês de janeiro a maio de 2012, sendo estes utilizados no monitoramento da seca em Pernambuco operacionalmente. Contendo 137 pluviômetros espalhados pelo Estado. Foram feitas exclusão de dados faltosos, análise de consistência, assim, utilizou-se apenas séries consistentes dos meses de janeiro a maio.

3. Resultados e Discussão

Segundo a Tabela 1, que mostra a média histórica dos meses para cada microrregião de Pernambuco, indica as quadras mais chuvosas para cada região. O Alto Sertão, Sertão do Pajeú e Sertão do São Francisco compreendem os meses de janeiro a

abril, em que os sistemas atuantes são caracterizados pelos eventos de verão, como o VCAN e ZCIT nos Estados mais a norte, e a ZCAS nos Estados mais a sul. Sertão do Moxotó e Agreste Central mostram uma transição entre a região mais a leste e os Sertões, com período chuvoso entre março e junho, o que compreende a ZCIT e as Ondas de Leste que atingem a região dos Agrestes nos meses de maio e junho. Por fim, a Zona da Mata e Litoral, sendo influenciado pelas Ondas de Leste de maio a julho e pela ZCIT em março e abril. As Figuras de 2 a 6 mostram o déficit de precipitação ocorrido no estado de Pernambuco a partir do seu desvio percentual em relação à média climatológica. O semiárido Pernambucano por suas características naturais possui um longo período de, em média, oito meses de estiagem, implicando em déficit hídrico. Entretanto, em seu regime pluviométrico, cerca de 70% do total pluviométrico anual são devidos a, basicamente, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis e pela Zona de Convergência do Atlântico Sul, que por sua vez, são sistemas atmosféricos atuantes de verão.

Devido às características de chuvas intensas e localizadas, os pequenos açudes, reservatórios, barragens e poços artesianos são abastecidos no período de janeiro a maio de cada ano, quando não ocorre uma prolongação da estiagem natural, perdurando por mais de 12 meses, que são períodos conhecidos como grandes secas.

Tabela 1. Média histórica dos meses para cada microrregião de Pernambuco

	Alto Sertão	Sertão do Pajeú	Sertão do São Francisco	Sertão Moxotó Ipanema	Agreste Central	Agreste Meridional Brejo	Agreste Setentrional	Zona da Mata Litoral
janeiro	98,4	79,4	90,9	59,4	39,4	41,6	40,8	68,7
fevereiro	105,2	107,4	83,0	71,2	52,9	50,7	54,6	87,4
março	143,5	153,7	124,3	110,7	92,2	82,3	92,9	149,1
abril	96,7	132,2	70,8	91,6	86,8	95,9	105,9	185,0
maio	34,8	70,1	28,0	72,8	63,2	102,6	106,4	201,0
junho	16,1	39,9	17,3	73,2	72,3	128,2	140,2	244,4
julho	10,9	30,8	11,5	65,8	64,3	127,1	136,7	233,3
agosto	3,8	10,0	4,5	31,0	30,3	68,4	67,6	124,2
setembro	5,4	6,2	5,8	17,3	15,4	42,5	40,7	76,7
outubro	10,9	8,5	11,4	14,9	11,1	19,5	17,0	35,5
novembro	28,7	14,7	39,0	19,6	11,3	15,5	15,2	32,5
dezembro	25,5	35,4	64,4	38,4	24,4	26,4	28,8	42,6

Em janeiro de 2012 um VCAN atingiu o nordeste brasileiro ocasionando chuvas em Pernambuco, entretanto a região afetada localizou-se no Agreste, Zona da Mata e Litoral, em que o acúmulo de chuva em apenas quatro dias superou toda a climatologia do mês de Janeiro para as regiões da Mata Norte e Região Metropolitana. No semiárido pernambucano

as chuvas ocorreram com um déficit menor nas regiões do Alto Sertão e no Sertão do Pajeú, ainda assim, com 25-50% abaixo da média, enquanto que no Sertão do Moxotó e Sertão do São Francisco as chuvas foram entre 75-100% de chuvas abaixo da média. A Figura 2 mostra o desvio de precipitação do mês de janeiro em relação à média histórica do mês.

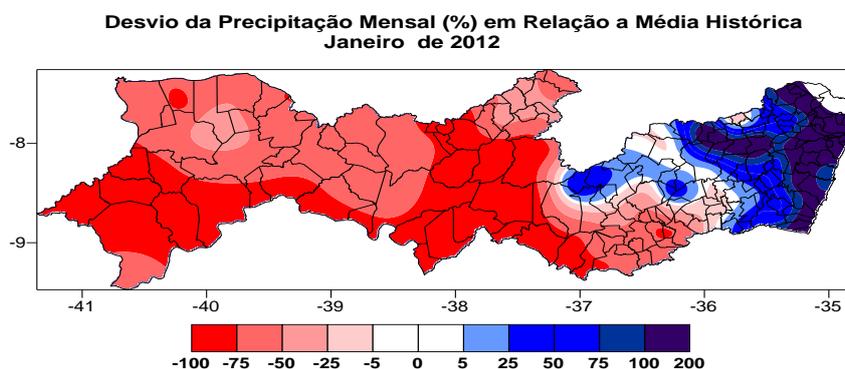


Figura 2. Distribuição espacial do desvio de precipitação no mês de janeiro/2012 em relação a média histórica do mês.

No mês de fevereiro as precipitações ocorreram de forma mais relevantes em algumas localidades do sertão e maior na

Zona da Mata, deixando algumas áreas com valores acima da média, entretanto, houve regiões na parte central do Estado em que se

verificaram precipitações com 50 - 75% abaixo da média histórica (Figura 3). O déficit hídrico somado dos meses de janeiro e fevereiro é representativo devido estes meses serem importantes na reposição de água dos reservatórios e açudes da região, visto que 30% da precipitação anual ocorrem neste período. Neste mês o sinal da OMJ (Oscilação Madden-Julian) ficou negativo coincidindo

com a chuva ocorrida. A Figura 4 mostra as anomalias de radiação de ondas longas emitidas e de precipitação, as flechas indicam os pontos chave de anomalia negativa de ROL e de precipitação acima da média. Os resultados mostram que nestes pontos a Oscilação Maden-Julian esteve em sua fase negativa, o que favoreceu a precipitação em Pernambuco.

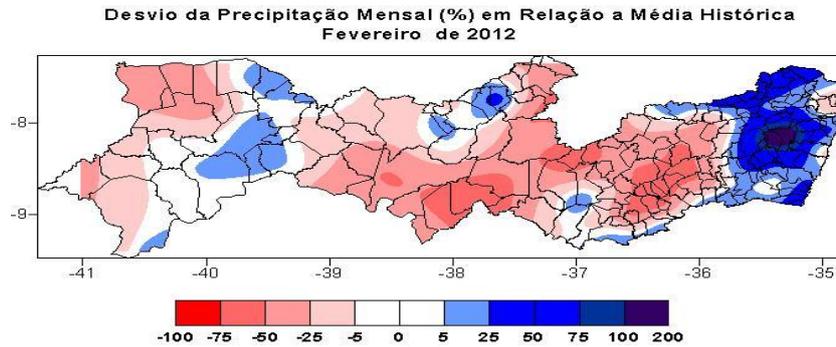


Figura 3. Distribuição espacial do desvio de precipitação no mês de fevereiro/2012 em relação a média histórica do mês.

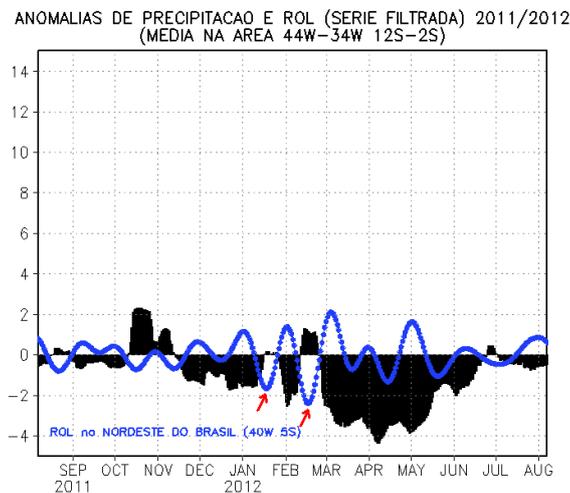


Figura 4. Anomalias de radiação de onda longa emitida e anomalia de precipitação. Fonte: CPTEC/INPE.

O mês de março, como indica a Tabela 1, climatologicamente registra os maiores valores de precipitação nos sertões de Pernambuco, isto é caracterizado pela presença mais ao sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que tem

sua posição influenciada pela TSM, ficando mais ao sul caso a região tropical sul do Oceano Atlântico esteja mais quente, e mais ao norte quando esta região esteja com temperaturas menores que a média, devido ao gradiente meridional, não necessariamente

havendo uma configuração de Dipolo no Atlântico (Carvalho, 2011). Com isso, a ZCIT implica no principal fator para a manutenção do período chuvoso do semiárido, a presença dela nas regiões sertanejas implica em valores de chuva na média ou acima da média, enquanto que a ausência dela provoca a prolongação do período de estiagem, ocasionando, assim, a seca no semiárido (Melo et al., 2000).

A partir de março de 2012, todo o estado passou por uma estiagem, em que o acumulado ficou entre 75-100% abaixo da média (Figuras 5, 6 e 7), exceto em locais onde o relevo se dá com maior altitude, e onde as brisas se fazem presentes. Devido a

isto, o Governo do Estado junto aos órgãos estaduais, decretaram estado de emergência devido à situação de seca e a previsão trimestral dos meteorologistas que havia mostrado tendência de valores abaixo da média (APAC, 2012). Nos meses seguintes (abril e maio) a situação se confirmou com mais intensidade do que o esperado, agravando a situação do semiárido, já no fim do período chuvoso. Na Figura 6 observa-se que o mês de abril praticamente não houve precipitações em todo Pernambuco e na Figura 7, o mês de maio os valores médios continuaram abaixo da média climática de precipitação.

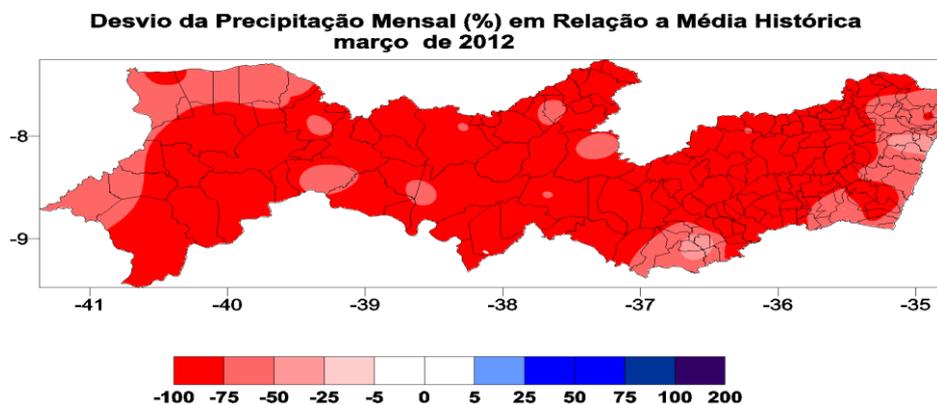


Figura 5. Distribuição espacial do desvio de precipitação no mês de março/2012 em relação a média histórica do mês.

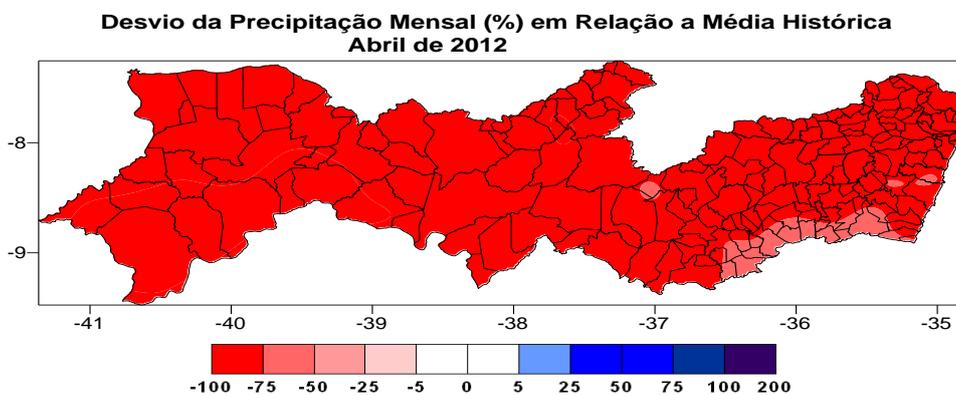


Figura 6. Distribuição espacial do desvio de precipitação no mês de abril/2012 em relação a média histórica do mês.

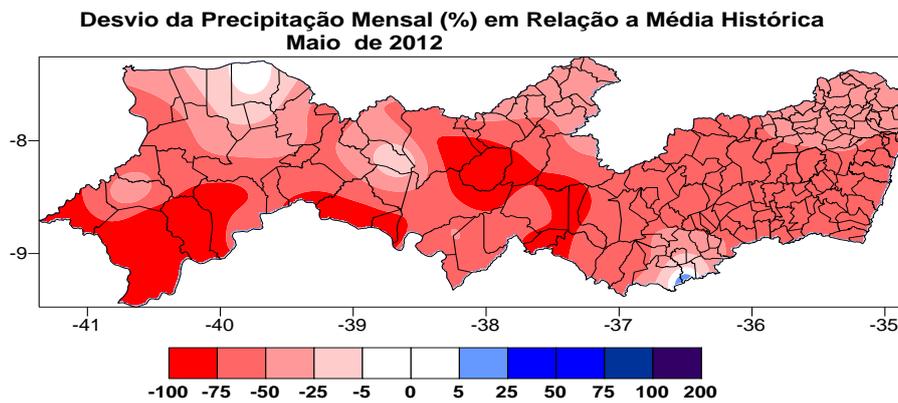


Figura 7. Distribuição espacial do desvio de precipitação no mês de abril/2012 em relação a média histórica do mês.

Analisando a média de quatro estações representativas do semiárido (Ouricuri, Serra Talhada, Petrolina e Petrolândia), relacionaram-se os acumulados desde 1935 do período de outubro a maio, no intuito de verificar os anos com acúmulos semelhantes ao de outubro/2011 a maio/2012. Observou-se que a maior seca já registrada no semiárido de Pernambuco ocorreu em 1993, o período mais seco ocorreu nos anos 90 e o mais chuvoso nos anos 1970, estas relações podem estar relacionadas com as fases frias e quentes da ODP (Molion, 2002). A seca apontada em 2012 se assemelha com a ocorrida em 1998 pelos acumulados e registros mensais. Vale salientar que os períodos de mais chuvas são de outubro a maio.

Anos consecutivos de acumulados em torno ou um pouco abaixo da média, significa queda na disponibilidade hídrica, visto que não repõem os níveis dos reservatórios, devido ao baixo índice pluviométrico natural das regiões semiáridas. Neste período, um ano abaixo da média agrava o déficit hídrico existente, podendo caracterizar seca

hidrológica, como ocorreu nos anos de 1979 a 1983.

Segundo Heineman et al. (2010), o déficit hídrico devido a ausência de chuva, o qual provoca um início de seca se concretiza como uma seca meteorológica, o qual se tem uma perda maior de água pela evaporação do que a fonte pela precipitação. Após a seca meteorológica, vêm a seca agrícola, com a minimização da água disponível no solo nas várias camadas e, por último, as conseqüências desencadeiam na seca hidrológica, um estágio mais grave das secas meteorológicas e agrícolas. Baseado nos resultados obtidos, ao final do período de 2012, Pernambuco entrará em um estágio mais avançado da seca meteorológica, passando a ter uma seca agrícola como característica.

A Figura 8 mostra a variação dos acumulados ao longo dos anos, é perceptível que a seca tem sua recorrência natural, é possível identificar oscilações entre períodos mais chuvosos e secos, no entanto não há um padrão exato. Observa-se que as maiorias dos

eventos mais secos ocorreram em anos de El Niño, comprovando a teoria da influência negativa deste fenômeno sobre a chuva no semiárido pernambucano, principalmente quando a intensidade do ENOS é maior. Dois anos discordaram da teoria relacionada com

os efeitos dos ENOS, pois os anos de 1939 e 1956 foram anos de final de La Niña forte, segundo os dados do CPTEC (2012), entretanto os mesmos apresentaram dados de chuva abaixo da média.

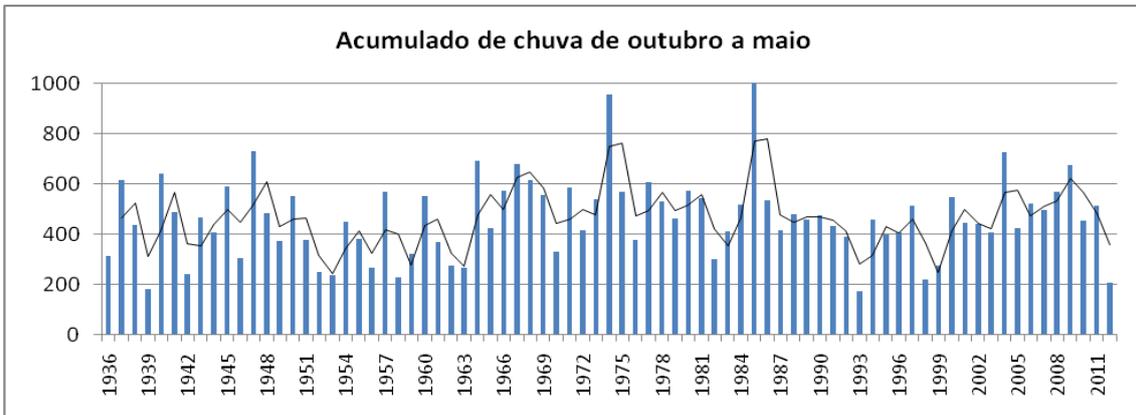


Figura 8. Variação do acumulado pluviométrico entre outubro e maio para o semiárido pernambucano.

A Figura 9 mostra o desvio relativo em porcentagem do total pluviométrico de outubro a maio de cada ano em ordem crescente. Os anos de menor total pluviométrico se deram em 1993, seguidos de 1939 e 2012 respectivamente. Com isto, um

indício de que o ano atual esteja passando por um dos grandes déficits hídrico já registrado em Pernambuco. Também se observa que dois anos foram bastante acima da média (1974 e 1985).

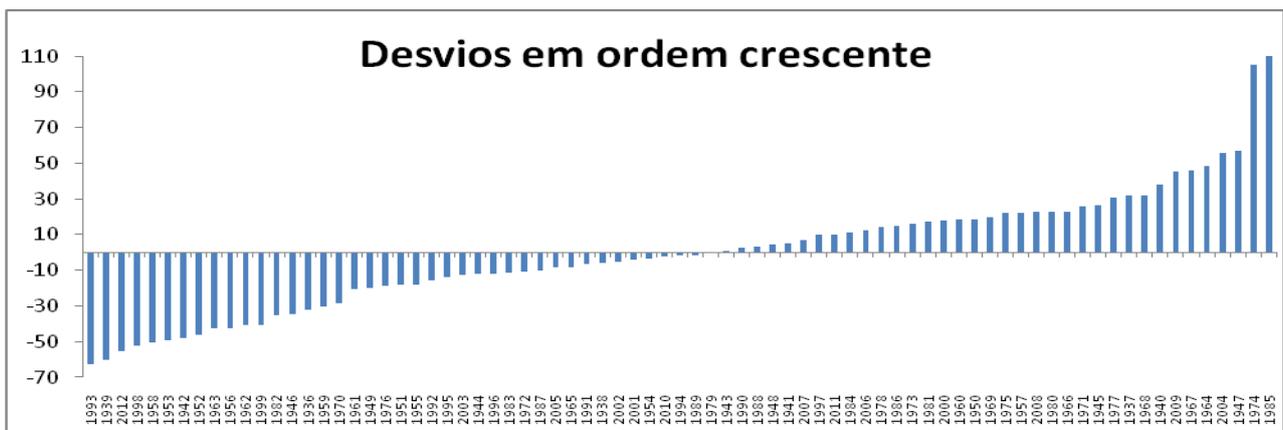


Figura 9. Variação do desvio em relação a média histórica do período de outubro a maio.

3.1 Análise de grande escala

O aquecimento natural das águas superficiais do Oceano Pacífico,

independentemente das anomalias nas temperaturas, deve produzir um efeito na modificação da circulação de intensificação

do El Niño ou desintensificação do La Niña. O período de La Niña, que se iniciou em março de 2010, teve um decaimento na intensidade tanto em 2010/2011, quanto em 2011/2012, no entanto, este último saindo de um La Niña para um estado neutro, vistos as temperaturas inferiores a $0,5^{\circ}\text{C}$, mas acima de $-0,5^{\circ}\text{C}$ na maior parte das regiões.

Embora o fenômeno La Niña possua uma correlação positiva com a precipitação em algumas áreas do Nordeste Brasileiro (NEB), seu efeito sobre áreas específicas depende de outros fatores dinâmicos e termodinâmicos de escala global e regional. Andreoli e Kayano (2007) mostram que a interferência do Atlântico no período chuvoso do NEB é de grande relevância, alterando

regimes de chuva durante atuação dos ENOS, como por exemplo, um La Niña forte com o Atlântico tropical frio, poderá ocorrer ausência de chuvas no NEB, enquanto que em um evento forte de El Niño com Atlântico tropical sul quente poderá ocorrer chuvas acima da média.

Pode-se verificar na Figura 10 a presença de anomalias negativas de TSM no atlântico sul, nas latitudes entre -25° a -60° , que, de acordo com Cavacalti (2002) e Silva (2012) as anomalias de TSM próximo a costa leste do Nordeste desfavorecem a precipitação quando frias. Este efeito deve ser maior no leste do Nordeste, conforme foi observado nas precipitações registradas sobre Pernambuco.

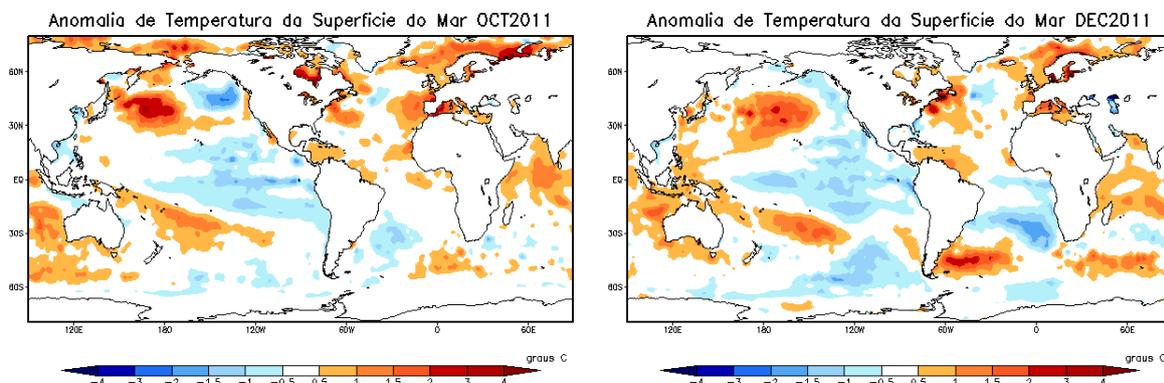


Figura 10. Evolução das anomalias de TSM de outubro para dezembro de 2011.

Observa-se na Figura 11 um maior aquecimento no Oceano Pacífico e a persistência de anomalias negativas de TSM no Atlântico. Vale salientar que a influência do Pacífico na dinâmica de chuvas no nordeste se dá com um atraso, enquanto que o do atlântico a influência é imediata, ou seja, o efeito atual do Pacífico será sentido dentro de três meses, enquanto que no Oceano Atlântico

a influência se dá no mesmo período.

Nos meses de janeiro e fevereiro percebe-se um aquecimento das águas do Pacífico Central e deslocamento da anomalia fria do Atlântico Sul um pouco mais para norte da sua posição anterior. Tais fatores implicam na diminuição do calor latente para altos níveis na região próximo a costa leste do NEB (Beserra e Cavalcanti, 2007), inibindo a

instabilidade na região. No mês de março, o Oceano Atlântico anormalmente frio continuou a propiciar à estiagem no NEB, além disto, percebeu-se o aumento das temperaturas do oceano Pacífico na região do

NINO 1+2 e NINO 3, favorecendo uma subsidência do ar na região nordeste segundo Souza et al. (2004). A Figura 11 mostra as anomalias de TSM no período entre janeiro a março de 2011.

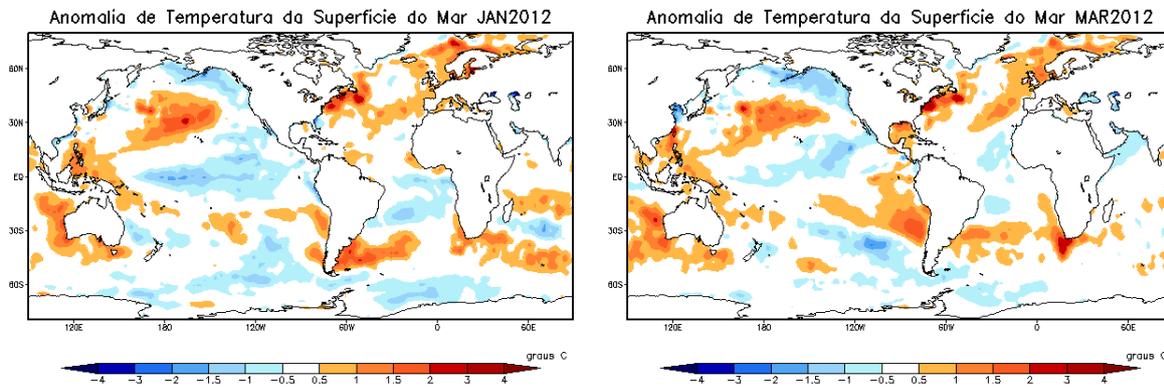


Figura 11. Evolução das anomalias de TSM de janeiro para março de 2012.

Observa-se na Figura 12 que para os meses de abril e maio a anomalia de TSM do Pacífico permanece positiva entre a parte central e leste supondo a tendência de El Niño

nos próximos meses e o favorecimento que a situação de seca se prolongue pelo menos até final do ano.

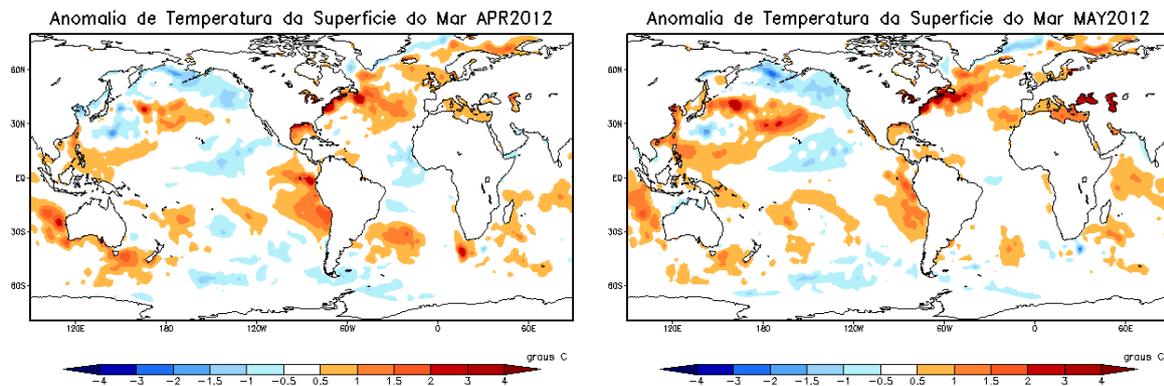


Figura 12. Evolução das anomalias de TSM de abril e maio de 2012.

Comparando-se as observações de TSM com a precipitação ocorrida, percebe-se uma interferência direta com o Oceano Atlântico no fornecimento de umidade para a região NEB, indicando que a ausência de precipitação em Pernambuco deve está relacionada ao fato da água superficial próximo à costa leste apresentar anomalias

frias. Ainda na Figura 12, o mês de maio mostra o Atlântico Central um pouco mais aquecido e tendendo para um estado neutro nos meses seguintes, isto indica que a disponibilidade de umidade deve aumentar um pouco no final do período chuvoso da faixa litorânea, elevando a quantidade de chuvas no litoral.

Nos meses de janeiro e fevereiro, verificou-se na anomalia do escoamento em baixos níveis a presença de um anticiclone com um centro em 20°S e outro sobre o continente em 13°S, Figura 13, permitiram o escoamento de sudeste sobre Pernambuco, possibilitando a intensificação dos alísios sobre a faixa litorânea.

Entre março e maio, o anticiclone com centro sobre o continente se deslocou para o

Nordeste, criando uma região de subsidência que reduziu o desenvolvimento e o deslocamento dos sistemas meteorológicos para a região Nordeste, principalmente o levantamento de umidade para médios e altos níveis na faixa leste (Silva, 2012). Essa configuração afastou a ZCIT para norte, diminuindo o transporte de umidade e a entrada de pulsos convectivos.

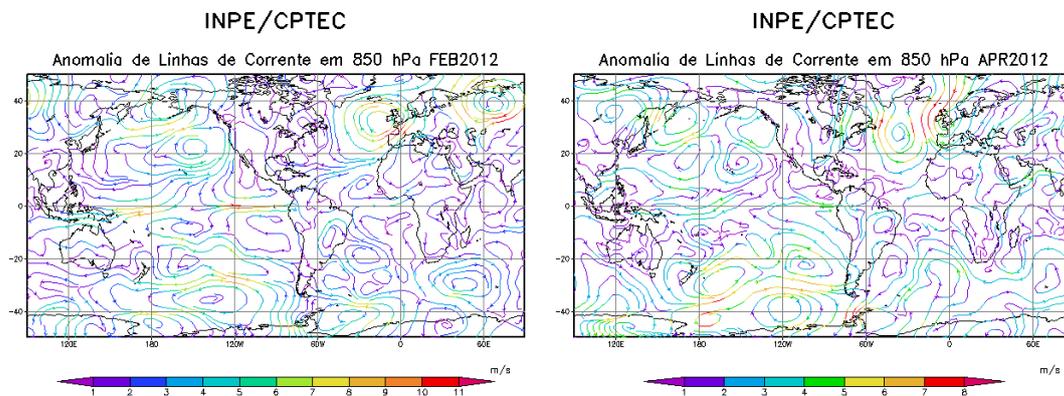


Figura 13. Anomalias de linhas de corrente para fevereiro e abril de 2012. Fonte: CPTEC/INPE.

4. Conclusões

As análises indicaram que os baixos valores pluviométricos foram causados inicialmente nos meses de outubro a dezembro pela intensificação das anomalias negativa de temperatura no Atlântico Sul, que fortaleceram o anticiclone, impedindo o deslocamento da ZCIT para sul e também reduzindo a quantidade de umidade liberada pelo oceano através do fluxo de calor latente.

Os meses de janeiro e fevereiro foram marcados pelo início do aquecimento do Pacífico e o surgimento de uma alta pressão na parte central do Brasil que aumentou o escoamento em direção a costa leste nordestina, o que propiciou a ocorrência de

alguns dias de chuva no mês de fevereiro, coincidindo com a fase negativa da Oscilação Madden-Julian.

Entre março e abril, o anticiclone se deslocou para o centro do Nordeste inibindo com intensidade a formação de nebulosidade e a influencia da ZCIT, isto associado ao deslocamento das anomalias frias do Atlântico para próximo da costa nordestina reduziu até mesmo a entrada de umidade através da brisa terrestre deixando até a faixa litorânea bastante abaixo da climatologia.

A partir de maio, o anticiclone começou a perder força e as TSM do atlântico começaram a tender para um estado de neutralidade, ocorrendo alguns valores de

chuva pelo estado de Pernambuco e indicando um mês de junho e julho com maiores acumulados para a faixa litorânea, mas a persistência da seca sobre o semiárido, uma vez que finda o período chuvoso desta área e ainda começa atuar mais forte o efeito do El Niño.

Embora não ocorra o Dipolo do Atlântico, o gradiente de temperatura norte e sul teve o papel fundamental na inibição das chuvas no semiárido Pernambucano, sendo assim, é um fator importante a ser considerado nas previsões climáticas.

5. Referências

- Andreoli, R.V.; Kayano, M.T. (2007). A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 22, n. 1, p. 63-74.
- APAC, Agência Pernambucana de Águas e Clima. (2012). Disponível em: <www.apac.pe.gov.br>.
- Beserra, A.C.N.; Cavalcanti, E.P. (2008). 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, pp. 239 -263.
- Carvalho, M.A.V. (2011). Variabilidade da Largura e intensidade da Zona de Convergência Intertropical Atlântica: Aspectos observacionais e de modelagem. Dissertação de mestrado em Meteorologia pelo INPE.
- Cavalcanti, E. P. (2001). Teor e transporte de vapor d'água na atmosfera do nordeste do Brasil. Campina Grande PB, Brasil, Tese de Doutorado em Recursos Naturais.
- CPTEC, Centro de Pesquisa de Tempo e Estudos Climáticos. (2012). Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br>>.
- Guedes, R, V. S. (2011). Previsão de seca na bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa com base em redes neurais artificiais. Dissertação em Meteorologia pela UFCG.
- Heinemann, A._B.; Fernandes, D. S.; Paz, Rosildava. F. L.; Amorim, A. O. (2010). Desempenho de índices quantificadores de seca. In: 2nd International Conference: Climate, Sustainability and Development in Semi-arid Regions, 2010, Fortaleza. ICID+18.
- Molion, L.C.B. (2006). Clima global, atividade solar, ODP, El NIÑO e vulcões. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais...
- Molion, L.C.B.; Bernardo, S. O. (2002). Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 17, n. 1, p. 1-10.
- Obasi, G.O.P. (1994). WMO's role in the international decade for natural disaster reduction. *Bulletin, American Meteorological*

Society, 75 (1), 655–1661.

Pereira Jr, J. S. (2007). Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro. Biblioteca digital da câmara dos deputados. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>

Santos, L. A. (2011). Monitoramento da precipitação em Pernambuco utilizando a técnica dos quantis. Trabalho de conclusão do curso em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, Paraíba.

Silva, T. L. V. (2012). variabilidade do teor e do transporte de vapor d'água com relação à Temperatura da superfície do mar. Dissertação de mestrado pela UFCG.

Souza, Everaldo B.; Ambrizzi, T.; Coelho, C. A. S. (2004). Two ENSO episodes with reversed effects on the regional precipitation of the northeastern South America. *Revista Meteorologica*, Buenos Aires, Argentina, v. 29, n. 1-2, p. 5-16.