

SUCESSÃO DE TEMPO NO SERTÃO PERNAMBUCANO: UMA ABORDAGEM DINÂMICA CLIMÁTICA DURANTE A SECA DE 2012

Ranyére Silva Nóbrega¹
Deivide Benicio Soares²
Osvaldo Girão da Silva³

Introdução

Dentre os elementos naturais que influenciam a fitogeografia do Nordeste Brasileiro, sem dúvida, o clima é o mais marcante, e a precipitação o principal elemento climático responsável por tal fato.

As precipitações são influenciadas por outros elementos climáticos e fatores geográficos que, em conjunto, geram convecção local, caracterizada pelo movimento ascendente de umidade do ar. No caso da convecção na região tropical, ela é essencialmente controlada (intensificada ou inibida) pela circulação geral da atmosfera e fenômenos de escala global, resultantes da interação complexa entre as superfícies continentais e oceânicas (MOLION; BERNARDO, 2002).

Ademais, a ocorrência de eventos climáticos extremos, seja precipitação intensa ou escassez prolongada de chuvas, faz parte do controle natural em algumas regiões, como o sertão nordestino. Sua análise e interpretação podem ser consideradas como procedimentos primordiais para aplicação de medidas de controle e de planejamento territorial, fornecendo elementos para a preservação e desenvolvimento sustentável de uma região, de modo a lidar com os episódios adversos.

Os eventos extremos de chuva são aqueles em que os valores apresentam desvios acentuados de chuva superiores ou inferiores ao comportamento médio usual. De acordo com Sarewitz et al. (2000), esses eventos têm ocorrências com incidência rara, se distanciando da média, variando em sua magnitude. Os eventos usuais, que não se distanciam de

maneira significativa da média, são mais frequentes, possibilitando a absorção pelas sociedades, que se adaptam ao ritmo natural climático (GONÇALVES, 2003).

De acordo com Pascoalino e Pitton (2011), para a climatologia dinâmica, as variações climáticas podem ser entendidas através do estudo do ritmo, onde os elementos climáticos são observados sinteticamente em suas interações, o que resulta na compreensão sistêmica das condições atmosféricas reais vivenciadas, vinculadas aos sistemas geradores de tais condições.

O método de análise rítmica climática tem como objetivo caracterizar o tempo atmosférico através da dinâmica da circulação regional, e permite tanto uma abordagem espacial como uma abordagem temporal, por meio do recorte espacial da região de estudo. A análise rítmica detalhada ao nível de tempo busca entender a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores e é capaz de oferecer parâmetros válidos para a consideração dos diferentes problemas geográficos de uma região (MONTEIRO, 1971). Porém, mesmo assim, para se compreenderem os processos atmosféricos que atuam ou caracterizam o clima de uma determinada região é necessário que se conheçam os fatores de ordem estática, que são responsáveis pela diferenciação climática intrarregional (GOTIJO; ASSIS, 2005).

A análise rítmica consiste na interpretação da sequência sobreposta dos elementos fundamentais do tempo, como temperatura, pressão atmosférica, nebulosidade ou insolação, vento e precipitação de um local determinado e da circulação atmosférica, observados nas cartas sinóticas (BORSATO; SOUZA FILHO, 2008).

Girão, Corrêa e Guerra (2006), ao analisarem a influência do ritmo climatológico sobre áreas de risco geomorfológico na Região Metropolitana do Recife, nos anos de 2000 e 2001, afirmaram que o método é de grande relevância para uma avaliação da susceptibilidade a riscos naturais. Para eles,

é fundamental a conjugação de uma análise estatística de dados anuais e/ou mensais a uma caracterização do ritmo anual de um clima local. Episódios de precipitação extrema estão sendo estudados sob a ótica da análise rítmica (ZAVATINI, 2004), o que é bastante relevante diante da problemática de enchentes e deslizamento de encostas ocorridos com certa frequência.

Desta maneira, entende-se que a análise do comportamento das chuvas na região Nordeste do Brasil (NEB) deve ser considerada um estudo de grande importância, não só do ponto de vista climático, como também de ordem social, econômica e ambiental, devido às irregularidades de sua distribuição temporal e espacial e suas consequências para o meio. Neste sentido, Mendonça (2002) e Tavares e Mendonça (2010) comentam que a abordagem rítmica encontra sustentação nos princípios da geografia socioambiental, uma vez que estudos dessa natureza partem de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, explicitam degradação de uma ou de ambas, como o caso das secas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo estudar se a metodologia da análise da dinâmica climática pode produzir subsídios para tomadas de decisões no contexto das secas no Nordeste, tomando como base a seca de 2012.

Sistemas atmosféricos atuantes em Pernambuco

Em Pernambuco atuam sistemas de grande escala, mesoescala e microescala. Dentre os de grande escala, destacam-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as frentes frias. Em mesoescala, destacam-se os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN), distúrbios ondulatórios de leste (DOL's), brisas marinha e terrestre. Já em microescala, ocorrem as circulações orográficas e pequenas células convectivas (MOLION; BERNARDO, 2002).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A ZCIT é caracterizada por uma extensa região de convergência dos ventos alísios nordeste com os alísios de sudeste, oriundos do anticiclone subtropical do hemisfério norte e do anticiclone subtropical do hemisfério sul, respectivamente (HASTENRATH, 1985).

Outra característica é estar localizada na região do cavado equatorial, que apresenta áreas de máxima temperatura da superfície do mar, possibilitando convergência de massa nos trópicos, dando origem a uma extensa banda de nebulosidade.

A ZCIT apresenta movimento norte-sul, podendo alcançar 5° de latitude Sul e 10° a 14° de latitude norte, no Atlântico. Este movimento ocorre com maior intensidade sobre o continente asiático e “australiano” com alcance de 20° Sul e 30° Norte. É o principal sistema produtor de chuva no sertão pernambucano durante sua estação chuvosa principal, entre fevereiro e maio. Nos últimos anos, diversos estudos vêm procurando relacionar a seca com as variações interanuais do posicionamento da ZCIT sobre o nordeste, assim como a relação com o fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) (para mais detalhes ver Nobrega e Santiago, 2014).

Frentes Frias (FFs)

A atuação deste sistema na produção de chuva é mais significativa nas regiões sul e sudeste do Brasil, onde normalmente provocam consideráveis volumes de precipitação e modificações em outros elementos climáticos (temperatura, umidade, direção e velocidade do vento). Na região Nordeste, sua penetração é menos significativa, devido ao enfraquecimento da massa polar na retaguarda do sistema frontal, e, na maior parte, alcança o sul da Bahia já com pouca intensidade.

A literatura contemporânea trata a influência dos sistemas frontais na precipitação do semiárido nordestino não como direta, mas com resquícios que

modulam os sistemas convectivos, algo semelhante aos DOL's (KOUSKY, 1979). A aproximação de sistemas frontais, provenientes do sul, muitas vezes provoca o surgimento de linhas de instabilidade, que se propagam em sua vanguarda, paralelas aos mesmos. Estas linhas são denominadas de pré-frontais e produzem totais pluviométricos superiores a 50 mm por dia. São mais comuns de abril a julho. Eventualmente, uma frente fria chega de fato ao sertão pernambucano, mas a maior influência deste sistema é na modulação convectiva (MOLION; BERNARDO, 2002).

Distúrbio Ondulatório de Leste (DOL)

Os Dol's são sistemas de ordem de 1.000 km ou mais, que ocorrem na baixa troposfera tropical e vêm despertando interesse de vários pesquisadores devido à influência na precipitação. Sua gênese inicia no Atlântico Sul, próximo à costa da África, e se desloca longitudinalmente em direção oeste, intensificando à medida que se aproxima da costa leste do nordeste brasileiro (MACHADO et al., 2012; SILVA, 2010).

Para Mota (1997), o DOL modifica as condições de tempo ao longo de sua trajetória e sua principal fonte de energia passa a ser a liberação de calor latente através de processos de convecção profunda. Uma das principais características do DOL é modular a precipitação em sistemas atmosféricos, nas diferentes escalas, intensificando a convecção ao chegar à costa, devido à convergência de umidade e ao contraste térmico entre continente e oceano (MACHADO et al., 2012). Resultados semelhantes aos dos autores foram encontrados na América do Norte por Cook et al. (2004). Em se tratando de Nordeste, Molion e Bernardo (2002) comentam que se o sistema chegar com as brisas marinhas, pode penetrar até 300km para o interior do continente (MOLION; BERNARDO, 2002).

Brisas Oceânicas e Terrestres

As brisas estão ligadas diretamente com o aquecimento diferencial entre continente e oceano. Durante as primeiras horas da manhã, o continente

aquece mais rápido que o oceano adjacente, de maneira que se estabelece um gradiente térmico com temperaturas mais altas sobre o continente. Com isso há a gênese de uma circulação rasa, com ar ascendente sobre o continente, devido à formação de uma pressão baixa, o que força a advecção do ar marinho, com temperaturas mais baixas e maior umidade do ar, formando a brisa marinha. Já durante o entardecer tem início o processo inverso, com a modificação no gradiente térmico, uma vez que o oceano possui a capacidade de reter calor por mais tempo, permanecendo aquecido, e o continente resfriando rapidamente. O gradiente térmico é revertido e origina-se uma circulação rasa do continente para o oceano, com formação de nuvens e chuva sobre a faixa litorânea e oceano.

A confluência dos alísios com a brisa pode ser um dos mecanismos mais importantes na produção de chuva na região costeira do nordeste. A convecção ocorre devido ao aquecimento da superfície e à convergência de umidade, produzindo chuvas, principalmente à noite até as primeiras horas da manhã, durante os meses de inverno (NOBRE; MOLION, 1988).

A importância das brisas diminui na direção oeste não apenas influenciada pela atenuação do sistema, mas também pelo relevo da região, o planalto da Borborema. O planalto atua como uma barreira topográfica para o escoamento atmosférico, favorecendo chuvas a barlavento, devido à ascensão do ar úmido, e dificultando a formação de nuvens a sotavento, ocasionada pela subsidência de ar mais seco.

Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN)

Os VCANs são caracterizados por centros de pressão relativamente baixa e que se originam na alta troposfera, cujo centro tem por característica ser frio. Uma particularidade que os Vórtices apresentam é a de provocar nebulosidade e grandes totais pluviométricos em sua periferia (borda) e tempo estável em seu centro, onde há movimentos verticais subsidentes. Seu

deslocamento é em torno de 4° a 6° de longitude, sentido leste a oeste (FERREIRA; MELO, 2005; MOLION, 2002).

Os VCANs que penetram na região Nordeste do Brasil são formados sobre o oceano Atlântico, principalmente entre os meses de novembro e março, e sua trajetória, normalmente, é de leste para oeste, com maior frequência entre janeiro e fevereiro. Seu tempo de vida varia, em média, entre 7 e 10 dias, período em que se observa a formação de nuvens causadoras de chuva em sua periferia, enquanto que em seu centro há subsidência, inibindo a formação de chuva (FERREIRA; MELLO, 2005). Constituem, portanto, um sistema com alta significância na precipitação do NEB, atuante principalmente no verão austral. São transientes, variam muito de posição e não possuem uma sub-região preferencial para atuar, embora possam modificar as condições de tempo em todo o Nordeste brasileiro por vários dias, como observaram Kousky e Gan (1981).

Material e Métodos

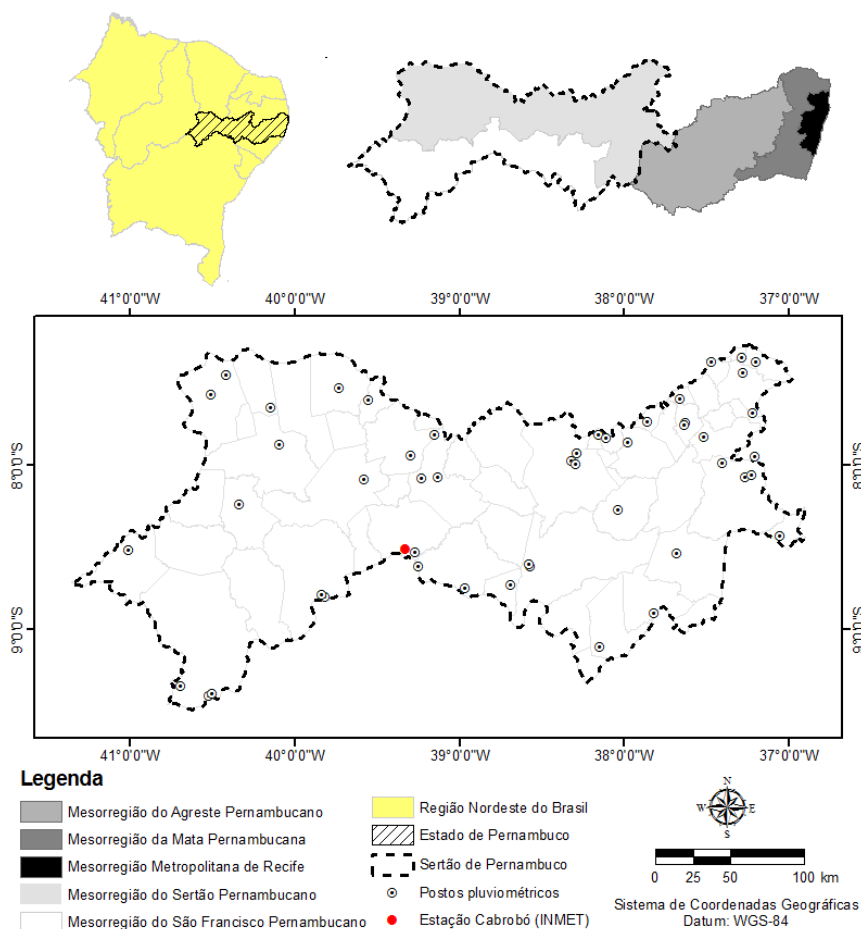
A área de estudo corresponde a toda região conhecida como sertão de Pernambuco (Figura 1), a qual é compreendida pelas mesorregiões geográficas do Sertão Pernambucano e do São Francisco Pernambucano, compreendendo um total de 63.210 km², ou 63,9% do Estado de Pernambuco (ARAGÃO, 1998).

Foram utilizadas as informações de precipitação de 54 postos pluviométricos em duas fases: i) para a construção da média histórica e ii) para a análise do ritmo climático entre os meses de janeiro e abril de 2012. Os dados foram obtidos junto à Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC).

Como recorte espacial, foi selecionado o município de Cabrobó (PE) e utilizada a metodologia apresentada por Borsato (2006) e Borsato e Borsato

(2008). Os autores desenvolveram o software Ritmo Análise (versão 2.0), um programa computacional que elabora gráficos de análise rítmica de acordo com o método utilizado por Monteiro (1971). Através das saídas do software, foi analisado o comportamento diário das variáveis de pressão atmosférica, temperatura (máxima, média e mínima), umidade relativa, precipitação pluviométrica, direção dos ventos, além da informação dos sistemas atmosféricos atuantes num determinado período, sobre uma determinada área. Nesta fase, foram utilizados dados da estação meteorológica do INMET, localizada em Cabrobó.

Figura 1. Mesorregião do Sertão Pernambucano. Em destaque as localizações dos postos pluviométricos e a estação meteorológica de Cabrobó.



Elaborado por: autores

São vários os motivos para a escolha de Cabrobó para o estudo da análise rítmica, dentre eles a disponibilidade de uma série diária de dados confiáveis e sem falhas. Além disso, o município está situado na região que apresenta as menores médias históricas de precipitação do estado de Pernambuco, com elevados índices de incidência de seca. Ele figura entre os mais afetados pela seca de 2012, com situação de emergência decretada desde o dia 10 de janeiro deste ano. Cabrobó também está inserido no núcleo de desertificação de Cabrobó, junto com os municípios de Belém do São Francisco, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba (BRASIL, 2007), fazendo-se então extremamente necessário o conhecimento do comportamento das condições atmosféricas, com vistas ao combate à desertificação e convivência com a seca.

A identificação dos sistemas atmosféricos atuantes no período compreendido entre 01 de janeiro e 30 de abril de 2012 foi realizada através de imagens do satélite GOES e de relatórios elaborados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

Resultados e Discussão

Durante o mês de janeiro de 2012, a precipitação observada (Figura 2b) ficou abaixo da média histórica do mês (Figura 2a) em praticamente todo o sertão de Pernambuco, com exceção de Arcoverde, na extremidade leste da área em estudo (Figura 2c).

A chuva mensal observada foi concentrada em poucos dias. Em Cabrobó a chuva ocorreu entre os dias 21 e 22, tendo o dia 22 registrado os menores valores de temperatura máxima e média, e o maior valor de umidade relativa, como pode ser verificado na Figura 3.

Analisando os sistemas atmosféricos atuantes na região, através das cartas sinóticas e imagens do satélite GOES, disponíveis no CPTEC/INPE, é possível identificar a presença de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), centrado no leste da Bahia. Este Vórtice favoreceu a instabilidade atmosférica na faixa oeste e norte do NEB, entre os dias 17 e 23 de janeiro, de maneira que a chuva do dia 22 em Cabrobó ocorreu devido à atuação deste sistema.

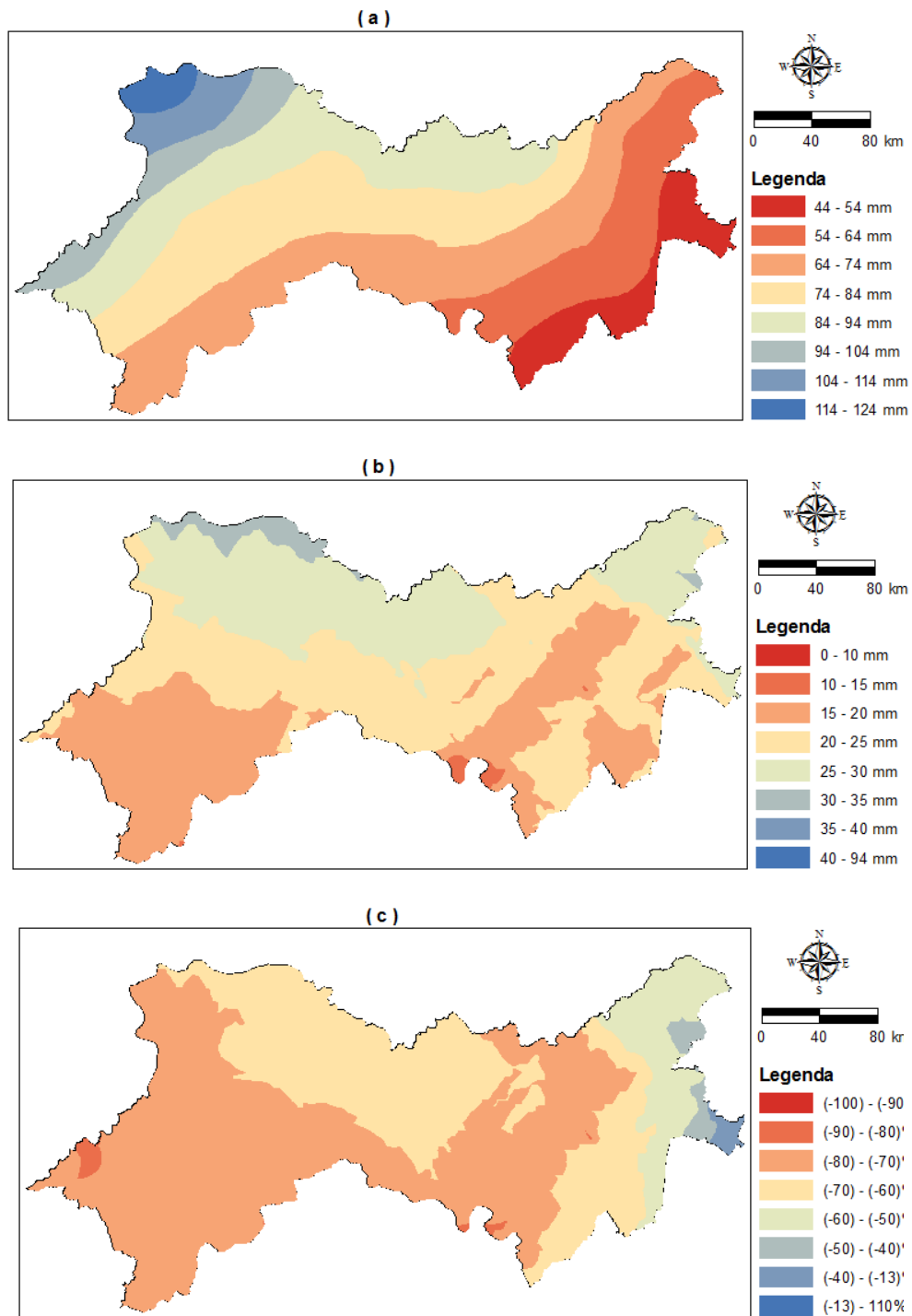
O mês de fevereiro de 2012 foi o mais chuvoso do período de janeiro a abril, porém a precipitação ocorrida ficou abaixo da média climatológica mensal em grande parte do sertão de Pernambuco. Apesar do volume de chuva, foi comum, ao longo do mês, a ocorrência de veranicos.

Os veranicos são definidos como o intervalo de cinco ou mais dias consecutivos sem chuva dentro de um período chuvoso de uma região (SOARES; NÓBREGA, 2009). Em um trabalho realizado sobre o sertão de Pernambuco, Soares e Nóbrega (2010) identificaram que, dentre as séries históricas de precipitação analisadas, o município de Cabrobó apresenta os mais longos veranicos e a maior quantidade total de dias secos dentro do período chuvoso.

Entre os episódios de chuva dos dias 22 de janeiro e 10 de fevereiro ocorreu um veranico de 18 dias. Entre os dias 11 e 19 de fevereiro ocorreu um veranico de 7 dias, e após as chuvas de 19 e 20 de fevereiro ocorreu um veranico que se estendeu até o dia 7 de março. Durante os veranicos, as temperaturas foram mais elevadas e a umidade relativa menor.

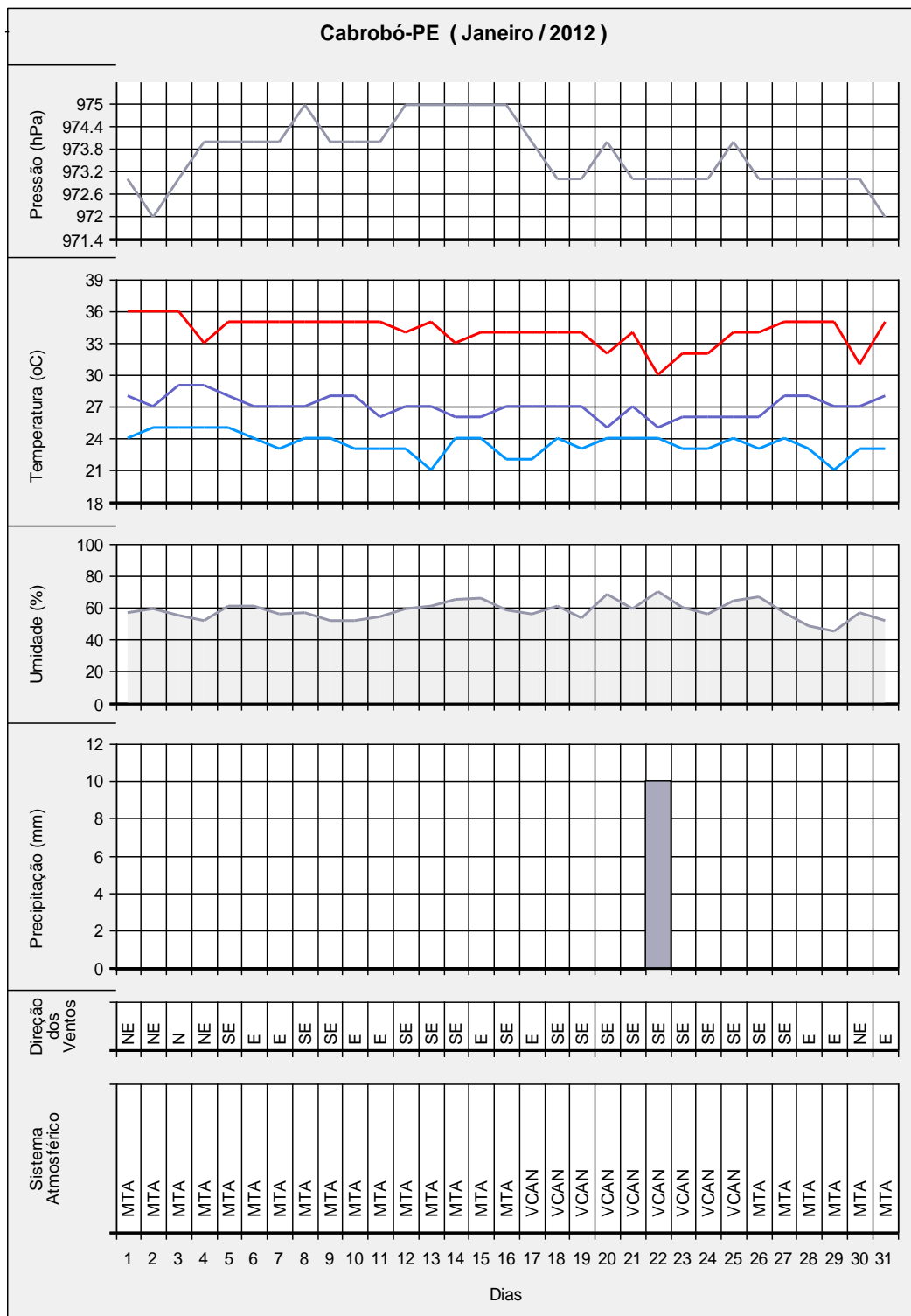
As chuvas dos dias 10 e 11 foram produzidas mais uma vez em função de um VCAN, enquanto que as chuvas do dia 19 e 20 de fevereiro estão atreladas à influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que nos dias 18 e 19 apresentou uma banda dupla no Atlântico, sendo que a banda mais bem definida oscilou entre 1°N e 4°N e a segunda banda entre 1°S e 3°S. A posição da ZCIT e as chuvas consequentes sobre o NEB podem ser verificadas a partir de imagens do satélite GOES, disponibilizadas pelo CPTEC/INPE.

Figura 2. Climatologia de precipitação para o mês de janeiro (a); total de chuva observada em janeiro de 2012 (b); e desvio percentual entre a precipitação mensal média e a observada em janeiro de 2012 (c) no sertão do São Francisco Pernambucano.



Elaborado por: autores

Figura 3. Dados diários de janeiro de 2012 de pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade do ar, precipitação, direção dos ventos e sistemas atmosféricos atuantes em Cabrobó-PE.



Elaborado por: autores

A estação meteorológica de Cabrobó (INMET) registrou um total mensal de 117,7mm, valor acima dos 85 mm, a média climatológica para o mês de fevereiro. Porém, a chuva precipitada não foi suficiente para modificar o cenário de seca instalado, em função da ocorrência dos intervalos secos entre os episódios de chuva (veranicos). Durante o mês de março, a ZCIT atuou com menos intensidade sobre o NEB. Como consequência direta da fraca atuação da ZCIT, tem-se a precipitação abaixo da média em todo o sertão de Pernambuco.

Os desvios de precipitação apresentados e analisados indicam que houve redução de 70 a 90% entre os postos pluviométricos utilizados. Em Cabrobó foram observadas precipitações em apenas quatro dias, nos quais a fraca influência da ZCIT culminou em chuvas de, no máximo, 18 mm.

A seca aqui estudada pode ser atribuída às águas anormalmente mais quentes no Atlântico Norte, que influenciaram a localização da ZCIT mais ao norte de sua posição média para o período chuvoso do semiárido, o que contribuiu para alterar negativamente o regime de chuva no Nordeste, nos meses de fevereiro e março de 2012.

Esta condição oceânica é conhecida como padrão do Dipolo do Atlântico. Há duas fases para este padrão, a positiva e a negativa. A fase positiva é o padrão de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) com sinal positivo ao Norte e negativo ao Sul do equador sobre o Atlântico Tropical, e esta configuração é desfavorável à precipitação sobre o NEB. A fase negativa do Dipolo tem sinal negativo ao norte e positivo ao sul do equador sobre o Atlântico Tropical, e é favorável à precipitação sobre o norte do NEB (MOURA; SHUKLA, 1981).

Pesquisas como as de Souza, Alves e Nobre (1998) evidenciaram os eventos de Dipolo positivo e negativo do Atlântico, entre as décadas de 1950 e 1990, observando uma correlação entre o dipolo positivo e a redução das chuvas sobre o Norte e o Leste do NEB. Nobre *et al.* (2004), outros

pesquisadores que também estudaram a relação entre o dipolo e as chuvas em Pernambuco, identificaram que em anos de dipolo positivo, além da diminuição da precipitação, observa-se o aumento dos veranicos no sertão semiárido de Pernambuco.

Durante o mês de abril de 2012 praticamente não choveu em todo o sertão de Pernambuco, tendo apresentado desvio percentual negativo de mais de 90% em sua grande parte.

A ZCIT não mais influenciou o tempo, neste mês, na área estudada. Além disso, a circulação anticiclônica, associada ao anticiclone subtropical do Atlântico, que já se configurava intensa em março, aumentou de intensidade e consequente atuação sobre o leste brasileiro. Os ventos de sudeste, oriundos do anticiclone semipermanente do Atlântico Sul, região de gênese da Massa de Ar Tropical Atlântica (MTA), influenciaram o tempo sobre o NEB, devido as suas características de estabilidade nas camadas superiores da atmosfera, inibindo a formação de instabilidades significativas, com reflexo nas anomalias negativas de precipitação.

Os reflexos da redução significativa das chuvas, entre os meses de janeiro e abril de 2012, são variados, como escassez de água para a população, perda parcial ou total da produção agrícola, queda na produção pecuária e perda de parte do rebanho. Segundo informações da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), cerca de 80% das barragens do sertão de Pernambuco entraram em colapso parcial ou total.

A seca constitui um fenômeno natural e não será possível impedir que ela volte a ocorrer no Nordeste do Brasil, porém é preciso conhecer melhor seus mecanismos a fim de subsidiar ações de combate a seus efeitos e, principalmente, fornecer elementos para uma melhor convivência com ela. Estudos de análise rítmica das condições de tempo para anos de seca se apresentam, portanto, como opções para a interpretação de episódios de seca como o ocorrido em 2012, subsidiando planejamentos e tomadas de decisão.

Por exemplo, a simples análise da média de precipitação de fevereiro, se tratada de maneira estática, pode levar ao entendimento de que a seca seria amenizada, uma vez que choveu 33% acima da média mensal em Cabrobó. Mas, ao analisar o ritmo climático, evidencia-se que, apesar do volume, a irregularidade temporal na precipitação, com 117 mm em apenas 4 dias, não foi suficiente para amenizar o flagelo da seca, uma vez que este comportamento pluviométrico irregular é prejudicial às práticas agrícolas. Em contrapartida, pode ser importante para o armazenamento de água em açudes, por exemplo.

Conclusões

Os índices de precipitação dos meses de janeiro de 2012 ficaram abaixo da média histórica, sendo os poucos episódios de precipitação ocorridos neste período, no sertão de Pernambuco, motivados pela atuação de VCANs e da ZCIT. A seca foi produto da fraca atuação destes sistemas e da intensa atuação da MTa, responsável por deixar o tempo estável no interior do NEB, sob a influência de anomalias negativas na TSM do Atlântico Sul.

O mês de fevereiro caracterizou-se como o mais chuvoso devido ao deslocamento da ZCIT para o sul da linha do equador, mas as chuvas observadas neste mês se concentraram em poucos dias e não foram suficientes para amenizar o cenário de seca.

As chuvas que ocorreram nos demais meses estudados também foram concentradas em poucos dias, intercalados por longos veranicos. O mês de abril foi o mais seco do período estudado, com desvio percentual negativo de mais de 90%.

Estudos de análise rítmica das condições de tempo para anos de seca se apresentam como uma opção para interpretação e compreensão de episódios de seca extrema, sobretudo porque possibilitam compreender a dinâmica da sucessão de tempo.

Referências

- ARAGÃO, J.O.R. Caracterização climática. In: **Pernambuco - Plano estadual de recursos hídricos**. Recife: Secretaria estadual de recursos hídricos, 1998. 145p.
- BORSATO, V.A.A. **O ritmo climático e episódios pluviométricos na bacia do rio Paraná no ano de 1980**. Tese (Doutorado) Nupélia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2006.
- BORSATO, V.A.; BORSATO, F.H.A. A dinâmica atmosférica e a influência da tropicalidade no inverno de 2007 em Maringá PR - Espacial. In: **8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Evolução Tecnológica e Climatológica. Universidade Federal de Uberlândia. Agosto 2008.
- BORSATO, V.A.; SOUZA FILHO, E.E. O ritmo climático e episódios pluviométricos no ano de 1980 na vertente ocidental da bacia do Alto rio Paraná Brasil. **Geografia**, v. 17, n. 1, jan./jun. 2008.
- BRASIL. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2007.
- COOK, K.H.; PATRICOLA, C.M.; VIZI, E.K. Easterly Waves in the tropical Atlantic: climatology and variability. *Monthly Weather Review*. 2004.
- FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p 15-28, 2005.
- GIRÃO, O.; CORRÊA, A.C.B.; GUERRA, A.J.G. Influência da climatologia rítmica sobre áreas de risco: o caso da região metropolitana do recife para os anos de 2000 e 2001. **Revista de Geografia**. Recife, Vol. 23, No 1, 2006.
- GONÇALVES, N.M.S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.
- HASTENRATH, S. **Climate and circulation of the tropics**. Dordrecht: D. Reidel, p. 455, 1985.
- KOUSKY, V.E. Frontal influences on northeast Brasil. **Mon. Wea. Rev.**, v. 108, n. 9, p. 1140-1153, 1979.
- KOUSKY, V.E.; GAN, M.A. Upper Tropospheric Cyclone Vortices in the Tropical South Atlantic. **Tellus**, v. 33, 538-551, 1981.
- MACHADO, C.C.C; NÓBREGA, R.S.; OLIVEIRA, T.H.; ALVES, K.M.A.S. Distúrbio ondulatório de leste como condicionante a eventos extremos de precipitação em Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol., 11, jul/dez, p. 146-188, 2012.

MENDONÇA, F.A. Geografia socioambiental. IN: **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**, Editora UFPR, Curitiba. 2002. 245 p.

MOLION, L.C.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n.1, 1-10, 2002.

MONTEIRO, C.A.F. **Análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the Dynamics of Droughts in Northeast Brazil: Observations, Theory and Numerical Experiments with a General Circulation Model. **Journal of the Atmospheric Science**, v. 38, n. 12, p. 2653-2675. 1981.

NOBRE, P.; LACERDA, F.F.; AZEVEDO, F.G.B.; SIMÕES, R.S. *Um estudo da variabilidade interanual de veranicos sobre o Sertão de Pernambuco e suas relações com temperatura da superfície do mar. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 13, 2004, Fortaleza. Anais. 2004.

NÓBREGA, R.S.; SANTIAGO, G.A. *Tendência de temperatura na superfície do mar nos oceanos Atlântico e Pacífico e a variabilidade de precipitação em Pernambuco. Mercator. Aceito para publicação*, 2014.

SAREWITZ, D. et al. **Extreme Events Developing a Research Agenda for the 21st Century**. Bolder, 2000. disponível em: <<http://www.esig.ucar.edu/extremes/>>.

SILVA, V.P. **Distúrbios Ondulatórios de Leste: estudo de casos que afetaram a costa leste do NEB**, 2010. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010. 77p.

SOARES, D.B.; NÓBREGA, R.S. Detecção de tendências na ocorrência de veranicos na microrregião do Pajeú – PE. **Revista de Geografia**, Recife, v. 26, n. 3, set./dez., p. 263-275, 2009.

_____. Análise espacial e climatológica da ocorrência de veranicos no Sertão de Pernambuco. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, jan./abr., 2010.

SOUZA, E.B.; ALVES, J.M.B.; NOBRE, P. Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do Nordeste brasileiro em associação aos eventos do padrão de Dipolo observados na bacia do Atlântico tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.13, n.2, p.45-55, 1998.

TAVARES, R.; MENDONÇA, F. Ritmo climático e risco socioambiental urbano: chuvas e deslizamentos de terra em Ubatuba-SP (BR) entre 1991 e 2009. IN:

VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. 2010

ZAVATINI, J. A. **Estudos de clima no Brasil.** Campinas: Editora Alínea. 2004. 398 p.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPQ pelo financiamento do Projeto de Longa Duração (PELD) Sercaatinga. Agradecem, ainda, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de pós-graduação.

Aos revisores anônimos da Revista CLIMEP, que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Sobre os autores:

¹Ranyére Silva Nóbrega - <http://lattes.cnpq.br/986065377704756>
Meteorologista, Mestre e Doutor em Meteorologia; Docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. Coordenador do grupo de pesquisa em Climatologia Dinâmica e Desastres Naturais.
Contato: ranyere.nobrega@ufpe.br.

²Deivide Benicio Soares - <http://lattes.cnpq.br/2827136340495268>
Geógrafo, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Doutorando em Geografia. Bolsista Pós-graduação CNPq.
Contato: deividebenicio@yahoo.com.br.

³Osvaldo Girão da Silva - <http://lattes.cnpq.br/0023062552344552>
Geógrafo, Mestre e Doutor em Geografia; Docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. Pesquisador do grupo de pesquisa em Climatologia Dinâmica e Desastres Naturais.
Contato: osgirao@gmail.com